

Magdeburský seminář o ochraně vod 2010 Magdeburger Gewässerschutzseminar 2010

Seminář se koná pod záštitou ministra životního prostředí České republiky, ministra zemědělství České republiky, hejtmanky Ústeckého kraje a primátora města Teplice.

Das Seminar steht unter der Schirmherrschaft des Umweltministers und des Landwirtschaftsministers der Tschechischen Republik sowie der Regionspräsidentin der Region Ústí nad Labem und des Oberbürgermeisters der Stadt Teplice.

Vážené dámy a vážení pánové, účastníci 14. Magdeburského semináře o ochraně vod, vítajte v severočeském lázeňském městě Teplice v území působnosti státního podniku Povodí Ohře, který byl na posledním semináři v roce 2008 v Magdeburku vybrán hlavním organizátorem tohoto mezinárodního odborného setkání v letošním roce.

Proč právě severní Čechy a město Teplice byly vybrány jako místo konání semináře? Jedná se o území po řadu desetiletí známé jako oblast rozsáhlé povrchové těžby hnědého uhlí a tepelných elektráren, kde bylo uhlí spalováno. Typickým znakem a důsledkem vývoje nedávného období zde bylo dramatické negativní ovlivnění životního prostředí, jehož důsledky jsou po roce 1989 napravovány například i formou hydrické rekultivace zbytkových jam po těžbě. A právě jezerům v místě minulé povrchové těžby je věnováno jedno ze tří témat letošního semináře. Další dvě témata jsou věnována dopadům klimatické změny na vodní režim včetně adaptačních opatření a dále též otázkám a postupům správy povodí se zaměřením na hydromorfologické aspekty. Spolu s kolegy z programového výboru jsme přesvědčeni, že zvolená témata jsou časově a nejen místně velmi aktuální a naléhavá a právě Magdeburský seminář je pro ně vhodnou platformou. I z uvedených důvodů se seminář koná pod záštitou ministra zemědělství ČR, ministra životního prostředí ČR, hejtmanky Ústeckého kraje a primátora statutárního města Teplice.

Oproti minulým seminářům je letošní Magdeburský seminář připraven v trvání dvou a půl dne. Jedná se o racionální opatření se zvýrazněním prioritně pracovního charakteru setkání. I tak samozřejmě není pominuta potřeba a význam prostoru pro neformální setkání společenského charakteru a věříme, že i připravený kulturní program Vás potěší. Jsme též přesvědčeni, že i program odborné exkurze s nabídkou tří různých okruhů Vám poskytne zajímavé informace a zážitky v reálném prostředí severočeského prostoru. Zvláště ti z Vás, kteří zde pobývali naposledy před rokem 1989 a nově až dnes, budou nepochybně silně překvapeni komplexní pozitivní změnou a současným stavem zdejšího prostředí.

Na přípravě programu semináře se společně podíleli zástupci Ministerstva životního prostředí ČR, Ministerstva zemědělství ČR, Spolkového ministerstva životního prostředí, ochrany přírody a bezpečnosti reaktorů SRN, Ministerstva zemědělství a životního prostředí spolkové země Sasko - Anhaltsko, Středisko výzkumu životního prostředí H. Helmholtze, Mezinárodní komise pro ochranu Labe, Společenství oblasti povodí Labe SRN, Spolkový ústav hydrologický, Zemský podnik povodňové ochrany a vodního hospodářství Saska - Anhaltska, Výzkumný ústav vodohospodářský T.G.M., v.v.i., Povodí Labe, státní podnik, Povodí Vltavy, státní podnik a Povodí Ohře, státní podnik. Všem kolegyním a kolegům, kteří se podíleli na přípravě semináře v rámci programového výboru nebo organizačního výboru, i všem, kdož se podílejí na jeho zdárném průběhu, patří poděkování.

Vážené dámy a vážení pánové, dovoluji mi, prosím, abych Vám jménem hlavního pořadatele 14. Magdeburského semináře popřál příjemný pobyt zde v Teplicích i obohacení dojmy z jednání, exkurzí i z osobních setkání a výměny informací, poznatků a zkušeností.

Ing. Jiří Nedoma

Sehr geehrte Damen und Herren, werte Teilnehmer des 14. Magdeburger Gewässerschutzseminars, ein herzliches Willkommen im nordböhmischen Kurort Teplice auf dem Gebiet des Zuständigkeitsbereichs des Staatlichen Wasserwirtschaftsbetriebs Eger, der auf dem letzten Seminar 2008 in Magdeburg als Hauptveranstalter des diesjährigen internationalen Treffens der Fachwelt ausgewählt wurde.

Warum wurden gerade Nordböhmen und die Stadt Teplice als Veranstaltungsort für das Seminar gewählt? Es handelt sich um ein Gebiet, das jahrzehntelang als Gebiet des weiträumigen Braunkohleabbaus in Tagebauen und als Gebiet mit vielen Heizkraftwerken, in denen die Kohle verbrannt wurde, bekannt war. Ein typisches Merkmal und eine Folge der Entwicklung der jüngsten Vergangenheit waren die dramatischen negativen Umwelteinflüsse, deren Folgen nach 1989 zum Beispiel in Form der Flutung von Tagebaurestlöchern beseitigt werden. Und gerade mit den durch die Flutung von Tagebaurestlöchern entstandenen Seen wird sich eines der drei Themen des diesjährigen Seminars beschäftigen. Die anderen beiden Themen befassen sich mit den Auswirkungen des Klimawandels auf den Wasserhaushalt einschließlich Anpassungsmaßnahmen und mit Fragen des Flussgebietsmanagements mit dem Schwerpunkt hydromorphologische Aspekte. Gemeinsam mit meinen Kollegen des Programmkomitees bin ich überzeugt, dass die gewählten Themen zeitlich und örtlich gesehen sehr aktuell und dringlich sind und das Magdeburger Seminar dafür eine geeignete Plattform bildet. Auch aus diesen Gründen findet das Seminar unter der Schirmherrschaft des Landwirtschaftsministers der Tschechischen Republik, des Umweltministers der Tschechischen Republik, der Regionspräsidentin des Bezirkes Ústí nad Labem und des Oberbürgermeisters der Stadt Teplice statt.

Im Gegensatz zu den Magdeburger Gewässerschutzseminaren in den zurückliegenden Jahren ist das diesjährige Seminar für zweieinhalb Tage geplant. Das konzentrierte Programm unterstreicht den Arbeitscharakter des Treffens. Dennoch wird es selbstverständlich Gelegenheiten für informelle Treffen geben, und wir sind überzeugt, dass Ihnen das geplante Kulturprogramm Freude bereiten wird. Ebenso sind wir überzeugt, dass auch die Fachexkursionen mit unterschiedlichen Zielen Ihnen vor Ort in Nordböhmen interessante Informationen und Erlebnisse vermitteln werden. Vor allem diejenigen von Ihnen, die seit der Zeit vor 1989 nicht mehr hier waren, werden zweifellos von den positiven komplexen Veränderungen und der derzeitigen Umweltsituation angenehm überrascht sein.

An der Vorbereitung der Seminars beteiligten sich Vertreter des Umweltministeriums der Tschechischen Republik, des Landwirtschaftsministeriums der Tschechischen Republik, des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit der BRD, des Ministeriums für Landwirtschaft und Umwelt des Landes Sachsen-Anhalt, des Helmholtz-Zentrums für Umweltforschung, der Internationalen Kommission zum Schutz der Elbe, der Flussgebietsgemeinschaft Elbe, der Bundesanstalt für Gewässerkunde, des Landesbetriebs für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt, des Forschungsinstituts für Wasserwirtschaft T. G. M., öffentlich-rechtliche Forschungsinstitution, des Staatlichen Wasserwirtschaftsbetriebs Elbe, des Staatlichen Wasserwirtschaftsbetriebs Moldau und des Staatlichen Wasserwirtschaftsbetriebs Eger. Mein Dank gebührt alle Kolleginnen und Kollegen, die an der Vorbereitung des Seminars im Rahmen des Programmkomitees und des Organisationskomitees beteiligt waren, sowie allen, die Anteil am erfolgreichen Verlauf des Seminars haben.

Sehr geehrte Damen und Herren, gestatten Sie mir bitte, dass ich Ihnen im Namen des Hauptveranstalters des 14. Magdeburger Gewässerschutzseminars hier in Teplice einen angenehmen Aufenthalt sowie eine erfolgreiche Tagung, interessante Exkursionen, gute Gespräche bei persönlichen Begegnungen und einen konstruktiven Informations- und Erfahrungsaustausch wünsche.

Ing. Jiří Nedoma

OBSAH / INHALT

Odborné příspěvky / Fachbeiträge

Dopady klimatické změny na vodní režim včetně adaptačních opatření

Auswirkungen des Klimawandels auf den Wasserhaushalt einschließlich Anpassungsmaßnahmen 13

Rolf-Dieter Dörr14

Plánování v Mezinárodní oblasti povodí Labe

Bewirtschaftungsplanung in der Internationalen Flussgebietseinheit Elbe

Šárka D. Blažková, Keith J. Beven18

Modelování dopadů klimatické změny v českém národním projektu Labe

Modellierung der Auswirkungen des Klimawandels im tschechischen nationalen

Projekt Elbe

Anne Schulte-Wülwer-Leidig22

Aspekty klimatických změn v povodí Rýna - stav prací MKOR

Klimawandelaspekte im Rheineinzugsgebiet - Stand der Arbeiten der IKS

Jan Daňhelka26

Vliv klimatické změny na povodně v ČR

Auswirkungen des Klimawandels auf Hochwasser in der Tschechischen Republik

Miloň Boháč, Pavel Kukla, Bohuslava Kulasová30

Dopady změny klimatu na minimální průtoky

Auswirkungen des Klimawandels auf Niedrigwasserabflüsse

Volker Meyer, Nele Lienhoop, Malte Grossmann, Martin Lange34

Dopad globálních změn na ekonomiku a společnost v povodí Labe při nedostatku vody: výsledky z projektu GLOWA-Labe

Auswirkung des Globalwandels auf die Wirtschaft und Gesellschaft im Einzugsgebiet der Elbe bei Wassermangel: Ergebnisse aus GLOWA-Elbe

Hagen Koch, Michael Kaltofen, Stefan Kaden, Uwe Grünwald37

Důsledky globální změny v české části povodí Labe a možnosti adaptace

Folgen des Globalwandels im tschechischen Einzugsgebiet der Elbe und

Anpassungsmöglichkeiten

Michael Kaltofen, Hagen Koch, Otfried Dietrich, Martina Hentschel, Stefan Kaden41

Důsledky globální změny v německé části povodí Labe a možnosti adaptace

Folgen des Globalwandels im deutschen Einzugsgebiet der Elbe und

Anpassungsmöglichkeiten

Heinrich Reincke45

Perspektivy plavby na Labi ve světle klimatických změn

Perspektiven der Elbeschiffahrt im Lichte des Klimawandels

Tomáš Pail	49
Povodí Ohře ve světle klimatických změn Das Einzugsgebiet der Eger im Lichte des Klimawandels	
Erich Haussel	53
Klimatická změna - možné dopady na vodní hospodářství v Bavorsku a strategie adaptace Klimawandel - mögliche Auswirkungen auf die Wasserwirtschaft in Bayern und Anpassungsstrategien	
Christian Korndörfer, Peter Krebs	57
Dopady klimatické změny na vodní režim a vývoj adaptačních opatření pro oblast Drážďan v projektu REGKLAM Auswirkungen des Klimawandels auf den Wasserhaushalt und Entwicklung von Anpassungsoptionen für die Region Dresden im Projekt REGKLAM	
Petr Vyskoč, Vendula Koterová, Adam Vizina	61
Hodnocení požadavků a zdrojů vod v oblasti povodí Ohře a dolního Labe Bewertung von Anforderungen und Wasserressourcen im Koordinierungsraum Eger und untere Elbe	
Jan Kocum, Bohumír Janský, Julius Česák	65
Potenciální adaptační opatření na snížení hydrologických extrémů na horních tocích. Studie povodí horní Vltavy, ČR Potenzielle Anpassungsmaßnahmen zur Reduzierung der hydrologischen Extremereignisse an Oberläufen. Studie für das Einzugsgebiet der Oberen Moldau, Tschechische Republik	
Linda Franková	70
Revitalizace vodních toků jako adaptace na klimatickou změnu	
Petr Nestler, Pavel Eger	75
Zvýšení ochrany sídel v povodí Ploučnice před povodněmi - studie proveditelnosti Enhancement of the protection of towns and villages in the Ploučnice river basin against floods – feasibility study	
Jiří Petr, Pavel Řehák	79
Operativní činnosti správce povodí (kroky připravované ke snížení dopadu klimatických změn) Operational activities of basin manager (upcoming steps to mitigate the effects of climatic changes)	

Jezera po těžbě uhlí a jejich vliv na vodní režim krajiny Bergbaufolgeseen und ihr Einfluss auf den Wasserhaushalt der Landschaft	83
Martin Schultze, Walter Geller, K. Wendt-Potthoff, F.-C. Benthaus	84
Zkušenosti při řízení jakosti vody důlních jezer v Německu Erfahrungen beim Management der Wasserqualität in den Tagebauseen Deutschlands	
Václav Svejkovský	88
Zatápnění zbytkových jam povrchových lomů ve vazbě na hospodaření s vodou v povodí Flutung der Tagebaurestlöcher in Bezug auf die flussgebietsbezogene Bewirtschaftung	
Petra Fleischhammel, Dagmar Schoenheinz, Uwe Grünwald.....	92
Jezera po těžbě uhlí - přírodovědná a administrativní výzva při integraci do vodní krajiny a hospodaření s vodou v povodí Bergbaufolgeseen – naturwissenschaftliche und administrative Herausforderungen bei der Integration in die Gewässerlandschaft und die flussgebietsbezogene Bewirtschaftung	
Ivo Příkryl	97
Kvalita vody jezera Chabařovice na konci napouštění Die Wassergüte im See Chabařovice beim Abschluss der Flutung	
Ina Guderitz, Ben Heinrich, Kai-Uwe Ulrich, Karl-Heinz Pokrandt, Lutz Weber	101
Kvalita vod v post-těžební krajině: jezera versus řeky ? Wassergütebewirtschaftung in Bergbaufolgelandschaften: Tagebausee contra Vorfluter?	
Jiří Peterka, Jan Kubečka, Martin Čech, Vladislav Drašík, Jaroslava Frouzová, Tomáš Jůza, Marie Prchalová, Milan Říha.....	106
Ryby důlních jezer - nedílná součást funkčního ekosystému Fische der Bergbaufolgeseen - ein untrennbarer Bestandteil eines funktionsfähigen Ökosystems	
Michaela Reichel, Grit Uhlig, Andreas Schroeter, Thomas Wilsnack	110
Přirozená retence a odbourávání skládkovaných znečišťujících látek na příkladu submerzní skládky Großkayna (jezero Runstedter See) Natürlicher Rückhalt und Abbau deponiebürtiger Schadstoffe am Beispiel der submersen Deponie Großkayna (Runstedter See)	
Lucie Kružíková, Jiří Kloš, Josef Švec	114
Hydrická rekultivace bývalého hnědouhelného lomu Ležáky – Most – jezero Most Flutung des ehemaligen Braunkohletagebaus Ležáky – Most – See Most	
Ivan Svoboda, Marie Vrbová.....	119
Zbytkové jámy po těžbě hnědého uhlí Residual pits after brown coal opencast mining	

Správa povodí se zaměřením na hydromorfologické aspekty Flussgebietsmanagement mit Schwerpunkt auf hydromorphologische Aspekte	123
Nathalie Plum, Anne Schulte-Wülwer-Leidig	124
"Směrný plán tažných ryb v Rýně": Jak dosáhnout soběstačných, stabilních populací Der "Masterplan Wanderfische Rhein": Auf dem Weg zu sich selbst erhaltenden, stabilen Populationen	
Thomas Gaumert	128
Zprůchodnění prioritních toků v povodí Labe pro ryby a kruhoústé Die Wiederherstellung der Durchgängigkeit für Fische und Rundmäuler in Vorranggewässern der Elbe	
Karel Dohnal, Růžena Divecká, Martin Karafiát	132
Zprůchodnění migračních překážek na českém úseku Labe Die Wiederherstellung der Durchgängigkeit der Querbauwerke im tschechischen Elbeabschnitt	
Milan Hladík, Jan Cihlář, Kateřina Hánová, Robin Hála, Martin Tomek, Jiří Vait	137
Studie proveditelnosti zprůchodnění migračních překážek na vodních tocích v povodí Vltavy Machbarkeitsstudie zur Wiederherstellung der Durchgängigkeit der Querbauwerke in Fließgewässern im Einzugsgebiet der Moldau	
Pavel Jurajda, M. Janáč, M. Ondračková, Z. Adámek, Z. Valová, G. Streck, M. Machala, M. Wenger, H. Segner	141
Rybí společenstvo jako indikátor degradace toku Fischgemeinschaft als Indikator für Gewässerdegradation	
Jan Špaček, Pavel Hájek	145
Nízké průtoky na malých a středních tocích z pohledu hodnocení ekologického stavu toků prostřednictvím biologických složek Niedrigwasserabflüsse an kleinen und mittelgroßen Gewässern im Hinblick auf die ökologische Zustandsbewertung der Gewässer durch biologische Komponenten	
Vlastimil Zahrádka	149
Problematika živin a sinic v nádrži Skalka - výsledky mezinárodního projektu Problematik der Nährstoffe und Blaualgen in der Talsperre Skalka - Ergebnisse eines internationalen Projekts	
Markus Venohr, D. Opitz, S. Natho	153
Potřeby a možnosti ke snížení emisí a obsahu živin v povodí Labe Bedarf und Möglichkeiten zur Reduktion der Nährstoffeinträge und -frachten im Elbeinzugsgebiet	

Milada Matoušková, Martin Dvořák, Jan Kyselka	157
Antropogenní změny a hydromorfologický průřez vodních toků. Studie povodí Bíliny. Anthropogene Veränderungen und hydromorphologische Untersuchungen der Gewässer. Studie zum Einzugsgebiet der Bílina	
Jakub Langhammer.....	162
Možnosti využití dat hydromorfologického monitoringu pro lokalizaci opatření na ochranu před povodněmi Anwendungsmöglichkeiten der hydromorphologischen Untersuchungsergebnisse zur Standortplanung der Hochwasserschutzmaßnahmen	
Karl-Heinz Jährling.....	167
Nezbytnost hydromorfologických opatření na Labi k dosažení cílů Rámcové směrnice o vodách - základy a příklady Die Notwendigkeit hydromorphologischer Maßnahmen an der Elbe für die Zielerreichung der EG-WRRL - Grundlagen und Beispiele	
Ann Kathrin Buchs	172
Challenge for the River Basin Management: the WFD requirement for the cost-efficiency of measures Herausforderung für das Flussgebietsmanagement: die Forderung nach Kosteneffizienz von Maßnahmen gemäß EG-WRRL	
Dostál T., Krása J., Rosendorf P., Hejzlar J., Duras J., Fiala D., Urbanová T., Dvořáková T., Martinec J., Strouhal L., Koudelka P., Borovec J., Ansoerge L..	176
Revize definování zranitelných vodních útvarů stojatých vod ohrožených eutrofizací díky plošným zdrojům znečištění v ČR Revision of definition of vulnerable standing water bodies, endangered by eutrophication due to non-point pollution sources in the Czech Republic	
Dvořáková T., Weyskrabová L., Dostál T., Valenta P., Valentová J., Vrána K., Koudelka P.....	180
Klaus Follner, Thomas Ehlert, Bernd Neukirchen Zustand der Flussauen in Deutschland Status of the German Floodplains	
Ladislav Havel, Petr Vlasák, Kateřina Kohušová, Přemysl Soldán, Tomáš Randák, Jan Šťastný.....	188
Hodnocení kontaminace vybraných složek ekosystému Bíliny (povodí Labe, Česká republika) Assessment of contamination of the selected compounds of the Bílina River ecosystem (Elbe River basin, Czech Republic)	
Kateřina Kolaříková, Wolf von Tümpling.....	191
Recent bioaccumulation level of HCHs, HCB and DDTs in the Elbe River macroinvertebrates	
Milan Koželuh, Lumír Kule, Pavla Babková.....	194
Monitoring vybraných léčiv v povrchových vodách Povodí Vltavy Monitoring of selected pharmaceuticals in surface waters of the Vltava River Basin	

Petr Vlasák, Ladislav Havel, Kateřina Kohušová, Tomáš Hrdinka	198
Vývoj jakosti vody Bíliny v období 1967–2008 (povodí Labe, Česká republika) Long-period development of the Bílina River water quality (Elbe River catchment area, Czech Republic).	
Posterová sdělení / Posterpräsentationen	201
Martin Ferenčík, Jana Schovánková, Gregor Vohralík, Kateřina Zubrová.....	202
Netradiční organické polutanty povrchových vod Emerging Organic Contaminants of Surface Waters	
Petr Kuřík, Jörg Belz, Miloň Boháč	203
Vývoj charakteristik malých průtoků na Labi a jeho významných přítocích v období 1961 – 2005 Entwicklung der Niedrigwasserabflüsse der Elbe und bedeutender Nebenflüsse von 1961 bis 2005	
Petr Kuřík	205
Výsledky realizace „Akčního plánu povodňové ochrany v povodí Labe“ v letech 2006 – 2008 Ergebnisse der Umsetzung des „Aktionsplans Hochwasserschutz Elbe“ in den Jahren 2006 – 2008	
Jan Potužák, Jindřich Duras, Vladimír Rohlík.....	207
Nový fenomén – regenerace acidifikovaných nádrží The new phenomenon – recovery of acidified water reservoirs	
Karel Drbal, Pavla Štěpánková	211
Zavádění Povodňové směrnice EU v podmínkách České republiky Implementation of the EU Flood Directive in conditions of the Czech Republic	
Pavla Štěpánková, Karel Drbal, Jaromír Říha, Aleš Dráb.....	212
Mapování povodňových rizik v České republice Flood risk mapping in the Czech Republic	
Sekretariát IKSE/MKOL	213
20 let Mezinárodní komise pro ochranu Labe 20 Jahre Internationale Kommission zum Schutz der Elbe	
Povodí Moravy, s.p.	215
Hydromorfologie vodních toků Hydromorphology of water courses	
Karel Drbal, Miriam Dzuráková, Jana Ošlešková, Pavla Štěpánková	216
Preliminary flood risk assessment in the Czech republic	

Anna-Dorothea Ebner von Eschenbach, Wolfgang Bialonski, Berthold Holtmann, Enno Nilson, Claudia Rachimow	217
Methodik zur Untersuchung der Auswirkungen des Klimawandels auf die Kosten des Binnenschifftransportes	
Metodika - Vliv klimatických změn na vnitrozemskou plavbu a její náklady	
Follner, K. , Ehlert, T. , Neukirchen, B.	218
Der Zustand der Auen in Deutschland	
Danuše Beránková, Helena Brtníková, Milena Forejtníková, Miloš Rozkošný.	219
Cíle společného česko rakouského projektu ProFor Weinviertel - Jižní Morava	
L. Franková, T. Just, P. Marek	220
Adaptační opatření na klimatickou změnu v oblasti vodních ekosystémů	
AOPK ČR	221
Péče o přírodu a krajinu	
Peggy Gräfe, Frank Wechsung	222
GLOWA-Elbe: Challenge for an integrated management	
GLOWA-Elbe: Výzva pro integrované řízení	
Helena Grünwaldová, Tomáš Fojtík	223
Vývoj jakosti koupacích vod v ČR (2004-2009)	
Bathing Water Quality (2004-2009)	
Zemědělská vodohospodářská správa	224
Zemědělská vodohospodářská správa	
Diana Ivanovová, Eduard Hanslík	225
Impact of tritium discharges from Temelín Nuclear Power Plant on the Vltava and Elbe Rivers during the period 2001-2009	
Jurajda P., Janáč M. , Valová Z., Streck G.	226
Ichthyofauna of the middle Elbe: influence of pollution or river modification?	
Marie Kalinová, Tomáš Fojtík	227
Profil vod ke koupání – nástroj ochrany vod	
Bathing water profile – a tool for water protection	
Marcel Lauermann	228
Vltava v Praze - zprůchodnění jezů z hlediska migrace ryb	
Marcel Lauermann	229
Obnova říčního kontinua labe - zprůchodnění rybími přechody	
Ondřej Nol, Lucia Lencsesová, Irena Šupíková, Aleš Pacl, Petr Nakládal	230
Interakce podzemní a povrchové vody na toku Křinice v Národním parku České a Saské Švýcarsko	

Kateřina Uhlřiová	231
Mořnosti vyuřitř leteckřho laserovřho skenovřnř pro vodohospodřřskř uřely	
Milan Kořeluh, Lumřr Kule, Pavla Babkovř	232
Monitoring vybranřch lřřiv v povrchovřch vodřch Povodř Vltavy Monitoring of selected pharmaceuticals in surface waters of the Vltava River Basin	
Ondřej Nol, Kamil Neřetřil, Vlasta Navrřtilovř, Miroslav Rudiř	233
Groundwater modelling approach to the relation "Floodplain sediments - groundwater" - Jaromer Pond case	
Martin Neruda, Jana Řihovř Ambrořovř, Tomřř Přikryl, Vladimřra Petrouřkovř, Roman Olah	234
Ekologickř sledovřnř hydrickřch rekultivaci Ecological survey of the fooded lakes	
Christian Sartorius, Thomas Hillenbrand, Rainer Walz	235
Einfluss dezentraler Ansřtze des Abwasser-und Regenwassermanagements auf die Nährstoffemissionen im deutschen Elbegebiet Impact of decentralized approaches to wastewater and stormwater treatment on the emission of nutrients in the German Elbe river basin	
Flussgebietsgemeinschaft Elbe – Geschřftsstelle	236
Fischbestandsaufnahme in der Oberen und Mittleren Elbe nach EG- Wasserrahmenrichtlinie	
Martina řtrojsovř, Karin Bohatř	237
Diatoms as bioindicators of water quality	
E. Hanslřk, D. Ivanovovř, P. řimek, M. Novřk, M. Komřrek	238
Vřvoj kontaminace povodř Ploučnice radioaktivnřmi lřtkami z dřivřjři třřby uranu v lokalitř Strřř pod Ralskem Radioactive contamination of the Ploučnice River basin from uranium mining and its changes over the period 1992-2009	
Gefos a.s.	239
Sřerickř snřmkovřnř Aquarama	

SBORNÍK

TAGUNGSBAND

Odborné příspěvky

Fachbeiträge

Magdeburský seminář o ochraně vod v Teplicích 4. - 6. října 2010



Povodí
Ohře



**Dopady klimatické změny na vodní režim
včetně adaptačních opatření**

**Auswirkungen des Klimawandels
auf den Wasserhaushalt einschließlich
Anpassungsmaßnahmen**

Magdeburger Gewässerschutzseminar in Teplice 4. bis 6. Oktober 2010

Bewirtschaftungsplanung in der internationalen Flussgebietseinheit Elbe

Rolf-Dieter Dörr

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

Management planning for the international river basin district Elbe River

Managing an international river basin district such as the Elbe river basin district requires intensive coordination and the willingness to closely cooperate across national borders. For such a cooperation to work, the countries involved have to reach a common understanding of the issue and of how to achieve their targets. A sound basis for this was laid with the establishment of the International Commission for the Protection of the Elbe River (ICPER) 20 years ago. This also paved the way for a successful implementation of the Water Framework Directive. The four countries of the Elbe river basin district were thus able to implement joint management in an exemplary way. The result is the joint International River Basin District Management Plan for the Elbe River. The plan illustrates that a lot has been achieved during the past 20 years, but it also shows that there is still considerable pollution. Main sources for stress on the river basin district are hydromorphological changes, river regulation, diffuse sources and, still, individual point sources. It is expected that by 2015 about 11% of the rivers and 40% of the lakes will have reached a good ecological status and that around 48% of groundwater bodies will have reached a good chemical status and 85% a good quantitative status.

1 Die Flussbewirtschaftung an der Elbe mit langer Tradition

Die koordinierte Flussbewirtschaftung der Elbe kann zumindest innerstaatlich auf eine lange erfolgreiche Arbeit zurückblicken. War es auf dem Gebiet der Bundesrepublik eher nur eine Koordination der eigenständigen Aufgaben der Bundesländer durch die ARGE-ELBE, gab es in der ehemaligen DDR bereits eine koordinierende Teilvollzugszuständigkeit der Wasserwirtschaftsdirektion „Untere Elbe“ und auf dem tschechischen Gebiet zumindest für einige übergreifende Aufgaben eine nach wasserwirtschaftlichen Gesichtspunkten organisierte „Verwaltung“ der Elbe durch die Direktionen Povodi Labe, Povodi Vltava und Povodi Ohře.

Mit der Unterzeichnung der „Vereinbarung über die Internationale Kommission zum Schutz der Elbe“ (IKSE) am 8. September 1990 in Magdeburg erfuhr die flussgebietsbezogene Zusammenarbeit an der Elbe nicht nur unter wasserwirtschaftlichen Gesichtspunkten eine neue Dimension. Diese Vereinbarung zwischen der damals noch Tschechischen und Slowakischen Föderativen Republik, der Europäischen Wirtschaftsgemeinschaft und der Bundesrepublik Deutschland war der erste durch das wiedervereinigte Deutschland geschlossene Vertrag. Zugleich war sie auch für die Tschechische Republik das erste mit der Europäischen Union vereinbarte Übereinkommen. Die IKSE bezog von Anfang an das gesamte Einzugsgebiet der Elbe in ihre Arbeiten ein. Blieben Österreich und Polen vertraglich auch außen vor, und damit fehlten rund 850 km² an den 147108 km² Gesamteinzugsgebiet, entsandten diese beiden Staaten regelmäßig Beobachter.

Die IKSE verfolgt drei wesentliche Ziele, die Gewinnung von Trinkwasser aus Uferfiltrat und die landwirtschaftliche Verwendung des Wassers und der Sedimente, die Schaffung eines möglichst naturnahen Ökosystem mit einer gesunden Artenvielfalt und die Verringerung der Belastung der Nordsee aus dem Elbegebiet. Dazu wurden eine Reihe von Aktionsprogrammen durchgeführt werden. Damit war eine gute Grundlage geschaffen für die Einführung und Umsetzung der europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) in der Flussgebietseinheit Elbe.

2 Neue Impulse durch die EU-Wasserrahmenrichtlinie

Die WRRL verfolgt das Ziel, in allen Gewässern eines Einzugsgebietes einen Zustand zu erreichen, der eine gute Ökologie, ein einwandfreies Trinkwasser und eine sonstige Nutzung einschließlich des Schutzes der Meere sicher stellt. Diese Ziele decken sich zwar weitgehend mit den Zielen der IKSE, sie sind nunmehr aber verpflichtend innerhalb vorgegebener Fristen umzusetzen. Damit erhielten die Arbeiten unter dem Dach der IKSE eine neue Bedeutung. Neue Arbeitsweisen und Abstimmungsprozesse mussten geschaffen werden. Die vier beteiligten Staaten Österreich, Polen, Tschechien und Deutschland einigten sich darauf, die IKSE auch zur Umsetzung der WRRL zu nutzen. Die IKSE passte daraufhin ihre Struktur und Arbeitsweise an die Aufgabenstellung der WRRL an.

Aufbauend auf der Bestandsaufnahme des Jahres 2004 und die Analyse der Flussgebietseinheit und das gemeinsam erarbeitete Monitoringprogramm konnte ein gemeinsamer internationaler Bewirtschaftungsplan für die Elbe und ihr Einzugsgebiet erstellt und den Staaten rechtzeitig für die Übersendung an die Europäische Kommission zur Verfügung gestellt werden.

Neben neuen wasserfachlichen Aspekten setzt die Wasserrahmenrichtlinie verstärkt auf eine grenzüberschreitende Koordination und die Einbindung der Öffentlichkeit. Ergänzend zu den von der WRRL verpflichtend geforderten Anhörungen wurden mehrere Seminare durchgeführt und regelmäßige Informationsblätter herausgegeben.

3 Der Internationale Bewirtschaftungsplan für die Flussgebietseinheit Elbe

Die WRRL fordert, innerhalb von Flussgebietseinheiten alle notwendigen Maßnahmen abzustimmen und koordiniert auch über Staatsgrenzen hinweg durchzuführen mit dem Ziel, einen gemeinsamen Bewirtschaftungsplan aufzustellen und umzusetzen. In beispielhafter Weise haben sich die Staaten an der Elbe auf einen gemeinsamen internationalen Plan mit der Betrachtung international relevanter Fragen (A-Ebene) geeinigt, der auf nationaler Ebene (B-Ebene/C-Ebene) durch vertiefte Betrachtungen ergänzt wird (siehe Abb. 1)

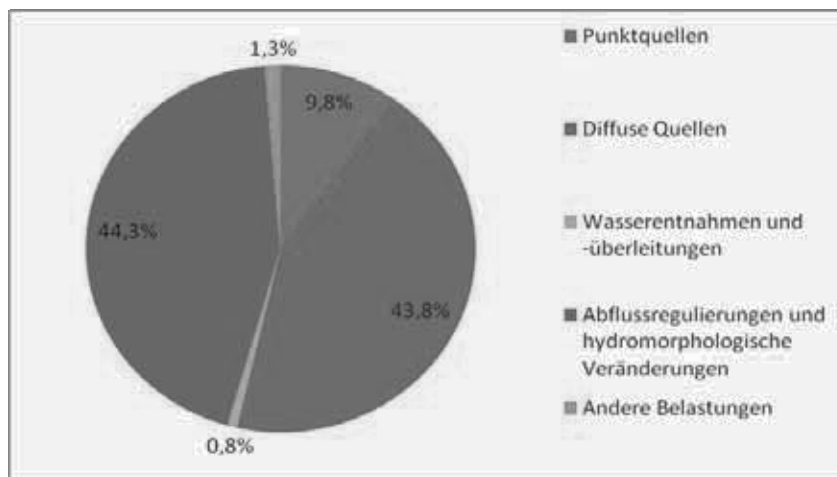
Schwerpunkt der gemeinsamen Bewirtschaftung sind naturgemäß die Oberflächengewässer. Das Grundwasser wird, wie von der WRRL gefordert, im Plan mit betrachtet. Gemeinsame Bewirtschaftungsziele werden jedoch nicht verfolgt. Allerdings zeigt sich, dass in Deutschland und Tschechien vergleichbare Probleme bei der Grundwasserbewirtschaftung auftreten und in zahlreichen Grundwasserkörpern zu Zielverfehlung führen. Wegen ihrer besonderen Bedeutung für die internationale Flussgebietseinheit Elbe wurden daher die Belastungen mit Nährstoffen aus diffusen Quellen sowie die Auswirkungen des Braunkohle-, Uran- und Kalibergbaus auch den wichtigen gemeinsamen Wasserbewirtschaftungsfragen zugeordnet. Das Grundwasser wird in den weiteren Ausführungen nicht weiter betrachtet.

Aus dem Bewirtschaftungsplan wird deutlich, dass in der fast 20-jährigen Tätigkeit der IKSE eine signifikante Reduzierung der kommunalen und industriellen Abwasserbelastungen sowie eine Verbesserung der ökologischen Bedingungen für aquatische Lebensgemeinschaften erreicht werden konnte. Dennoch zeigt sich, dass die Erreichung der Ziele der WRRL in dem Zeitraum bis 2015 nur bei wenigen Wasserkörpern möglich ist. Es müssen Fristverlängerungen in Anspruch genommen und z.T. auch geringere Ziele verfolgt werden. Hinzu kommt, dass von den ca. 3900 Wasserkörpern in der Flussgebietseinheit Elbe ca. 1000 Wasserkörper als erheblich verändert ausgewiesen werden mussten.

Es wird erwartet, dass bis 2015 etwa 11% der Flüsse und 40% der Seen den guten ökologischen Zustand sowie etwa 48% der Grundwasserkörper einen guten chemischen Zustand und 85% einen guten mengenmäßigen Zustand erreichen.

Hauptursache für die Zielverfehlung sind hydromorphologische Veränderungen und Abflussregulierungen sowie Belastungen aus diffusen Quellen. Einen weiteren Schwerpunkt der Belastung bilden Punktquellen. Wasserentnahmen und andere Belastungsquellen sind von untergeordneter Bedeutung. Einen Überblick gibt nachfolgende Abbildung.

Abbildung: Quellen der Belastung der Oberflächenwasserkörper



Der Kontrolle des Gewässerzustandes und der ergriffenen Maßnahmen dienen neben den nationalen Überblicksmessstellen auch die 19 Messstellen des Internationalen Messprogramms Elbe, die in das Überblicksmessnetz mit 174 Messstellen integriert sind. Dazu wurde das internationale Messprogramm frühzeitig an die Bedürfnisse der WRRL angepasst. Hinzu kommen die Messstellen der operativen Überwachung, die derzeit ca. 3200 Messstellen umfaßt.

Für die Bewertung des ökologischen Zustandes sind nach der WRRL neben den biologischen Komponenten auch flussgebietsspezifische Stoffe heranzuziehen. In der Elbe einigte man sich auf 23 Stoffe bzw. Stoffgruppen, die international von Bedeutung sind und im Rahmen des internationalen Messprogramms untersucht werden. Diese werden ggf. durch weitere lediglich national signifikante Stoffe ergänzt. Gegenwärtig muss festgestellt werden, dass sich von den 3482 „Flusswasserkörpern“ 3245 nicht mindestens in einem guten Zustand befinden. Bei den Seen trifft dies auf 245 von 405 Wasserkörpern zu. Bei der Bewertung des chemischen Zustandes, der sich nach den EU-weit geltenden Normen richtet, sind lediglich 421 bzw. 35 Wasserkörper in einem schlechten Zustand. Am häufigsten überschreiten dabei bestimmte Schadstoffe wie Pflanzenschutzmittel und polyaromatische Kohlenwasserstoffe (238 Wasserkörper), Schwermetalle (135 Wasserkörper), ferner Nitrat (123 Wasserkörper) und Industriechemikalien (22 Wasserkörper) die Umweltqualitätsnormen.

Die wichtigsten überregionalen Wasserbewirtschaftungsfragen ergeben sich aus den Hauptbelastungen:

- hydromorphologische Veränderungen der Oberflächengewässer
- signifikante stoffliche Belastungen (Nährstoffe, Schadstoffe)
- Wasserentnahmen und -überleitungen.

Bei den hydromorphologischen Veränderungen steht die Durchgängigkeit im Vordergrund. Daher wurden für den ersten Bewirtschaftungsplan solche Gewässer identifiziert und festgelegt, die durch ihre vernetzende Funktion für die Fischpopulation überregional besonders bedeutsam und für die Gewässerentwicklung besonders geeignet sind. Demnach wurden neben dem Elbestrom insgesamt fast 40 Nebenflüsse als „überregionale Vorranggewässer“ eingestuft. Allerdings wird nicht überall bis 2015 die Durchgängigkeit

erreicht. Bei den stofflichen Belastungen sind besondere Anstrengungen erforderlich bei den Nährstoffen. Auch hier wird die insb. mit Blick auf die Nordsee notwendige Verringerung der eingetragenen Frachten an Stickstoff und Ohsophor um jeweils 24% frühestens 2027 möglich sein. Im ersten Bewirtschaftungszeitraum werden folgende Reduktionen erwartet:

Abschätzung der Reduzierung der Nährstofffracht gegenüber 2006	Tschechien [%] ₂₀₀₆ (Hřrensko/Schmilka)	Nur Deutschland [%] ₂₀₀₆ (Seemannshöft)	Gesamtreduzierung [%] ₂₀₀₆ (Seemannshöft)
bei Stickstoff	5,0	4,4	6,4
bei Phosphor	7,0	6,5	9,2

Darüberhinaus müssen einzelne Schadstoffe wie Cd, PCB oder PAK noch deutlich reduziert werden.

Eine besondere Bedeutung hinsichtlich der Gewässermorphologie hat die Nutzung der Elbe als Wasserstraße. Diese Nutzung ist ein wesentlicher Bestandteil der Gewässerbewirtschaftung der Elbe und ihrer Nebenflüsse und hat ebenso wie die Energiegewinnung, die Wasserversorgung oder der Hochwasserschutz teilweise erhebliche Auswirkungen auf die Gewässermorphologie und die Abflüsse. Die mit der koordinierten Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie beauftragten Vertreter der Staaten an der Elbe in der internationalen Koordinierungsgruppe ICG haben sich daher darauf verständigt, gemeinsam auf eine möglichst gewässerverträgliche Schifffahrt hinzuwirken.

Entsprechend dieser Bilanz wurden die Maßnahmenprogramme der Elbeanliegerstaaten ausgerichtet. Schwerpunkte sind :

- Herstellung der linearen Durchgängigkeit, Anschluss von Seitengewässern
- Eigendynamischen Gewässerentwicklung, Verbesserung von Habitaten im Uferbereich, Auenentwicklung,
- Optimierung der Gewässerunterhaltung, Verbesserung des Geschiebehauhalts bzw. Sedimentmanagements
- Reduzierung der direkten und indirekten Nährstoffeinträge aus der Landwirtschaft,
- Vervollständigung der kommunalen Abwassernetzorgung (Anschlussgrad, Nährstoffelimination, Niederschlagswasserbehandlung, Prozessoptimierungen)

4 Ausblick

Derzeit muss festgestellt werden, dass die Oberflächengewässer die Ziele der Wasserrahmenrichtlinie voraussichtlich überwiegend nicht erreichen. Es ist aber zu erwarten, dass mit Umsetzung der geplanten Maßnahmen im Einzugsgebiet der Elbe eine deutliche Verbesserung des ökologischen Zustands der Oberflächengewässer und des Zustands des Grundwassers erreicht werden kann. Der Erfolg der flusseinzugsgebietsweiten Bewirtschaftung liegt vor allem in der Festlegung überregionaler Umweltziele zur Reduzierung der Nähr- und Schadstoffe sowie in der staatenübergreifenden Abstimmung zur Herstellung der Durchgängigkeit der Gewässer für Wanderfische. In den weiteren Bewirtschaftungsplänen werden verstärkt Anpassungsstrategien an den Klimawandel bei der Maßnahmenauswahl und Umsetzung eine Rolle spielen müssen. Erste wissenschaftliche Ergebnisse zu Auswirkungen im Einzugsgebiet der Elbe wurden bereits bei der Maßnahmenauswahl für den vorliegenden Bewirtschaftungsplan berücksichtigt.

Modelování dopadů klimatické změny v Českém národním projektu Labe

Šárka D. Blažková a Keith J. Beven

Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka, v.v.i., Lancaster Environment Centre, Uppsala University

Modelling the Climate Change impacts in the Czech National Elbe Project

The contribution discusses the uncertainties of flood prediction for long return period using last century data which are taken as baseline and comments and discusses the use of climate change scenarios coming from the WATCH project of the EU and from the Ensembles Project. Since the MGS is a unique occasion of meeting researchers and stakeholders together, the purpose of the talk is more to inspire discussion on the uncertainty of climate scenarios between those two groups of specialists. The discussions led among scientists themselves (see e.g. EOS Forum from 10th November 2009) will be highlighted as well as the procedures of using the uncertain data for making decisions.

Současné hypotézy vývoje klimatu

Podle EOS Forum z 10. listopadu 2009 (Pielke et al.) se setkáváme se třemi hypotézami o vlivu člověka na klima:

- 1 vliv člověka je minimální a bude minimální i v dalších desetiletích,
- 2a) Ačkoliv přirozené příčiny klimatické variability jsou nepochybné, vliv člověka je významný a zahrnuje různorodé vlivy prvořadé důležitosti (first-order climate forcings), včetně lidského přísunu CO₂, přičemž vliv člověka se na CO₂ neomezuje. Většina nebo všechny tyto vlivy budou významné i v dalším vývoji.
- 2b) I když přirozené příčiny variability jsou nepochybné, vliv člověka je významný, je dominován skleníkovými plyny, zejména CO₂, což bude představovat prvořadý problém i v následujících desetiletích.

Autoři zmíněného příspěvku uvádějí, že hypotéza 2a) je vědecky lépe podložena (viz např. zprávu National Research Council (NRC, 2005). Jinými vlivy na klima, prostorově heterogenními, jsou aerosoly v atmosféře a s nimi spojené srážky, deposice aerosolů, reaktivní dusík, změny ve využívání území a ve vegetačním pokryvu. Mohou hrát roli ve změně atmosférické cirkulace a cirkulace v oceánech ve srovnání s přirozenými podmínkami. Stejně jako vliv CO₂ budou ovlivňovat klima v časových měřítcích mnoha desetiletí.

Cykly, extrémy a nejistoty

Kniha Burroughse (1992) se zabývá dosavadním výzkumem, co se týče klimatických cyklů a naznačuje, že klima bude nadále oscilovat v cyklech 2-3, 5-6 a 20-30 let, bude pokračovat plíživý trend zvlhčování letních měsíců a zvyšování povodňového nebezpečí. Zdrženlivost v závěrech je pochopitelná. Složíme-li několik sinusoid dohromady a přidáme-li náhodný šum, uvidíme proč mohou být některé partie výsledné řady považovány za trend a také, že z krátkých časových řad nemůžeme dlouhé cykly odhalit.

Tedy i bez vlivu člověka tu jsou gnoseologické problémy, jimiž je třeba se zabývat.

Na minulém semináři jsme naznačili moderní směr v zacházení s nejistotami, novou generaci metodologie GLUE (Generalised Likelihood Uncertainty Estimation, např. Beven, 1993). Simulujeme mnoho realizací (vzorkujeme parametry z fyzikálně rozumných rozmezí) a vyloučíme ty, které nejsou v rozumné shodě s měřenými daty. Za rozumnou shodu

považujeme, když jsou uvnitř intervalu chyby měření (v případě průtoků uvnitř mezi nejistoty konsumční křivky).

Tuto metodologii jsme použili v nedávném článku o odhadu nejistot v extrémních průtocích na velkém povodí (Blažková a Beven, 2009). Tyto výpočty jsou současně základním stavem pro zvážení důsledků klimatické změny na povodně dlouhé doby opakování.

Při odhadech nejistot čar překročení povodní se simulace provádějí dvakrát: poprvé statisíce simulací řad o stejné délce jako pozorované řady, podruhé simulace s přijatelnými parametry o délce 10 tisíc nebo 100 tisíc let.

Při simulaci krátkých řad jsme zjistili ohromný význam náhodnosti. Modelujeme-li 10 tisíc realizací se sadou parametrů, která nám dala přijatelné výsledky, jenom malý zlomek těchto dalších realizací bude mít průběh obdobný jako pozorovaná řada (obr.1). Je třeba si uvědomit, že i měřená řada je pouze jedinou realizací náhodného procesu.

Matematické modelování v hydrologii a kaskáda nejistot

V hydrologickém modelu se potýkáme s nejistotami ve vstupních datech (např. srážky), v parametrech modelu, v datech, na něž model kalibrujeme, (nejčastěji průtoky), se strukturální chybou modelu a s náhodnými chybami (příspěvek Blažkové et al., 2008 na MGS, dokládá, že je obvykle zavádějící všechny tyto chyby považovat za náhodné). Hydrologické modely (buď i v hodinovém kroku se simulátorem deště, produkujícím řady dlouhé několik tisíc let) v podstatě nejsou dnešní výpočetní technikou limitovány (Universita v Lancasteru i VÚV TGM, stejně jako mnoho dalších pracovišť od 90. let minulého století používaly paralelní systémy PCs jako nejnázve cenově dostupné; ve VÚV dnes máme 32 většinou dvouprocesorových PCs). Můžeme tedy produkovat desetitisíce nebo statisíce simulací s různými sadami parametrů.

Jinak je tomu s meteorologickými modely. Přesto však i zde se pracuje s ensembly. Nejistoty se „kaskádují“ z jednoho modelu do druhého. Příkladem může být článek Pappenbergera et al. (2005) pro předpovědní účely (předpověď počasí – ensemble o 50 členech, 6 sad parametrů srážkoodtokového modelu jako vstup do modelu rozlivů s 10 sadami koeficientů drsnosti.

Projekty EU WATCH a ENSEMBLES

Integrovaný projekt WATCH 6. rámcového programu EU (Water and Global Change, v němž je VÚV TGM jedním z partnerů) má mimo jiné (odhad působení zpětných vazeb v klimatickém systému a odhad nejistot) poskytnout komplexní kvantitativní a kvalitativní analýzu a předpověď zranitelnosti vodních zdrojů a analýzu zranitelnosti a rizik ve vodním hospodářství v 21. století. Řešení tohoto projektu je harmonizováno s Českým národním projektem Labe.

Vzhledem k záměru co nejlépe odhadnout nejistoty spojené s predikcemi změn odtoku způsobenými klimatickou změnou, budou použity i výsledky projektu ENSEMBLES EU, v němž se pracovalo s více realizacemi predikovaných procesů.

Závěry: Analýza rizik, regionální přístupy

Vraťme se nyní k závěrům již zmíněného příspěvku Pielke et al. (2009). Klima je složitý nelineární systém, podléhá prudkým změnám a hraje v něm roli soupeřící pozitivní a negativní zpětné vazby s málo prozkoumanými prahovými mechanismy.

Abychom čelili nepříznivým důsledkům předpokládané klimatické změny, je třeba zkoumat klima, zdroje a rizika nejen v globálním, ale též v regionálním kontextu.

Účinná adaptační strategie je komplementární strategií ke zlepšování schopnosti modelů předpovídat regionální a globální klima na několik desetiletí dopředu.

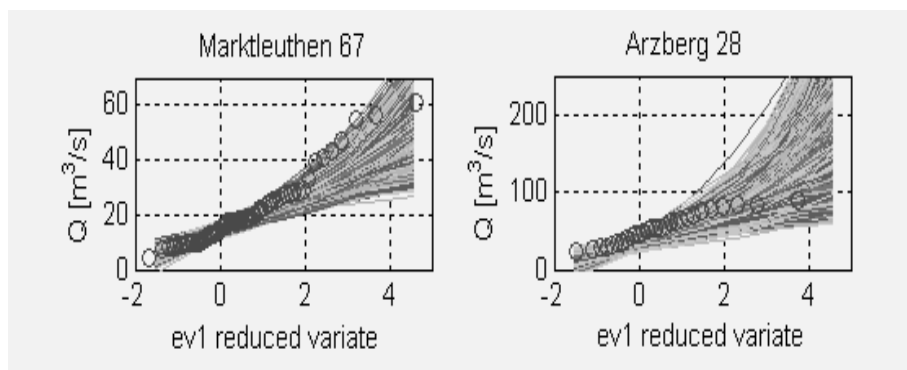


Fig. 1 Realisation effect in a large number of simulations with the same parameters and the lengths the same as the observed series. Numbers in the title are number of years of observation, blue circles are observed annual floods. After Blazkova, S., and K. Beven (2009), A limits of acceptability approach to model evaluation and uncertainty estimation in flood frequency estimation by continuous simulation: Skalka catchment, Czech Republic, *Water Resour. Res.*, 45, W00B16, doi:10.1029/2007WR006726.

Poděkování - Acknowledgement

Výzkum probíhá v projektu Labe V, podporovaném MŽP (SP/2e7/229/07) a v projektu WATCH podporovaném EU (036946) a MŠMT (7A08036). Česká data byla poskytnuta ČHMÚ. Data from Eger and Roslau have been provided by Landesamt fuer Wasserwirtschaft Muenchen partly through the Commission for boundary streams and Ohre River Board. German meteorological data was provided by Deutscher Wetterdienst, Muenchen.

Literatura

- Beven, K.J. (1993). Prophecy, reality and uncertainty in distributed hydrological modelling. *Adv. Water Resour.*, 1993, **16**, 41-51.
- Beven, K. J. (2001). *Rainfall-Runoff Modelling: The Primer*, 2001 (Wiley: Chichester).
- Beven, K. J. (2002a). Towards an alternative blueprint for a physically-based digitally simulated hydrologic response modelling system. *Hydrol. Process.*, 2002a, **16**(2), 189-206.
- Beven, K. J. (2002b) Towards a coherent philosophy for environmental modelling. *Proc. Roy. Soc. Lond.*, 2002b, A, **458**, 2465-2484.
- Beven, K. J. (2006a) On the concept of model structural error. *Water Science and Technology*, 2006a, in press.
- Beven, K. J. (2006b) A Manifesto for the Equifinality Thesis. *Journal of Hydrology*, 2006b, **320**(1-2), 18-36.
- Beven, K J, 2009, *Environmental Modelling: An Uncertain Future?*, Routledge: London.
- Beven, K.J. and Binley, A.M. (1992). The future of distributed models: model calibration and uncertainty prediction. *Hydrological Processes*, 1992, **6**, 279-298.
- Blazkova, S. and Beven K. (2002). Flood Frequency Estimation by Continuous Simulation for a Catchment Treated as Ungauged (with Uncertainty), *Water Resour. Res.*, 2002, **38**(8), 10.1029/2001WR000500.
- Blazkova, S. and Beven, K. (2004). Flood frequency estimation by continuous simulation of subcatchment rainfalls and discharges with the aim of improving dam safety assessment in a large basin in the Czech Republic. *Journal of Hydrology*, 2004, **292**, 153-172.

- Blazkova, S. and Beven, K. (2009): Uncertainty in flood estimation. *Structure and Infrastructure Engineering*, 5:4,325-332, DOI: 10.1080/15732470701189514
- Blazkova, S., and K. Beven (2009), A limits of acceptability approach to model evaluation and uncertainty estimation in flood frequency estimation by continuous simulation: Skalka catchment, Czech Republic, *Water Resour. Res.*, 45, W00B16, doi:10.1029/2007WR006726.
- Burroughs, W.J.: *Weather Cycles, Real or Imaginary?* Cambridge University Press, 1992.
- Gupta, H.V., Sorooshian, S. and Yapo, P.O. (1998). Towards improved calibration of hydrologic models: multiple and incommensurable measures of information. *Water Resour. Res.*, 1998, **34**, 751-763.
- Kabat, P., M. Claussen, P. A. Dirmeyer, J. H. C. Gash, L. B. de Guenni, M. Meybeck, R. A. Pielke Sr., C. J. Vörösmarty, R. W. A. Hutjes, and S. Lütke-meier (Eds.) (2004), *Vegetation, Water, Humans and the Climate: A New Perspective on an Interactive System*, 566 pp., Springer, Berlin.
- National Research Council (NRC) (2003), *Understanding Climate Change Feedbacks*, 166 pp., Natl. Acad. Press, Washington, D. C.
- National Research Council (NRC) (2005), *Radiative Forcing of Climate Change: Expanding the Concept and Addressing Uncertainties*, 208 pp., Natl. Acad. Press, Washington, D. C.
- Pappenberger, F., Beven, K., Horritt, M. and Blazkova, S. (2005). Uncertainty in the calibration of effective roughness parameters in HEC-RAS using inundation and downstream level observations. *Journal of Hydrology*, 2005, **302**, 46-49.
- Pappenberger, F., Beven, K.J., Hunter, N.M., Bates, P.D., Gouweleeuw, B., Thielen, J. and de Roo, A., 2005, Cascading model uncertainty from medium range weather forecasts (10 days) through a rainfall-runoff model to flood inundation predictions within the European Flood Forecasting System (EFFS), *HESS*.
- Parkin G., O'Donnell, G., Ewen, J., Bathurst, J.C., O'Connell, P.E. and Lavabre, J. (1996). Validation of catchment models for predicting land-use and climate change impacts. 1. Case study for a Mediterranean catchment. *Journal of Hydrology*, 1996, **175**, 595-613.
- Pielke, R.: *Climate Change: The Need to Consider Human Forcings Besides Greenhouse Gases*. Forum, EOS, Vol. 90, num. 45, Nov. 2009
- Rial, J. A., et al. (2004), Nonlinearities, feedbacks and critical thresholds within the Earth's climate system, *Clim. Change*, 65(1- 2), 11–38.
- Rosenfeld, D., U. Lohmann, G. B. Raga, C. D. O'Dowd, M. Kulmala, S. Fuzzi, A. Reissell, and M. O. Andreae (2008), Flood or drought: How do aerosols affect precipitation?, *Science*, 321(5894), 1309–1313, doi:10.1126/science.1160606.
- Thiemann, M, Trosset, M, Gupta, H and Sorooshian, S. (2001). Bayesian recursive parameter estimation for hydrologic models. *Water Resour. Res.*, 2001.
- Vrugt, J.A., Gupta, H.V., Bouten, W. and Sorooshian, S. (2003). A shuffled complex evolution Metropolis algorithm for optimization and uncertainty assessment of hydrologic model parameters, *Water Resour. Res.*, 2003, **39**(8), doi:10.1029/2002WR001642.
- Werner, M., Blazkova, S., Petr, J. (2005). Spatially distributed observations in constraining inundation modelling uncertainties. *Hydrological Processes*, 2005, **19**, 3081-3096.

Klimawandelaspekte im Rheineinzugsgebiet – Stand der Arbeiten in der IKSR

Dr. Anne Schulte-Wülwer-Leidig

Internationale Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR)

Aspects of Climate Change in the Rhine Catchment - Status of ICPR Work

Abstract

In der Rheinministerkonferenz 2007 hat die IKSR den Auftrag erhalten, die durch die Klimaänderung bedingte Änderung des Abflussgeschehens im Rheineinzugsgebiet besser zu erfassen. Die ersten Ergebnisse zeigen, dass die Lufttemperatur in den letzten 100 Jahren im Sommer und im Winter gestiegen ist. Die Klimaänderung im Rheineinzugsgebiet kann bereits an den Messdaten der Temperatur und des Niederschlags nachgewiesen werden. Entsprechend sind auch die Wassertemperaturen im Rhein bereits gestiegen. Bisherige Klimaprojektionen für die Abschätzung der Auswirkungen möglicher Klimaänderungen zeigen für den Niederschlag in den nächsten 50 bis 100 Jahren Zunahmen der Summe der Winter-Niederschläge und Abnahmen für die Summen der Sommer-Niederschläge. Aufgrund der Klimaprojektionen wird bis 2050 überwiegend eine deutliche Zunahme des mittleren Abflusses für das Winter-Halbjahr und eine Abnahme des mittleren Abflusses für das Sommer-Halbjahr erwartet.

In der Rheinministerkonferenz 2007 hat die IKSR den Auftrag erhalten, die durch die Klimaänderung bedingte Änderung des Abflussgeschehens im Rheineinzugsgebiet besser zu erfassen. Die IKSR hat in Zusammenhang mit den Arbeiten in der Arbeitsgruppe Hochwasser eine Expertengruppe KLIMA mit einem speziellen Mandat eingesetzt.

Diese hat in einem ersten Schritt eine Literaturlauswertung für das Einzugsgebiet des Rheins vorgenommen¹. Demnach ergeben sich bei den Untersuchungen zu den Messdaten der Lufttemperatur bereits heute eindeutige Aussagen aus allen Regionen des Rhein-Einzugsgebiets. Die Lufttemperaturen in den vergangenen 100 Jahren sind sowohl im Winter (ca. +1,0°C bis +1,6°C) als auch im Sommer (ca. +0,6°C bis +1,1°C) gestiegen. Im Jahresmittel folgt daraus eine Temperaturerhöhung im Rheineinzugsgebiet von ca. +0,5°C bis +1,2°C (vgl. Abb. 1). Diese liegt in der derselben Größenordnung wie die mittlere globale Erhöhung von bis zu ca. 0,9°C/100 Jahre. In Folge der Temperaturerhöhung zeigt sich ein Rückgang der Gletscher in den Alpen. Die Klimaänderung im Rheineinzugsgebiet kann bereits an den Messdaten der Temperatur und des Niederschlags (vgl. Abb. 1) nachgewiesen werden.

Als Konsequenz aus der Temperatur- und Niederschlagserhöhung und der geringeren Schneespeicherung im Winter zeigen die monatlichen Abflussmittelwerte des Winterhalbjahrs im gesamten Rhein-Einzugsgebiet höhere Werte als früher. Dabei steigen auch die Maximalabflüsse im Winter an, im Sommer nehmen die mittleren Abflüsse dagegen ab. Der mittlere Abfluss des Jahres bleibt konstant (vgl. Abb.2).

Die natürliche Wassertemperatur wird durch dieselben Einflussfaktoren wie die Lufttemperatur gesteuert. Somit hat die Klimaänderung auch zu einer Erhöhung der Wassertemperatur (im Rhein ca. 1°C bis 2,5°C) beigetragen. Die Wassertemperatur wird aber auch durch Faktoren wie Kühlwassereinleitungen und Urbanisierung beeinflusst.

¹ Analyse des Kenntnisstands zu den bisherigen Veränderungen des Klimas und zu den Auswirkungen der Klimaänderung auf den Wasserhaushalt im Rhein-Einzugsgebiet; 2009, Koblenz, IKSR – Fachbericht Nr. 174 –www.iksr.org - Fachberichte

Aus bisherigen Klimaprojektionen für die Abschätzung der Auswirkungen möglicher Klimaänderungen zeigen sich für den Niederschlag in den nächsten 50 bis 100 Jahren Zunahmen der Summe der Winter-Niederschläge und Abnahmen für die Summen der Sommer-Niederschläge. Die Trends für die Lufttemperaturen zeigen bis 2050 Erhöhungen der Winter-Lufttemperatur und der Sommer-Lufttemperatur – regional unterschiedlich - zwischen ca. 1,1 – 2,8°C (vgl. Abb.3).

Die hydrologischen Modellergebnisse unter Verwendung der Klimaprojektionen zeigen bis 2050 überwiegend eine deutliche Zunahme des mittleren Abflusses für das Winter-Halbjahr und eine Abnahme des mittleren Abflusses für das Sommer-Halbjahr.

Das derzeit laufende KHR-Projekt Rheinblick 2050 bestätigt die Ergebnisse der Literaturlauswertung im Wesentlichen.

Der zweite Arbeitsschritt der Expertengruppe KLIMA bezieht sich auf die Erstellung eines Berichtes bis Ende 2010 als gemeinsame wissenschaftliche Basis. Dieser soll alle für das Rheineinzugsgebiet vorliegenden Erkenntnisse einschließlich des Projektes Rheinblick 2050 (Laufzeit 2008 – 2010) sowie weiterer laufender Studien zur Klimaänderung (z. B. KLIWA, KLIWAS etc.) bündeln. Im Rahmen dieses Berichtes werden gemeinsam konsistente Klima- und Abflussszenarien für das internationale Rheineinzugsgebiet einschließlich der jahreszeitlichen Temperaturentwicklungen des Rheinwassers bis 2050 (insgesamt Analysen von Klimaszenarien bis 2100) erstellt.

Ziel der Studie ist es, die Auswirkungen möglicher Klimaänderungen (3. Arbeitsschritt) auf den Wasserhaushalt zur Bewertung der künftigen Entwicklungen (Kenntnisse über mögliche Extremwerte: Hoch- und Niedrigwasser) und auf die Wassertemperatur des Rheins (Extremwerte, jahreszeitliche Schwankungen, Langzeitentwicklungen) abschätzen zu können.

In einem vierten Arbeitsschritt, der nach 2010 beginnen wird, werden fachgebietsübergreifend in der IKSR international abgestimmte Anpassungsstrategien für die Wassermengennutzung, für Wasserqualitäts- und ökologische Aspekte entwickelt. Diese können integraler Bestandteil des zweiten internationalen Bewirtschaftungsplans für die IFGE Rhein werden.

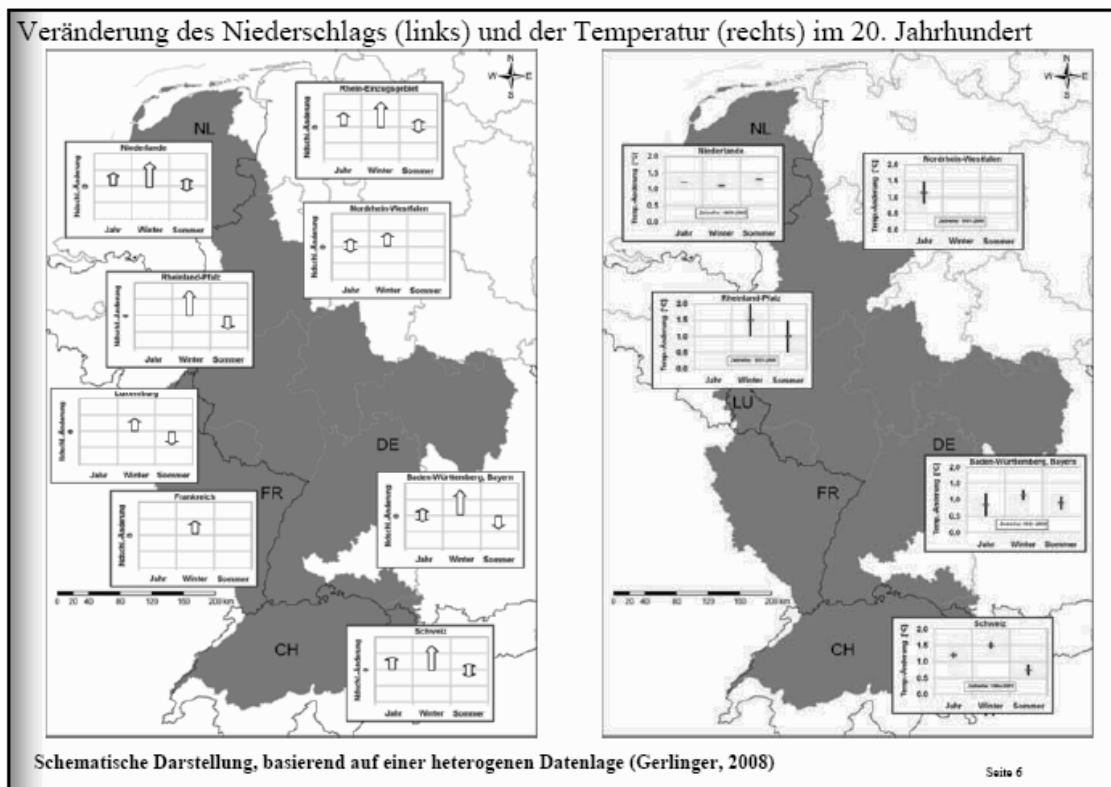


Abb. 1 Veränderung des Niederschlags (links) und der Lufttemperatur (Mittel, Minima und Maxima, rechts) im Rhein-Einzugsgebiet im 20. Jahrhundert für das hydrologische bzw. meteorologische Winter- und Sommerhalbjahr sowie für das ganze Jahr

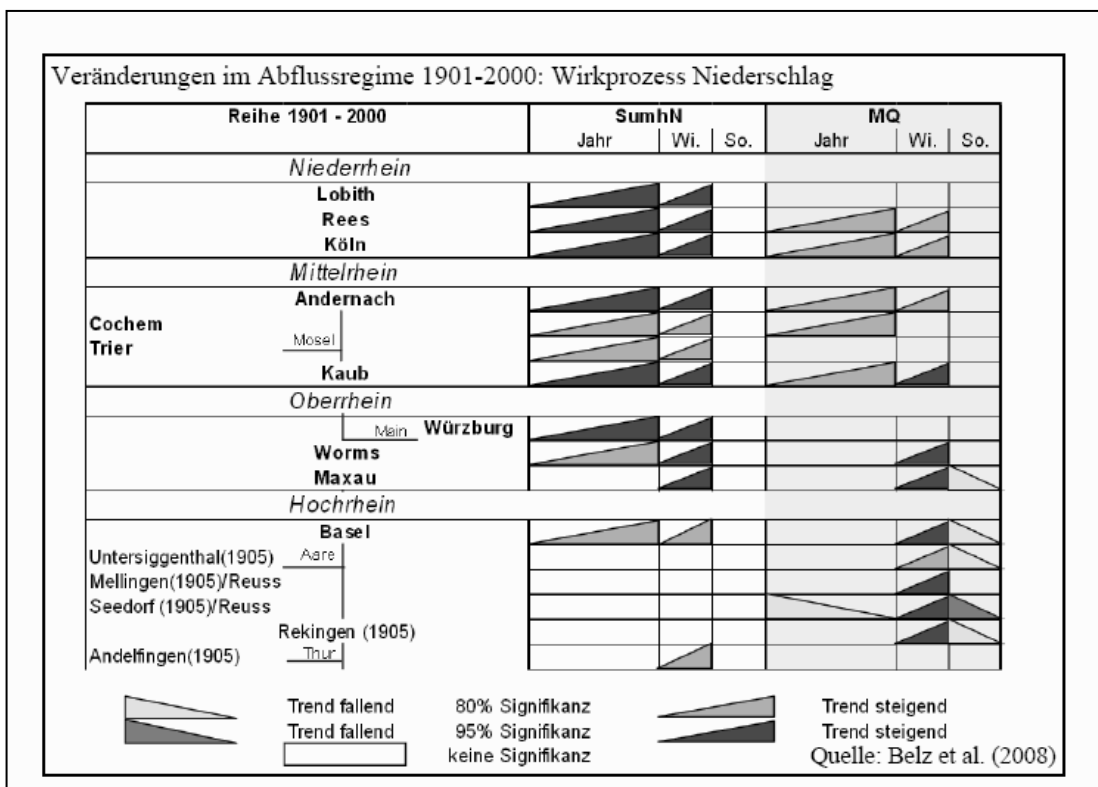


Abb. 2 Veränderungen im Abflussregime 1901-2000 im Rhein-Einzugsgebiet im 20. Jahrhundert: Wirkprozess Niederschlag

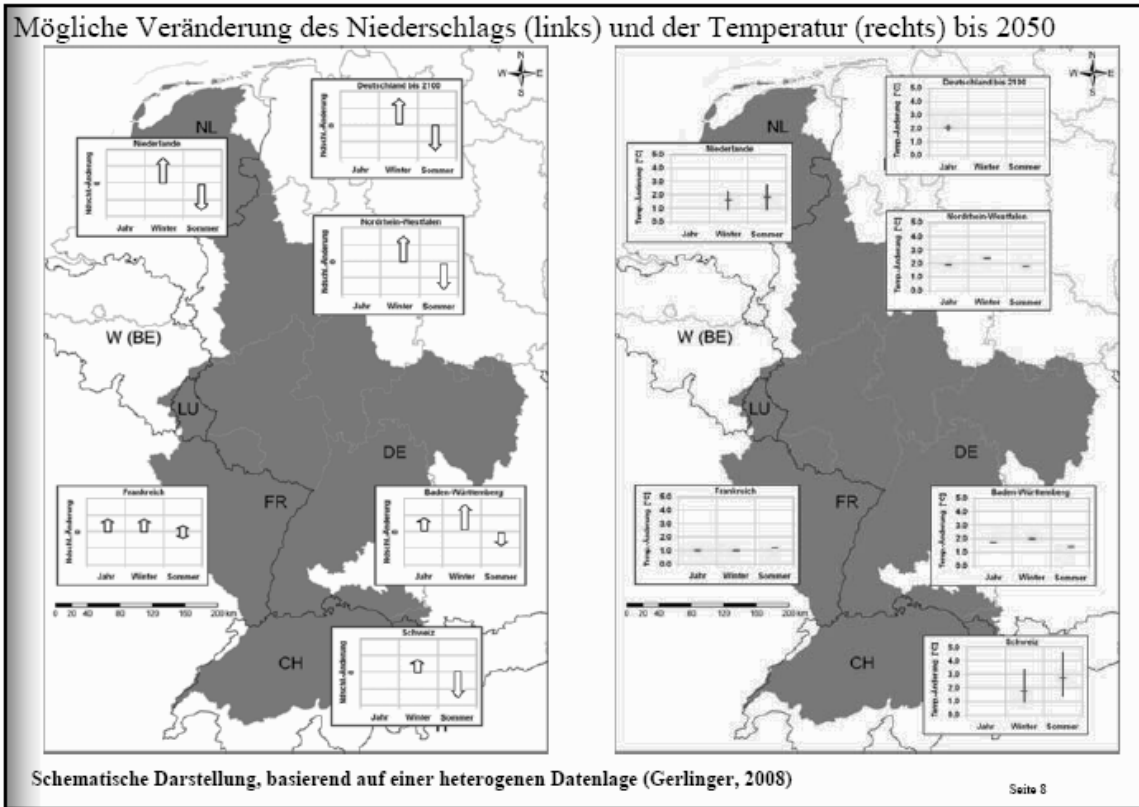


Abb. 3: Mögliche Veränderung des Niederschlags und der Temperatur im Rheineinzugsgebiet bis 2050 für das hydrologische bzw. meteorologische Winter- und Sommerhalbjahr sowie für das Jahr

Vliv klimatické změny na povodně v ČR

RNDr. Jan Daňhelka, Ph.D.

Český hydrometeorologický ústav, Na Šabatce 17, 143 06 Praha

Climate change impact on floods in the Czech Republic

Abstract: Paper presents a intermediate outputs of the ongoing project on climate change impact evaluation. Different climate scenarios - different climate models and emission scenarios (A1B, A2, B1) – were used to generate 1000-years time series of temperature and precipitation using LARS-WG stochastic generator. Time series were distributed in space by application of random selection of historical analogues. Hydrological modelling system AquaLog simulated the runoff in 6h time step. Results suggest no significant trend in flood hazard comparing to reference period in researched basins of Orlice river, Výrovka river, Jizera river, Otava river and upper Vltava river.

Úvod

Zvýšený výskyt povodní a zvýšení míry povodňového rizika je jedním z často předpokládaných důsledků očekávaných klimatických změn. Tento teoretický předpoklad však dosud ve střední Evropě odbornými studiemi nebyl podložen, nebo jsou předkládané studie problematické z hlediska použité metodiky. Příkladem sporné metodiky jsou studie JRC (např. Bavera a kol. 2010) používající přímé výstupy klimatických modelů bez provedení jejich downscalingu a verifikace na pozorovaných datech a navíc uvažující pouze 30letá simulovaná období, z nichž odvozují extrapolací až hodnoty 100letých průtoků. Přitom velkou citlivost na délku simulované řady a použitou metodu přípravy vstupních dat pro hydrologické modelování prokázali například Daňhelka a kol. (2009).

Tento příspěvek představuje průběžné výsledky řešení grantového projektu SP/1a6/108/07.

Data a metodika

Klimatické scénáře pro území ČR byly zpracovány v rámci řešení grantového projektu SP/1a6/108/07 (Pretel a kol. 2009). Využity byly dostupné výstupy GCM a RCM a dále byl použit regionální klimatický model ALADIN-CLIMATE. Uvažována byla tři období (2010-2039; 2040-2069; 2070-2099) a tři emisní scénáře (A2, A1B, B1). Na základě vyhodnocení úspěšnosti simulace referenčního klimatu na území ČR byly vybrány nejúspěšnější modely (MIROC3_2_M; MPI_ECHAM5; UKMO_HADCM3; ALADIN-CLIMATE/CZ) a také střed ansámbly osmi nejúspěšnějších modelů (dále označován jako MED).

Pro zjištění citlivosti povodí na změnu klimatických vstupů byly jako protívaha vytvořeny také tři scénáře reprezentující chladnější období (1861 až 1890) na základě vyhodnocení měsíčních změn průměrné teploty vzduchu a srážek ve stanici Praha-Klementinum (scénáře označeny jako CHLAD).

Na základě vyhodnocení předpokládaných měsíčních změn teploty vzduchu, množství srážek a jejich distribuce a za použití pozorovaných dat (1961-1990 plus povodňové měsíce VII-1997 a VIII-2002) byly stochastickým generátorem LARS-WG (Semenov, 2008) vytvořeny syntetické 1000leté řady denních hodnot maximaální denní teploty vzduchu, minimální denní teploty vzduchu a denního srážkového úhrnu odpovídající výše uvedeným scénářům a referenčnímu klimatu (1961-1990). Přitom srážky v takové řadě reprezentují průměrnou srážku na povodí, teplota pak průměrnou teplotu redukovanou na nadmořskou výšku 500 m.

Plošný rozpočet byl realizován upravenou metodikou Schaake shuffle (Clark a kol. 2004, Pretel a kol. 2007) na základě náhodného výběru historických analogických situací. Pro účely podrobnějšího hydrologického modelování pak bylo přistoupeno rovněž

k náhodnému rozdělení srážek do 6h intervalů na základě výběru historických analogů, nebo třístupňového náhodného generátoru (Pretel a kol. 2007).

V povodí Labe byla řešena povodí Orlice po Týniště nad Orlicí (1 554 km²), Výrovky po Plaňany (265 km²), Jizery po Předměřice (2 159 km²), Vltavy po VD Lipno (948 km²) a Otavy po Písek (2 914 km²).

Modelování hydrologické odezvy na řídicí klimatické proměnné bylo řešeno za použití hydrologického modelovacího systému AquaLog, který je v české části povodí mimo jiné používán v operativní předpovědní praxi. Systém obsahuje komponenty (modely) pro simulaci jednotlivých částí hydrologického cyklu v povodí. Pro simulaci akumulace a tání sněhové pokrývky je využíván model SNOW17 (NWS, 2010), který kombinuje metodu teplotního indexu v bezsrážkovém období se zjednodušenou energetickou bilancí tání sněhu při výskytu dešťových srážek. Srážko-odtokový vztah je řešen modelem SAC-SMA (NWS, 2010), uvažujícím různé zóny půdního profilu a tak různé typy odtoku z daných zón. Transformace průtoku v korytě a při rozlivech v údoní nivě je řešena rovnicí Muskingum-Cunge, je třeba zmínit, že v udedených povodích nedochází k masivním inundacím, které by vyžadovaly simulaci pomocí plně hydraulických modelů.

Pro potřeby simulací byly upraveny parametry jednotlivých modelů s cílem, nejen dosáhnout dobré shody simulovaného a pozorovaného odtoku v kalibračním a verifikačním období 2000-2008, ale rovněž co nejvěrněji vystihnout hydrologickou bilanci včetně míry evapotranspirace.

Následně byly provedeny simulace ve výpočetním kroku 6h o délce 1 000 let. Předběžné výsledky prezentované v tomto příspěvku vycházejí z agregovaných denních průtoků.

Výsledky

Z hodnot denních průtoků byly vytvořeny řady ročních maxim průtoků ve vybraných vodoměrných stanic v každé simulované řadě (1 referenční řada, 28 scénářů klimatické změny a 3 scénáře chladnějšího klimatu) na jejich základě pak byly zkonstruovány empirické křivky překročení průtoku a ty byly dále vyhodnoceny.

Hodnocení bylo provedeno pro následující profily ve zkoumaných povodích:

- povodí Orlice: Divoká Orlice - Kostelec nad Orlicí, Tichá Orlice - Čermná nad Orlicí, Orlice - Týniště nad Orlicí, Dědina – Mitrov,
- povodí Jizery: Jizera – Železný Brod, Jizera – Předměřice,
- Výrovka – Plaňany,
- Vltava – Lipno,
- povodí Otavy – Otava- Sušice, Blanice – Podedvory, Blanice – Heřmaň, Otava – Písek.

Předběžné výsledky ukazují, že předpokládaná reakce povodňového režimu na změněnklimatické podmínky se výrazně liší v závislosti na použitém řídicím klimatickém scénáři. Zatímco scénáře založené na modelu ECHAM všeobecně pro všechny zkoumané časové periody udávaly snížení velikosti povodňových průtoků, scénáře vycházející z modelu MIRO odhadovaly naopak většinou významné zvýšení povodní. Z předběžného vyhodnocení se zdá, že zásadní vliv na simulovaný povodňový režim, zejména v oblasti větších dob opakování průtoků, má množství srážek předpokládané v letním období. Právě model MIRO v létě předpokládá výrazné zvýšení srážkových úhrnů, což je v rozporu s všeobecnými předpoklady a s výsledky většiny ostatních modelů.

Za zmínku stojí i fakt, že chladnější varianty klimatu (CHLAD) většinou udávaly vyšší průtoky ve srovnání s referenčním klimatem a to v celém rozsahu křivky překročení. V oblasti menších dob opakování se tak pravděpodobně projeví větší jarní povodně v důledku většího množství akumulované sněhové pokrývky v těchto simulovaných variantách.

Celkově pak lze říci, že referenční simulace ve všech případech byla blízká středu rozptylu ansámblu všech provedených simulací. Nebyl zjištěn jednoznačný trend ve změně velikosti povodňových průtoků v průběhu 21. století. Zatímco v povodí Jizery, Výrovky, horní Vltavy a částečně Orlice jsou simulované průtoky pro období 2040-2069 většinou větší než

Reference

- Bavera, D., Rojas Mujica, R., Feyen L. (2010): On the robustness of flood hazard assessment in a changing climate for Europe, EGU2010-12480, EGU 2010 General Assembly, Vienna.
- Clark, M., Gangopadhyay, S., Hay, L., Rajagopalan, B. Wilby, R. (2004): The Schaake Shuffle: A Method for Reconstructing Space–Time Variability in Forecasted Precipitation and Temperature Fields, *Journal of Hydrometeorology* 2004; 5: 243-262
- Danhelka, J., Krejci, J., Vlasak, T. (2009): Modeling Floods under Climate Change Condition in Otava River, Czech Republic: A Time Scale Issue, EGU2009-7071, EGU 2009 General Assembly, Vienna.
- NWS (2010): NWSRFS User Manualk Documentation, online version at: http://www.nws.noaa.gov/oh/hrl/nwsrfs/users_manual/htm/xrfsdocpdf.php
- Pretel, J. a kol. (2007): Závěrečná práva o řešení projektu v roce 2007, Zpřesnění dosavadních odhadů dopadů klimatické změny v sektorech vodního hospodářství, zemědělství a lesnictví a návrhy adaptačních opatření, ČHMÚ, Praha
- Pretel, J. a kol. (2009): Závěrečná práva o řešení projektu v roce 2009, Zpřesnění dosavadních odhadů dopadů klimatické změny v sektorech vodního hospodářství, zemědělství a lesnictví a návrhy adaptačních opatření, ČHMÚ, Praha
- Semenov, M. A. (2008): Simulation of extreme weather events by a stochastic weather generator, *Clim Res*, 11:203-212

Dopady změny klimatu na minimální průtoky

Boháč Miloň, Kukla Pavel, Kulasová Bohuslava

Český hydrometeorologický ústav, oddělení povrchových vod

Climate change impacts on low discharges

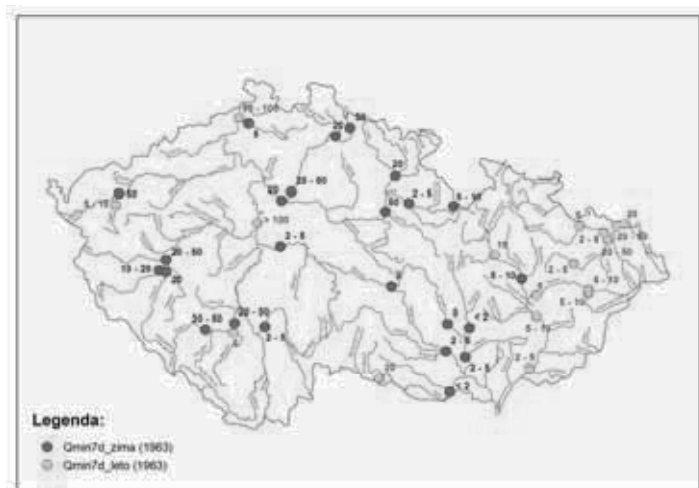
The Climate scenarios for the three following 30 year periods 2010–2039, 2040–2069 and 2070–2099 were prepared within the „Specification of existing estimates of climate change impacts in hydrology, water management, agriculture and forestry sectors and proposals for adaptation options“ project (2007–2011). For the above periods and for the reference period representing the current hydrological regime time series of daily discharges using the hydrological model AquaLog were simulated.

In subsection DP 03, dealing with climate change impacts on low discharges, the hydrological characteristics of the daily minimum, M-and p-percentage discharges were derived from the simulated series of average daily discharges. From the existing results obtained at several gauging stations it is possible to conclude that average and minimum discharges of three future periods will be decreasing as compared to the reference period. This year more discharge series are simulated for the different models and characteristics of low discharges will be derived. The presentation will include a more detailed evaluation of the results obtained from selected catchments.

Dosavadní výsledky řešení dílčí části projektu

Tato tematika je řešena v dílčí části projektu DP 03 Téma B, která se zabývá dopady změny klimatu na minimálními průtoky, a to v rámci grantového projektu MŽP „Zpřesnění dosavadních odhadů dopadů klimatické změny v sektorech vodního hospodářství, zemědělství a lesnictví a návrhy adaptačních opatření“. Jedná se o pětiletý projekt s dobou řešení 2007–2011.

Příspěvek prezentovaný na Magdeburském semináři v roce 2008 s obdobným názvem autorů B. Kulasová, M. Boháč, T. Fiala se zabýval výsledky řešení prvních dvou let (2007–2008). Jednalo se o odvození hydrologických charakteristik minimálních průtoků (včetně odvození N-letých minimálních průtoků) a zpracování trendů vybraných charakteristik průtoků (průměrných ročních, měsíčních průtoků po jednotlivých měsících, vybraných kvantilů M-denních průtoků, ...) za zvolené období 1961–2005.

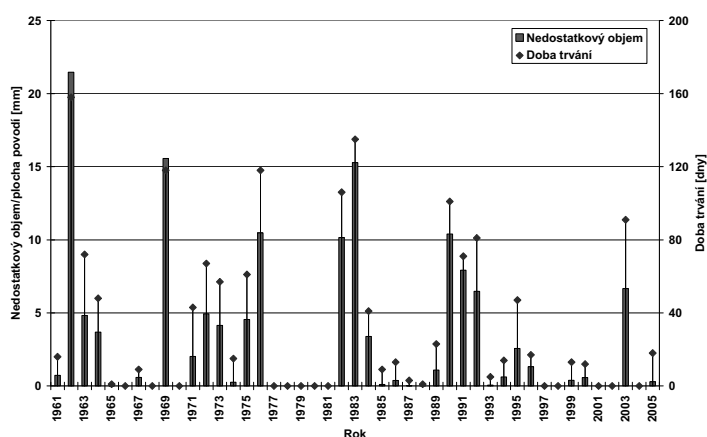


V roce 2009 proběhla pro vybrané významné periody suchého období (1963, 1992 a 2003) analýza minimálních průtoků na základě hodnocení N-letých minimálních průtoků ve 41 vybraných vodoměrných stanicích. Na obr. 1 jsou znázorněny doby opakování 7-denních minimálních průtoků v roce 1963.

Obr. 1 Doby opakování 7-denního minimálního průtoků v roce 1963

Nejdelší doby opakování v roce 1963 se vyskytly ve stanicích Praha a Děčín, které jsou ale ovlivněny Vltavskou kaskádou. Doba opakování $N = 50$ let byla dosažena ve stanicích Němčice na Labi, Vilémov na Jizeře a Karlovy Vary na Ohři, $N = 20 - 50$ let na Jizeře, Otavě, Berounce a Odře.

Za zvolené období 1961 až 2005 byly ve 21 vodoměrných stanicích na tocích v ČR, ve kterých jsou průtoky relativně neovlivněné, analyzovány nedostatkové objemy a jejich doby trvání. Při zpracování byla vždy uvažována suma nedostatkových objemů a suma jejich trvání pod mezním průtokem Q_{330d} v rámci každého roku vymezeného od 1. 4. do 31. 3. následujícího roku. Z jejich průběhů jsou zřetelné významné periody suchých let, především na počátku 60. let, částečně v 70. a 80. letech, na počátku 90. let a v roce 2003, příp. 2004. Nedostatkové objemy (vydělené plochou povodí) a jejich doby trvání jsou pro stanici Železný Brod na Jizeře znázorněny na obr. 2.



Dále bylo zjišťováno, zda nedostatkové objemy a jejich trvání vykazují trend, a to s využitím Mann-Kendallova testu. Většina stanic nevykazuje žádný trend na hladině významnosti 0.05 ani 0.1. Pouze ve stanici Týniště nad Orlicí byl zjištěn významně rostoucí trend (na hladině 0.05) a ve stanici Beroun na Litavce klesající trend (na hladině 0.1).

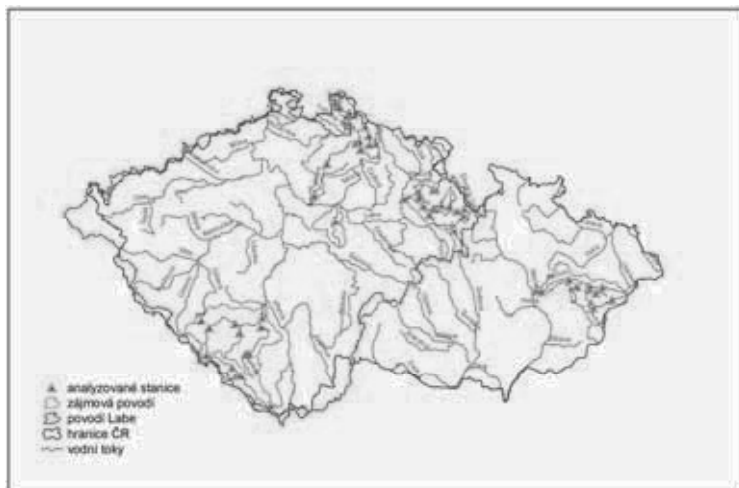
Obr. 2 Nedostatkové objemy a jejich doby trvání ve stanici Železný Brod

Odhad dopadů předpokládaných klimatických změn na minimální průtoky

V rámci řešení tohoto projektu byly v průběhu loňského roku připraveny klimatické scénáře pro tři následující třicetileté časové horizonty: 2010–2039, 2040–2069 a 2070–2099. Bylo použito několik klimatických globálních modelů ECHAM (MPI, Germany), HAD (Hadley Centre, UK), MIRO (University of Tokyo, Japan), MED představující medián z 8 vybraných globálních modelů a též ALADIN-CLIMATE/CZ. Tyto modely byly použity v kombinaci se třemi emisními scénáři (B1, A1B, A2). Na základě klimatických scénářů změny meteorologických prvků jsou ve vodoměrných stanicích vybraných povodí postupně simulovány řady průměrných denních průtoků hydrologickým modelem Aqualog. Pro každou stanici byly pomocí výše uvedených variant modelů odvozeny řady průměrných denních průtoků též pro referenční období (Base) představující současný hydrologický režim a odpovídající období 1961–1990. Pro analýzu dopadů změny klimatu na minimální průtoky jsou ze simulovaných řad průměrných denních průtoků odvozovány hydrologické charakteristiky minimálních, M-denních a p-procentních průtoků, které jsou porovnávány s charakteristikami odvozenými za referenční období.

Výběr zájmových povodí a porovnání charakteristik pro jednotlivé varianty modelů

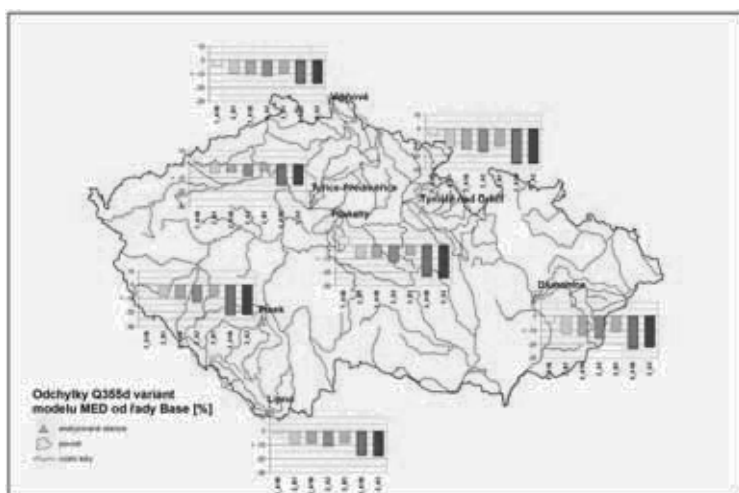
V rámci České republiky bylo vybráno sedm povodí, na kterých byly simulovány řady průměrných denních průtoků. V povodí Labe se nachází pět povodí (Orlice, Výrovka, Jizera, horní Vltava a Otava), další dvě povodí jsou Smědá (povodí Odry) a Bečva (povodí Moravy), viz. obr. 3. V současné době jsou analyzována především data v závěrových stanicích jednotlivých povodí.



Obr. 3 Zájmová povodí a vodoměrné stanice

Jedná se o následující stanice: Týniště nad Orlicí – Orlice, Plaňany – Výrovka, Tuřice – Jizera, fiktivní profil přítok VD Lipno – Vltava, Písek – Otava, Višňová – Smědá a Dluhonice – Bečva. V těchto stanicích byly vypočítány charakteristiky minimálních průtoků a určeny procentuální odchylky vybraných průtoků pro jednotlivé varianty modelů od průtoků referenčního období.

Na obr. 4 jsou pro tyto stanice znázorněny procentuální odchylky pro průtok Q_{355d} ve třech časových horizontech modelu MED a tři emisních scénářů od referenčního období. Pro první časový horizont je použit pouze emisní scénář A1B.



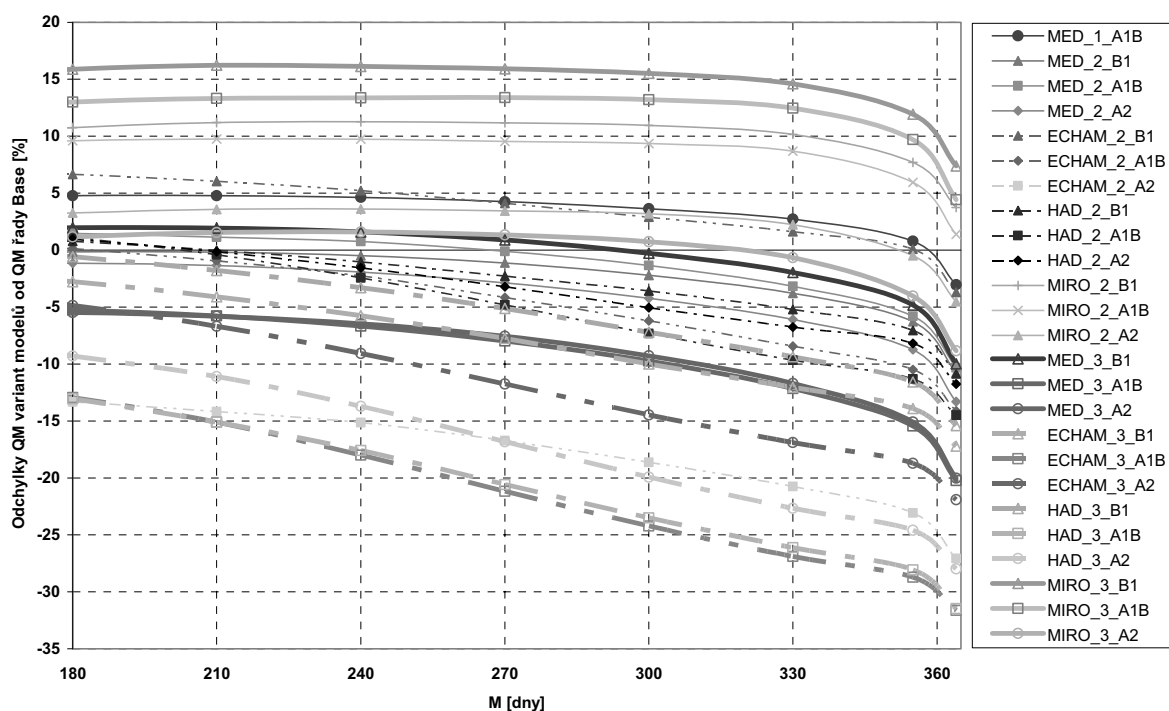
Obr. 4 Procentuální odchylky průtoku Q_{355d} variant modelu MED od řady Base ve třech časových horizontech

Z obrázku je patrné, že odchylky Q_{355d} se vzdálenějším časovým horizontem nabývají výraznějších záporných hodnot. Odchylky v druhém horizontu do roku 2069 nepřesahují (-15%), pro třetí časový horizont se pohybují do (-25%), největší jsou ve stanici Týniště nad Orlicí. V porovnání jednotlivých kombinací emisních scénářů a časových horizontů vychází největší záporné odchylky ve většině případů pro emisní scénář A2.

Pro podrobnější představení výsledků řešení dílčí části grantového projektu byla vybrána závěrová stanice na Jizeře Tuřice. Na obr. 5 je prezentováno srovnání čar překročení M-denních průtoků v závislosti na kombinaci klimatických modelů, emisních scénářů ve třech časových horizontech. Tento typ grafu představuje jeden z mnoha výstupů analýzy vlivu klimatické změny na minimální průtoky.

Pro první horizont je zatím k dispozici pouze varianta MED_A1B, ze které vycházejí minimální odchylky sledovaných charakteristik do 5%. Pro druhý horizont jsou patrné výraznější odchylky mezi jednotlivými klimatickými modely v kombinaci s emisními scénáři. M-denní průtoky Q_{180d} až Q_{364d} vykazují kromě modelu MIRO a varianty ECHAM_B1 ve většině případů poklesové tendence, např. průtok Q_{330d} (od -3 do -10%), u kombinace modelu ECHAM_A2 vychází ještě výraznější pokles. Pro třetí horizont vycházejí, kromě dvou variant modelu MIRO u všech kombinací klimatických modelů výraznější poklesy, a to pro Q_{330d} v rozpětí (-9 až -27%). Jak už bylo zmíněno, atypicky se chová v obou horizontech model MIRO, je to patrně dáno i jeho předpokládaným navyšováním srážek v letním období. U tohoto modelu zvláště u kombinací s emisními scénáři B1 a A1B vycházejí značně odlišné

výsledky a v celém rozsahu M-denních průtoků je zaznamenán vzestup. Pouze pro scénář A2 jsou patrné mírné poklesy.



Obr. 5 Procentuální odchylky variant modelů od řady Base ve třech časových horizontech 2010–2039, 2040–2069, 2070–2099 ve stanici Tuřice

Závěr

Příspěvek obsahuje dosavadní výsledky analýzy minimálních průtoků ve vybraných povodích.

Za období 1961 až 2005 byly ve vybraných vodoměrných stanicích analyzovány nedostatkové objemy a jejich doby trvání. Při identifikaci trendu těchto charakteristik bylo zjištěno, že většina stanic nevykazuje žádný trend na zvolených hladinách významnosti.

Na základě připravených klimatických scénářů pro tři třicetileté časové horizonty (2010–2039, 2040–2069 a 2070–2099) byly pro různé varianty modelů namodelovány řady průměrných denních průtoků, které byly statisticky zpracovány. Z průběžných výsledků řešení je patrné, že výsledné řady se mohou poměrně značně odlišovat v závislosti na kombinaci klimatického modelu, zvoleného emisního scénáře a časového horizontu. Z dosud provedených analýz vycházejí pro první časový horizont (2010–2039) relativně malé odchylky charakteristik M-denních průtoků. Pro druhý časový horizont (2040–2069) a zvláště pro nejvzdálenější horizont (2070–2099) lze pozorovat výraznější záporné odchylky a tedy projevuující se vliv klimatické změny.

V současné době jsou prováděny další simulace řad denních průtoků a probíhá jejich statistické zpracování. Vlastní prezentace v říjnu 2010 bude obsahovat obsáhlejší a podrobnější hodnocení dosažených výsledků z dalších analyzovaných stanic. Konečné výsledky řešení budou k dispozici v roce 2011, tedy v posledním roce řešení grantového projektu.

Global change impacts of water scarcity on economy and society in the Elbe River Basin: Results from GLOWA-Elbe

Volker Meyer¹, Nele Lienhoop¹, Malte Grossmann², Martin Lange¹

¹ Helmholtz Centre for Environmental Research - UFZ, ² TU Berlin

GLOWA-Elbe is concerned with the impacts of global change on water availability in the Elbe River Basin. The aim of this paper is to identify water use conflicts, to assess economic losses caused by water scarcity, to develop suitable adaptation strategies, and to evaluate these strategies from an economic point of view. Economic impacts of water scarcity and adaptation strategies are assessed for the entire Elbe River Basin and for different disaggregated levels, e.g. sub-basins, individual time periods until the year 2052, and for individual water users. Scenarios are employed to handle uncertainties arising from the relatively large time horizon. In order to assess the economic impacts of water scarcity, a range of models was used to predict water availability. These models analysed future water supply (climate change and natural surface water availability) and water demand (socio-economic developments, such as population, land-use and drinking water provision).

The economic evaluation of losses due to water scarcity is directly coupled to the Water Balance Model (WBalMo; Kaltofen et al. 2008). For each user group considered in the model (power plants, hydropower, industry, agricultural irrigation, recreation, wetlands, public water supply and pond fisheries) individual economic loss functions have been developed and integrated in WBalMo (Grossmann et al. 2009). I.e. if WBalMo indicates a water deficit for a certain water user in a certain period, the loss function translates this scarcity into a monetary loss. For example, if there is a lack of cooling water for a power plant due to reduced water availability or high water temperature, the resulting reduction in energy production, and hence profit, is calculated. For every user this is done for 100 climate change realisations resulting in a distribution function of loss and an annual expected loss per user, which can be aggregated to user groups, sub-basins or time periods.

The main results are (cf. figure 1):

- Agricultural irrigation, wetlands, hydro power generation and – at least in some scenarios - power plants are the most affected water users. The first three are water users that either directly depend on river discharge and/or face high levels of evaporation. At the same time they have little adaptive capacities to cope with reduced water availability.
- Interestingly, water-intensive water users such as drinking water supply and industry are hardly affected by water scarcity. Explanations for this are that water demand tends to decrease in these sectors due to technological developments. E.g. the introduction of closed-circuit cooling in the power plant sector could lead to serious reductions in water demand. These water users have capacities to adapt to water scarcity.
- In the entire river basin economic losses will concentrate on few individual water withdrawal points. In dry year, only about half of these water withdrawal points in the Elbe River Basin will face an economic loss and less than 20% will bare the overall loss. Exceptions are hydro power plants and wetlands. Here almost all water withdrawal points are affected by reductions in water availability.
- The findings suggest that there will be no area-wide increase in water scarcity in the Elbe River Basin. However, individual water users and regions are likely to be seriously affected. Furthermore, water users that are already affected by water scarcity in dry summers have to expect a further increase in water deficits. With

respect to the development of adaptation strategies, this means that one should concentrate on problems that already occur today.

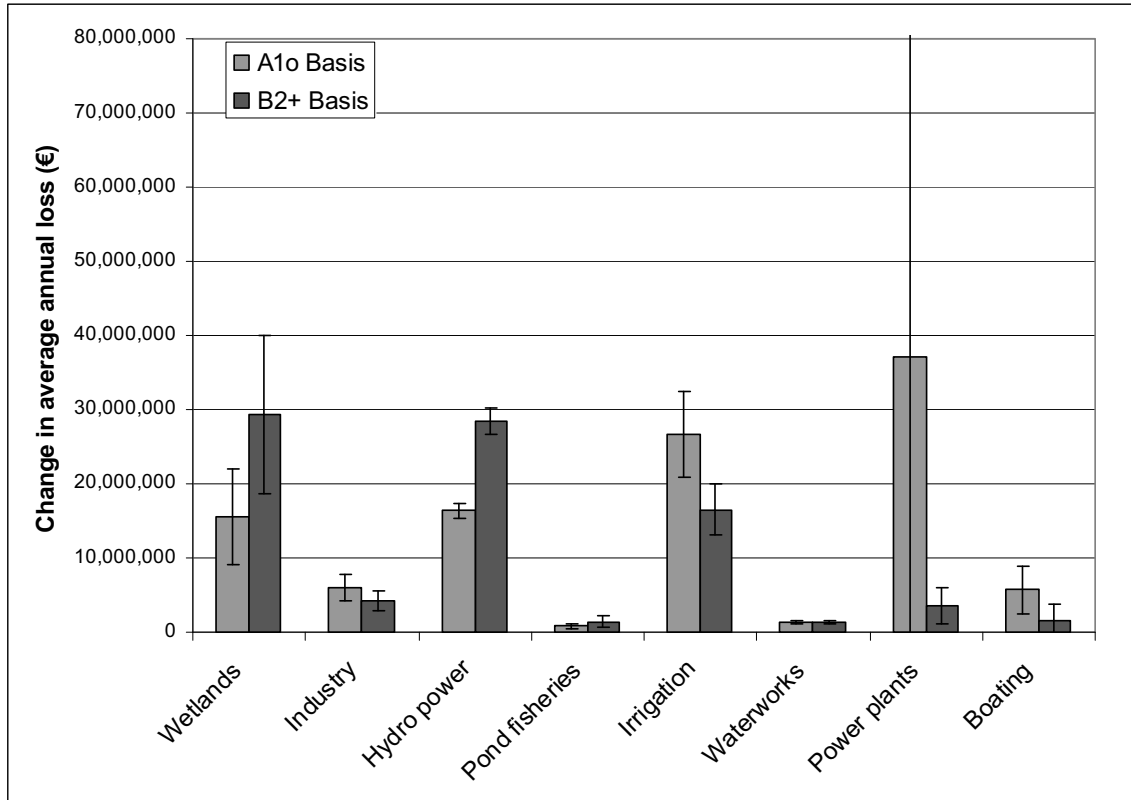


Figure 1: Change in total annual expected loss by water uses from the period 2008-2012 to the period 2048-2052 for two baseline scenarios A1 (globalisation) and B2 (regionalisation). The range denotes the standard deviation.

Based and supported by these findings adaptation strategies have been identified in collaboration with stakeholders. Therefore a workshop with more than 60 stakeholders from different interest groups have been carried out in which more than 20 adaptation options in the following fields have been identified: Reservoir management, water transition, wetland management and demand management in public water utilities.

In order to support decision makers by comparing and evaluating these adaptation options a participative assessment tool called PRIMATE (Drechsler 2004) has been used and adapted for GLOWA-Elbe (cf. figure 2). PRIMATE allows to aggregate the results of WBalMo and other models in a way that they can easily be used as evaluation criteria for the selected adaptation options. The decision maker (or different interest groups) can choose among these evaluation criteria and assign weights to them. The final assessment and ranking of options can be done either by cost-benefit analysis (only monetary criteria) or multicriteria analysis based on the PROMETHEE approach (Drechsler 1999). In both cases uncertainties in criteria values are considered, and thus enable a probabilistic ranking of options. PRIMATE therefore supports decision makers by finding out which adaptation options are likely to perform best under which climate or socio-economic change conditions.

The economic impacts and costs of these adaptation strategies will be analysed until the end of the GLOWA-Elbe project in October 2010.

1. Selection of adaptation options

Decision makers can choose which adaptation options they want to compare. Adaptation options in the following fields of action are considered:

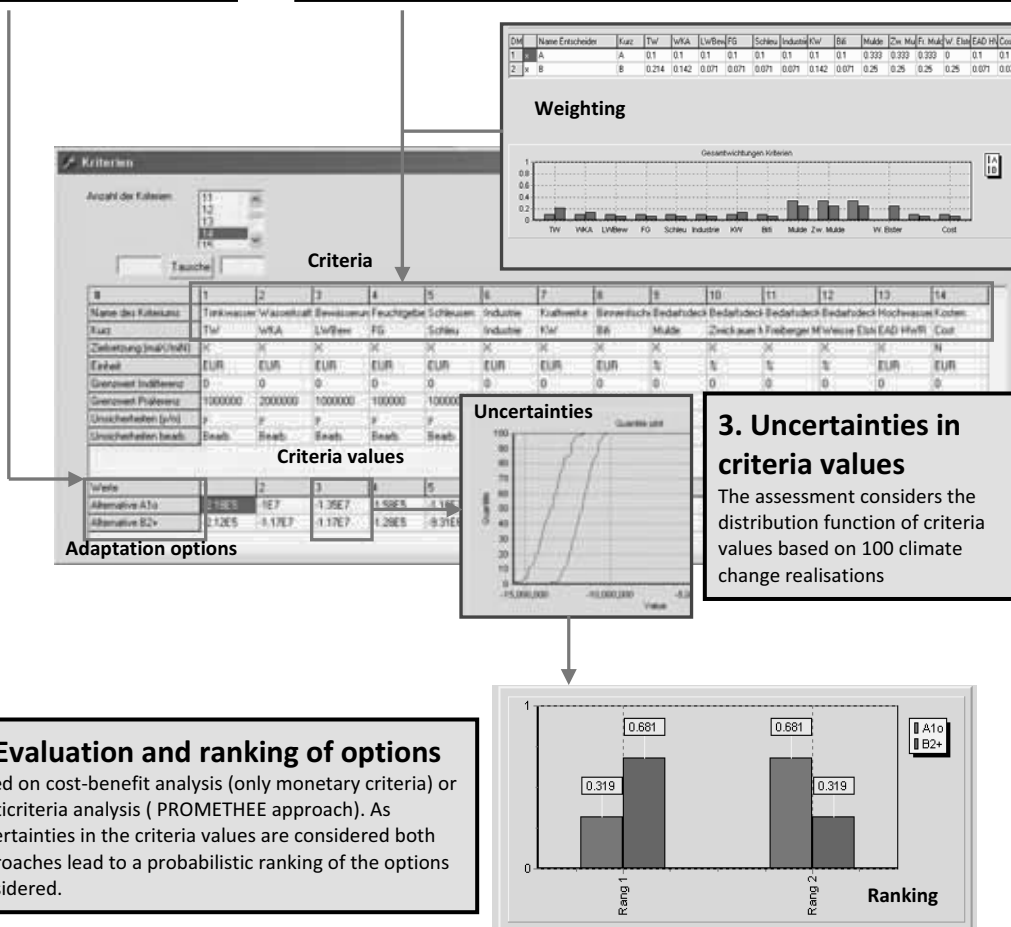
- Reservoir management
- Water transition
- Wetland management
- Demand management

2. Choice and weighing of evaluation criteria

Decision makers can choose criteria from different criteria groups:

- Economic losses of user groups due to water scarcity,
- Relative demand fulfilment of ecological discharge,
- Flood risk
- Costs of adaptation options.

The chosen criteria can be aggregated by sector, region and/or time period. For multicriteria analysis the criteria have to be weighted by the decision makers. It is also possible to consider different weighting sets from different interest groups.



4. Evaluation and ranking of options

Based on cost-benefit analysis (only monetary criteria) or multicriteria analysis (PROMETHEE approach). As uncertainties in the criteria values are considered both approaches lead to a probabilistic ranking of the options considered.

Figure 2: Steps and features of the assessment tool PRIMATE

Drechsler M (1999) Verfahren zur multikriteriellen Entscheidungsunterstützung bei Unsicherheit. In: Horsch H, Ring I (eds) Natursressourcenschutz und wirtschaftliche Entwicklung Nachhaltige Wasserbewirtschaftung und Landnutzung im Elbeinzugsgebiet. Leipzig.

Drechsler M (2004) PRIMATE - An interactive software for Probabilistic Multi-Attribute Evaluation

Grossmann M, Nele Lienhoop, Stefan Vögele, Konar Mutafoglu, Hagen Koch, Otfried Dietrich, Jacob Möhring, Michael Kaltofen (2009): Ökonomische Bewertung von Risiken im Zusammenhang mit Niedrigwasserabflüssen im deutschen Elbegebiet: ein integrierter ökonomisch-hydrologischer Modellansatz. Glowa-Elbe Bericht.

Kaltofen M, Martina Hentschel, Stefan Kaden, Otfried Dietrich, Hagen Koch (2008) Modellierung der Wasserverfügbarkeit im Elbeinzugsgebiet und Auswirkungen des Globalen Wandels im deutschen Teilgebiet. Glowa-Elbe Bericht.

Auswirkungen des Globalen Wandels im tschechischen Teil des Elbeinzugsgebietes und Anpassungsoptionen

Hagen Koch^{1&2)}, Michael Kaltofen³⁾, Stefan Kaden³⁾, Uwe Grünewald¹⁾

1) Brandenburg University of Technology Cottbus, Chair Hydrology and Water Resources Management, P.O. Box: 101344, D-03013 Cottbus, Germany

2) Potsdam Institute for Climate Impact Research, Research Domain Climate Impacts and Vulnerabilities, P.O. Box 601203, D-14412 Potsdam, Germany

3) DHI-WASY Ltd., Waltersdorfer Str. 105, D-12526 Berlin, Germany

Effects of Global Change in the Czech Part of the River Elbe Basin and Adaptation Options

In Integrated Water Resources Management planning the effects of changing natural conditions (natural water availability) and socio-economic development (water demand) must be taken into consideration. Climate change will influence the water availability. In some sectors, e.g. agricultural irrigation, also the water demand is influenced by climatic conditions. Both, the development of natural water availability and water demand, are connected with certain levels of uncertainty. Therefore, scenarios of socio-economic development and climate change are required for Integrated Water Resources Management planning.

The river Elbe basin (catchment area approximately 150,000 km²) is located in central Europe. The river Elbe basin is a transboundary river basin. One third is located in the Czech Republic upstream of Germany, where two thirds of the basin is located. Therefore, inflows from the Czech part are important for instance for navigation in the German part. For navigation an inflow to Germany of 100 m³/s at gauge Hrensko is required. Due to climate change the inflows are expected to decline.

In the project GLOWA-Elbe a water management model for the whole river Elbe basin was developed. The model for the Czech part includes among others 52 reservoirs, 20 thermoelectric power plants, 70 hydroelectric power plants, 30 industrial users, 15 agricultural irrigation users, 40 public water utilities, and 160 wastewater treatment plants. Two global socio-economic trends are regionalised and used in the simulations. Regionalised climate data are used to simulate the effects of climate change on natural discharges. Using the water management model the effects of global change on inflows from the Czech Republic to Germany are simulated. Using this model it is analysed, if reservoir management in the Czech part can sustain a required inflow of 100 m³/s to Germany.

Einführung

Klimawandel und sozioökonomischer Wandel stellen die Wasserbewirtschaftung vor große Herausforderungen. In den Einzugsgebieten auftretende Probleme hinsichtlich Wassermenge und -güte können nur im Einzugsgebietsmaßstab gelöst werden. Die besonders während Niedrigwasserperioden oder Hochwasserereignissen auftretenden Anforderungen zur Aufrechterhaltung der Schiffbarkeit beziehungsweise zum Schutz vor negativen Auswirkungen von Dürren oder Überschwemmungen erfordern gebietsübergreifende, langfristige Planungen. Dabei sind Unsicherheiten hinsichtlich zukünftiger Zustände zu berücksichtigen.

Im BMBF-Verbundprojekt GLOWA-Elbe wird ein Langfristbewirtschaftungsmodell zur differenzierten Simulation der Auswirkungen des globalen Wandels im Elbeinzugsgebiet genutzt. In diesem Modell werden wasserwirtschaftliche Anlagen, z.B. Speicher oder Überleitungen und deren Steuerung, sowie die Wassernutzer, z.B. Kraftwerke, Industrie oder Landwirtschaft, berücksichtigt. Die dem Modell WBalMo GLOWA-Elbe zugrunde liegende

Simulationssoftware WBalMo® (WaterBalanceModel) ist in Kaden et al. (2005) beschrieben. Das entwickelte Modell umfasst das gesamte Elbeeinzugsgebiet. Wegen der Größe des Einzugsgebiets von etwa 150 000 km² wurden für die Teileinzugsgebiete einzelne Modelle (Module) erstellt. Diese Module können einzeln oder gekoppelt und somit für Analysen im Elbeeinzugsgebiet als auch für separate Untersuchungen in den Teileinzugsgebieten genutzt werden. Da etwa 1/3 des Elbeeinzugsgebiets in der Tschechischen Republik liegt, wird auch dieses Gebiet im WBalMo GLOWA-Elbe berücksichtigt. Für den tschechischen Teil des Einzugsgebiets erfolgte in enger Zusammenarbeit mit den tschechischen Wasserwirtschaftsbehörden (Povodi) der Aufbau von insgesamt 5 Modulen zur Bewirtschaftungssimulation.

Schwerpunkt der in diesem Artikel beschriebenen Analysen ist die Untersuchung von Auswirkungen des globalen Wandels auf die Zuflüsse aus dem tschechischen Elbeeinzugsgebiet nach Deutschland und möglicher Anpassungsoptionen. Hinsichtlich des Klimawandels wird eine mittlere Temperaturzunahme von 2,0°C für den Bereich der Elbmündung und von 2,8°C für den Bereich der mittleren Elbe bis zum Jahr 2050 zugrunde gelegt. Die Regionalisierung der Klimadaten auf Grundlage der mit dem GCM ECHAM5 vom Max-Planck-Institut für Meteorologie berechneten mittleren Temperaturzunahme erfolgte am Potsdam Institut für Klimafolgenforschung (PIK) mit dem Modell STAR (Werner und Gerstengarbe 1997). Es wurden 100 stochastische Realisierungen von Klimagrößen, z.B. Lufttemperatur, relativer Luftfeuchtigkeit bzw. Niederschlag, erzeugt. Diese dienen als Eingangsdaten zur Simulation des natürlichen Wasserdargebots, der potenziellen Evaporation und anderen hydro-meteorologischen Größen mit dem ökohydrologischen Modell SWIM (Hattermann et al. 2005). Bei den mit dem Modell SWIM erzeugten Eingangsdaten für WBalMo GLOWA-Elbe, z.B. natürliches Wasserdargebot, werden z.B. Landnutzungsänderungen und die Entwicklung von Bergbaugebieten, hier im Besonderen die Entwicklung von Grundwasserabsenkungstrichtern, berücksichtigt. Die mit STAR bzw. SWIM erzeugten Eingangsdaten (Tageswerte) werden für das WBalMo GLOWA-Elbe zu Monatswerten aggregiert. Bezüglich der Regionalisierung der Klimadaten ist darauf hinzuweisen, dass die Dichte der zur Verfügung stehenden Klimastationen in Tschechien deutlich geringer als in Deutschland ist. Dementsprechend wurden die Klimadaten für relativ große Gebiete regionalisiert und besonders in Höhenlagen von Gebirgen ist die Auflösung noch nicht zufriedenstellend. Weiterhin sind die Untersuchungen als Szenarioanalysen und nicht als Prognosen zu verstehen.

Daten zur Wasserbewirtschaftung

Entsprechend einer mit den tschechischen Wasserwirtschaftsbehörden (Povodi) getroffenen Vereinbarung lieferten die Povodi umfangreiche Daten und Informationen bezüglich der Wasserbewirtschaftung im tschechischen Teil des Elbeeinzugsgebiets. Daten und Informationen wurden geliefert zu:

- Talsperren mit Betriebsraum gleich oder größer 1 Mio. m³ (Name, Ort, aktiver und kontrollierbarer Speichereinhalt, Wasserstands-Volumen-Flächen-Beziehung),
- Entnahmen und Einleitungen von Wassernutzern gleich oder größer 0,01 m³/s (Name, Ort, Nummer des Wasserrechts, monatliche oder jährliche Werte der letzten Jahre),
- Management der wasserwirtschaftlichen Objekte - beispielsweise von Wasserüberleitungen oder von Talsperren (Name, Lokalität und Menge von Entnahmen/Rückleitungen für Überleitungen, Abgaberegeln für bzw. Prioritäten von Speicherabgaben).

Für die Wassernutzer wurden die Daten zu Entnahmen und Einleitungen der Jahre 2000 bis 2004 sowie die Mengen nach dem Wasserrecht bereit gestellt. Für die Erstellung der Module werden neben den Daten zu den wasserwirtschaftlichen Objekten auch Daten bezüglich des Oberflächengewässersystems benötigt. Die benötigten GIS-Dateien wurden über WRI HYDROECOLOGICAL INFORMATION SYSTEM (o.D.) bereit gestellt. Unter Nutzung der

* WBalMo ist eingetragenes Warenzeichen der DHI-WASY GmbH.

oben genannten Daten wurde das zu berücksichtigende Fließgewässersystem festgelegt, wobei alle Fließgewässer an denen sich Talsperren/Speicher oder Wasserentnahmen befinden, einbezogen wurden. Weiterhin erfolgte eine Berücksichtigung der Fließgewässer, an denen sich wichtige Pegel der Povodi befinden.

Module für das tschechische Elbeeinzugsgebiet

Die Struktur der Module entspricht den Wasserwirtschaftsbereichen der Tschechischen Republik:

- Obere Moldau (Upper Vltava),
- Untere Moldau (Lower Vltava),
- Beraun (Berounka),
- Obere und Mittlere Elbe (Upper and Middle Labe),
- Eger und Untere Elbe (Ohře and Lower Labe).

Das Einzugsgebiet der Moldau wird in die drei Povodi Obere Moldau, Untere Moldau und Beraun unterteilt. Das zum Povodi Elbe gehörende Gebiet der Unteren Elbe ist aus modelltechnischen Gründen mit dem der Ohře gekoppelt.

Für einen Teil der Wassernutzer im tschechischen Teil des Elbeeinzugsgebiets, z.B. große Kraftwerke, wurden Wasserbedarfs- und Bewertungsfunktionen entwickelt. Bei den Nutzern, für die keine Bedarfsfunktionen vorliegen, werden die Daten nach dem Wasserrecht genutzt.

Szenarien

Innerhalb des Projekts wurden zwei globale Entwicklungsrahmen analysiert. Der Entwicklungsrahmen „Globalisierung“ entspricht einer beschleunigten globalen Integration, hohen Wachstumsraten und regionaler Konvergenz zwischen Ost und West. Der Entwicklungsrahmen „Differenzierung“ entspricht einer verlangsamten globalen Integration, niedrigeren Wachstumsraten und einer Persistenz der regionalen Differenzierung zwischen Ost und West. Die beiden globalen Entwicklungsrahmen werden mit zwei regionalen Umweltpolitiken verbunden. Die erste dieser Politiken entspricht einer Fortschreibung der bisherigen Umweltorientierung, während die zweite einer verstärkten Umweltorientierung entspricht. Für die Wasserbilanz sind die Unterschiede zwischen den Szenarien gering, da in Szenarien mit verstärkter Umweltorientierung neue Kraftwerksblöcke mit Kreislaufkühlung, d.h. geringen Entnahmemengen bei anteilig großen Verdunstungsverlusten, ausgestattet werden. In Szenarien ohne verstärkte Umweltorientierung werden neue Kraftwerksblöcke teilweise mit Durchlaufkühlung und somit hohen Entnahmemengen aber vernachlässigbaren Verdunstungsverlusten errichtet.

Handlungsoption

Eine Analyse der Abflüsse im tschechischen Elbegebiet zeigte, dass während natürlicher Trockenperioden aus den Talsperren bis zu 40 m³/s zur Stützung eines Abflusses von 100 m³/s am Grenzpegel Hrensko / Elbe abgegeben werden (Koch et al. 2010). Dieses Wasser wird hauptsächlich aus der Moldau-Kaskade bzw. der Talsperre Nechanice (Ohře) abgegeben. Im Folgenden wird analysiert, ob eine derartige Stützung des Zuflusses nach Deutschland auch unter den Bedingungen des globalen Wandels möglich ist. Die Abgaben aus den Talsperren erfolgen nur, wenn dadurch die Versorgungssicherheit der Nutzer in Tschechien nicht gefährdet wird.

Ergebnisse und Diskussion

Abbildung 1 zeigt die Wahrscheinlichkeit der Abflüsse am Grenzpegel Hrensko / Elbe für die Jahre 2010 und 2050 für den Monat August. Insbesondere im Monat August traten in der Vergangenheit Niedrigwasserabflüsse auf. Die Abflüsse bei aktueller Wasserbewirtschaftung (hier Szenario „Globalisierung mit unveränderter Umweltpolitik“) sind in grau dargestellt, die

mit geänderter Wasserbewirtschaftung in schwarz. Bei aktueller Wasserbewirtschaftung wird 2010 ein Abfluss von $100 \text{ m}^3/\text{s}$ in 87 % aller Monate August erreicht, im Jahr 2050 in 61 %. Bei geänderter Wasserbewirtschaftung wird 2010 ein Abfluss von $100 \text{ m}^3/\text{s}$ in 94 % aller Monate August erreicht, im Jahr 2050 in 93 %.

Die Auswirkungen der Szenarien des sozio-ökonomischen Wandels in Tschechien auf die Zuflüsse nach Deutschland sind gering, die des Klimawandels sehr deutlich. Die Auswirkungen auf die Zuflüsse können durch eine angepasste Wasserbewirtschaftung in Tschechien, hier analysiert wurden zusätzliche Abgaben aus Talsperren, zum Großteil ausgeglichen werden. Dabei kann die Versorgung der tschechischen Wassernutzer, z.B. des AKW Temelin oder der Trink- und Brauchwasserentnahmen in Prag, sicher gestellt werden.

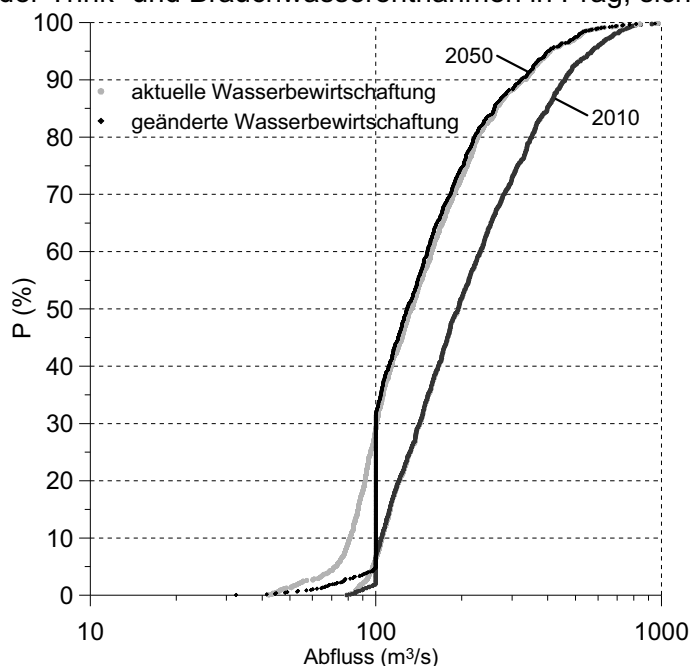


Abb. 1: Wahrscheinlichkeit der Abflüsse am Pegel Hrensko / Elbe für die Jahre 2010 und 2050 (August) bei aktueller (grau) bzw. geänderter (schwarz) Wasserbewirtschaftung

Danksagung

Die Autoren danken dem BMBF für die Förderung der Arbeiten im Rahmen des BMBF-Verbundprojektes GLOWA-Elbe (FK: 01LW0312). Besonderer Dank gilt den Povodí Labe, Ohře und Vltavy für die Bereitstellung der umfangreichen wasserwirtschaftlichen Daten.

Literatur

Hattermann, F., Wattenbach, M., Krysanova, V., Wechsung, F. (2005) Runoff simulation on the macroscale with the ecohydrological model SWIM in the Elbe catchment - validation and uncertainty analysis. *Hydrological Processes* 19, 693-714.

Kaden, S., Schramm, M., Redetzky, M. (2005) Großräumige Wasserbewirtschaftungsmodelle als Instrumentarium für das Flussgebietsmanagement. - In: *Konzepte für die nachhaltige Entwicklung einer Flusslandschaft. Bd. 6: Auswirkungen des globalen Wandels auf Wasser, Umwelt und Gesellschaft im Elbegebiet (GLOWA Elbe)*. Wechsung, F., Becker, A., Gräfe, P. (Hrsg.) Weißensee-Verlag, Berlin, 223 - 233.

Koch, H., Wechsung, F., Grünwald, U. (2010). Analyse jüngerer Niedrigwasserabflüsse im tschechischen Elbeeinzugsgebiet. *Hydrologie und Wasserbewirtschaftung* 54 (3), 169-178.

Werner, P.C., Gerstengarbe, F.-W. (1997) Proposal for the development of climate scenarios. *Climate Research* 8 (3), 171-182.

WRI HYDROECOLOGICAL INFORMATION SYSTEM (o.D.): <http://heis.vuv.cz/> (Zugriff: 16.09.2005)

Auswirkungen des Globalen Wandels im deutschen Teil des Elbeinzugsgebietes und Anpassungsoptionen

Michael Kaltofen¹⁾, Hagen Koch²⁾, Otffried Dietrich³⁾, Martina Hentschel¹⁾, Stefan Kaden¹⁾

1) DHI-WASY Ltd., Waltersdorfer Str. 105, D-12526 Berlin, Germany

2) Brandenburg University of Technology Cottbus, Chair Hydrology and Water Resources Management, P.O. Box: 101344, D-03013 Cottbus, Germany

3) Leibniz Centre for Agricultural Landscape Research (ZALF) Müncheberg, Institute of Landscape Hydrology, Eberswalder Str. 84, D-15374 Müncheberg

Effects of global change in the German Part of the River Elbe Basin and adaptation options

Recent scenarios of climate change show, that water yield in the Elbe/Labe river catchment will decrease in next decades, due to changing precipitation and increasing temperature. In this context scenarios of global change were regionalized, including water demand according to population and economic development and environmental orientation of sectoral politics. Models of long term water management are able to analyze the corresponding impacts on water availability in huge river catchments

In the project GLOWA Elbe was developed an appropriate model network, that was transformed in the last years to an easy-to-use so-called „Elbe-Expert-Toolbox“. Part of this Toolbox is the Tool „Water resources availability“, core of which is WBalMo Elbe, a long term water resources management model of the whole Elbe river catchment.

With WBalMo Elbe one can perform investigations about how selected management options able to compensate water availability conflicts. Such options can be a modified management of reservoirs or water transfer from other catchments, in order to mitigate regional water conflicts, i. e. inflows to Berlin and the wetland „Spreewald“ or navigation on Elbe river upstream Magdeburg. As indicators are calculated the reliability of minimum stream flows and volumes of reservoirs, low flows of different return intervals and coverage of water demand in different deficit conditions.

Einführung

Ein Hauptkonfliktfeld in GLOWA-Elbe besteht in der Oberflächenwasserverfügbarkeit. Für darauf bezogene Analysen in großen Flussgebieten sind wasserwirtschaftliche Bilanzen dann zwingend, wenn:

- der Abfluss über das Oberflächengewässernetz mit der intensiven Nutzung und Beeinflussung durch Kommune, Industrie, Landwirtschaft, Landschaft usw. zu verknüpfen ist,
- nicht nur Szenarien des Wasserdargebots, sondern auch der Wassernutzung und Wasserbewirtschaftung zu untersuchen sind.

Damit gehen diese Analysen über rein wasserhaushaltliche Betrachtungen hinaus. Allerdings genügen einfache Methoden der Berechnung wasserwirtschaftlicher Bilanzen wie Summen- oder Längsschnittbilanzen den Anforderungen komplexer Analysen bei den Zielsetzungen des Projektes GLOWA-Elbe nicht. Sie erfordern:

- die lage- und zeitgerechte Berücksichtigung der Wechselwirkungen des Wasserdargebots mit den variablen Wasserbedarfsgrößen unterschiedlicher Priorität und der Bewirtschaftung der Speicher, Überleitungen usw.,

- die Betrachtung kontinuierlicher Durchflussreihen, um das gesamte Spektrum von Wasserdargebotssituationen und ihre Aufeinanderfolge zu erfassen,
- die Einbeziehung der Unsicherheit bei der Prognose des zukünftigen Wasserdargebots unter dem Aspekt des Planungscharakters dieser Analysen, die sich im Allgemeinen über mehrere Jahrzehnte erstrecken.

Diese Forderungen bilden den Ausgangspunkt für die Methodik der Langfristbewirtschaftung auf stochastischer Grundlage, die die Wasserdargebotsprozesse als Zufallsprozesse auffasst. Entsprechende stochastische Modelle erzeugen Reihen der erforderlichen hydrologischen und meteorologischen Größen unter Berücksichtigung ihrer Raum- und Zeitstruktur in Flussgebieten. Die für die Simulation der wasserwirtschaftlichen Bilanz anzusetzenden Wasserbedarfsgrößen werden als deterministisch in Bezug auf Zeit und Lage angenommen, da sie Ergebnisse von Planungsprozessen sind. Wenn ausreichend viele Realisierungen der Wasserdargebotsprozesse für den Planungszeitraum erzeugt werden, ein typischer Wert ist 100, dann können im Ergebnis der Simulation der wasserwirtschaftlichen Bilanz entsprechend genaue statistische Aussagen zu interessierenden Indikatoren (Wasserentnahme, Wasserdefizit, Durchfluss, Speicherinhalt usw.) berechnet werden.

Das stochastische Langfristbewirtschaftungsmodell WBalMo GLOWA-Elbe setzt die beschriebene Methodik für die wasserwirtschaftliche Bilanz in Oberflächengewässern und Feuchtgebieten um. Für letzteres wurde das Feuchtgebietsmodell WABI (Dietrich et al. 2007) integriert. Die benötigten hydrologischen und meteorologischen Eingangsdaten werden vom ökohydrologischen Modell SWIM (Hattermann et al. 2005) bereitgestellt. Weitere Informationen zur Simulationssoftware WBalMo[®] enthalten die Internetpräsenz der DHI-WASY GmbH und Assaf et al. 2008.

Die Wassernutzung und –bewirtschaftung umfassen vor allem Wasserentnahmen der Industrie, von Großkraftwerken und der Landwirtschaft, einschließlich der Binnenfischerei, zur Trinkwassergewinnung und Tagebauseeflutung, kommunale und industrielle Direkteinleitungen sowie Wassernutzungen zur Stromerzeugung in Kleinkraftwerken. Dazu kommt die Bewirtschaftung der Wasserressourcen durch Talsperren, Speicher, Überleitungen und durch Pumpwerke vor allem für die Schifffahrt. Diese Daten konnten natürlich nicht „vor Ort“ erhoben werden. Sie wurden direkt von den Wasserbehörden sowie von der Flussgebietsgemeinschaft Elbe (im Rahmen der B-Berichte zur europäischen Wasserrahmenrichtlinie erfasste signifikante Entnahmen und Einleitungen) bereitgestellt. Diese Daten sind für jeden Koordinierungsraum (mehrere Flussgebiete) von den Wasserbehörden homogen erfasst worden. Zwischen den Koordinierungsräumen sind Unterschiede hinsichtlich der Erfassung von Wasserrechten bzw. mittleren Nutzungsdaten bestimmter Zeiträume sowie ihrer Aktualität festzustellen. Gleiches trifft für die in bereits vorliegenden WBalMo-Modulen vorhandenen Daten zu. Eine Homogenisierung der Daten konnte aus Aufwandsgründen nicht vorgenommen werden. In diesem Zusammenhang ist aber zu beachten, dass für einen bedeutenden Teil der Wasserentnahmen und Durchflussforderungen im Projekt GLOWA-Elbe entwickelten Bedarfsfunktionen wirksam werden. Die durch sie berechneten Werte entsprechen der angenommenen regionalen Wirtschafts- und Bevölkerungsentwicklung und der Umweltorientierung sektoraler Politiken, die durch das gewählte Szenario bestimmt sind.

Die folgende Tabelle zeigt einen Überblick über die im WBalMo GLOWA-Elbe vorgenommene Modellierung wasserwirtschaftlicher Prozesse.

* WBalMo ist eingetragenes Warenzeichen der DHI-WASY GmbH.

Tab. 1: Anzahl der Modellobjekte in den Modulen des WBaIMo Elbe

WBaIMo Modul	Bilanz profile	Hydrologische Teilgebiete	Speicherbecken	Wassernutzer	Feuchtgebiete
Elbe – Hauptfluss	62	23	2	99	
Eger (CZ)	96	29	16	218	
Untere Moldau (CZ)	33	13	9	36	
Obere Moldau (CZ)	28	14	5	42	
Berounka (CZ)	31	14	8	41	
Obere/Mittlere Elbe (CZ)	91	32	14	185	
Spree/Schwarze Elster	170	52	15	340	x
Spreewald	168	13	0	132	x
Mulde	198	47	15	313	
Saale	47	7	5	176	
Bode	35	8	6	60	
Weiße Elster	59	17	9	86	
Drömling	72	16	0	89	x
Havel	191	32	3	194	x
Rhin	149	9	5	122	x
Berlin	56	12	0	146	x
Nuthe	70	11	0	88	x
Buckau	25	9	0	27	x
Plane	42	7	0	49	x
Großer Havelländischer Hauptkanal	44	7	0	45	x
Dosse-Jäglitz	61	12	2	63	x
Untere Elbe	189	50	0	168	x
Summe	1917	434	114	2719	

Szenarien und Handlungsoptionen

Innerhalb des GLOWA-Elbe-Projekts wurden zwei globale Entwicklungsrahmen analysiert. Der Entwicklungsrahmen „Globalisierung“ entspricht einer beschleunigten globalen Integration, hohen Wachstumsraten und regionaler Konvergenz zwischen Ost und West. Der Entwicklungsrahmen „Differenzierung“ entspricht einer verlangsamten globalen Integration, niedrigeren Wachstumsraten und einer Persistenz der regionalen Differenzierung zwischen Ost und West. Die beiden globalen Entwicklungsrahmen werden mit zwei regionalen Umweltpolitiken verbunden. Die erste dieser Politiken entspricht einer Fortschreibung der bisherigen Umweltorientierung, während die zweite einer verstärkten Umweltorientierung entspricht.

Mit dem WBaIMo GLOWA-Elbe wurden Handlungsoptionen in Bezug auf die Wasserbewirtschaftung untersucht. Zunächst wurden die Auswirkungen der genannten Szenarien für die

(1) aktuelle Bewirtschaftungsplanung ermittelt. Darüberhinaus wurden Optionen analysiert, denen folgende Ziele als Annahme zugrunde liegen:

- (2) Erhalt von Feuchtgebieten im Elbeeinzugsgebiet
- (3) Sicherung des Kühlwasserbedarfs für die Stromerzeugung im Elbeeinzugsgebiet
- (4) Verbesserungen für die Sicherheit der Schifffahrt in der Elbe oberhalb Magdeburg
- (5) Sicherung der Mindestzuflüsse für den Spreewald und Berlin

Für die aktuelle Bewirtschaftungsplanung zeigt die folgende Abbildung, wie sich ausgehend vom Simulationshorizont 2005 die mittleren Jahresabflüsse im Elbelängsschnitt bis 2050 verändern, wenn ein Szenario der ökonomischen und Klimaentwicklung zugrunde gelegt wird, das von einer Globalisierung bei Fortschreibung der bisherigen Umweltorientierung ausgeht.

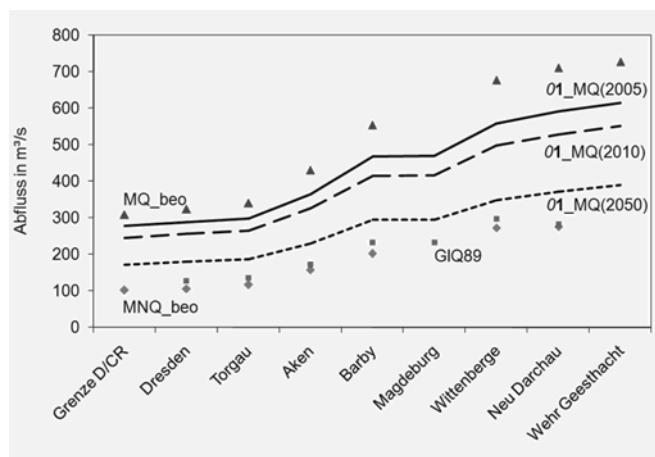


Abb. 1: Mittlere Jahresabflüsse MQ im Elbelängsschnitt (Simulationshorizonte 2005, 2010 und 2050) für das Szenario Globalisierung/Fortschreibung der bisherigen Umweltorientierung (MQ_beo - Mittlerer beobachteter Abfluss, MNQ_beo - Mittlerer beobachteter Niedrigwasserabfluss, GIQ89 – Durchfluss bei Bezugswasserstand GIW 1989)

Danksagung

Die Autoren danken dem BMBF für die Förderung der Arbeiten im Rahmen des BMBF-Verbundprojekts GLOWA-Elbe (FK: 01LW0311) und unseren Partnern im Verbundprojekt für die Zusammenarbeit.

Literatur

- Assaf, H., van Beek, E., Borden, C., Gijsbers, P., Jolma, A., Kaden, S., Kaltofen, M., Labadie, J. W., Loucks, D.P., Quinn, N. W. T., Sieber, J., Sulis, A., Werick, W. J., and Wood, D. M., "Generic Simulation Models for Facilitating Stakeholder Involvement in Water Resources Planning and Management: A Comparison, Evaluation, and Identification of Future Needs," Chapter 13 in "Environmental Modelling, Software and Decision Support: state of the art and new perspectives", Jakeman, A.J., Voinov, A.A., Rizzoli, A.E. and Chen, S.H. (eds), Elsevier series on Developments in Integrated Environmental Assessment. Elsevier Ltd. 2008
- Dietrich, O., Redetzky, M., Schwärzel, K. (2007) Wetlands with Controlled Drainage and Subirrigation Systems - Modelling of the Water Balance. *Hydrological Processes* 21(14): 1814-1828, DOI: 10.1002/hyp.6317.
- Hattermann, F. F., Wattenbach, M., Krysanova, V., Wechsung, F. (2005) Runoff simulations on the macroscale with the ecohydrological model SWIM in the Elbe catchment - validation and uncertainty analysis. *Hydrological Processes* 19, 693-714.

Perspektiven der Elbschifffahrt im Lichte des Klimawandels

Prof. Dr. Heinrich Reincke

Senatskanzlei der Freien und Hansestadt Hamburg

Die Elbschifffahrt hat eine über 1000-jährige wechselvolle Geschichte und leistete insbesondere einen wichtigen Beitrag zur Entwicklung der Stadt Hamburg. Anschlüsse per Binnenwasserstraßen bestehen von Hamburg aus an die Ostseeregion, Ost- und Südosteuropa.

Zurzeit hat die Binnenschifffahrt jedoch noch eine eher untergeordnete Bedeutung für den Hinterlandverkehr des Hamburger Hafens im Vergleich zu den Transportalternativen LKW und Bahn. Der Hamburger Hafen hatte im „Krisenjahr“ 2009 einen Gesamtumschlag von 110.4 Mio. Tonnen und einen Containerumschlag von 7 Mio. TEU. Davon wurden im Hinterlandverkehr 51% per LKW, 27% per Bahn, 20% per Feederschiff und nur 2% per Binnenschiff transportiert, was einer absoluten Menge von 92.000 TEU entsprach. Im Lichte aktueller Prognosen und Trends ist aber aus Hamburger Sicht mit einer zunehmenden Bedeutung der Binnenschifffahrt zu rechnen:

- Die prognostizierten Steigerungen im Containerumschlag im Hamburger Hafen (kumulierte Kapazität bis 2020: 20 Mio. TEU) stellen LKW und Bahn vor große Probleme, da sich beide bereits heute an ihren Kapazitätsgrenzen bewegen. Einzig die Binnenschifffahrt hat noch größeres Steigerungspotential. Voraussetzung für die Erfüllung dieses Potentials ist die Wiederherstellung des hydromorphologischen Zustands von vor dem Hochwasser 2002 an der mittleren und oberen Elbe (an durchschnittlich 345 Tagen im Jahr eine Fahrtiefe von mindestens 1,60m bis Dresden und 1,50m zwischen Dresden und der tschechischen Staatsgrenze), der nach den Vorstellungen des Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) bis 2011 abgeschlossen sein soll.
- Es herrscht eine allgemeine Aufmerksamkeit und Aufgeschlossenheit gegenüber dem Thema Binnenschifffahrt, was durch die vorgenannten Randbedingungen für die Wasserstraße Elbe, die Forschung an umweltfreundlicheren Antrieben für Binnenschiffsmotoren (dieselelektrische Antriebe und Brennstoffzellenantriebe), die Entwicklung von Containerschiffen speziell für die Binnenschifffahrt oder auch die Einrichtung eines Containerlinienverkehrs per Schiff zwischen Hamburg, Wittenberge und Berlin belegt wird.
- Schon jetzt ist die Binnenschifffahrt deutlich umweltfreundlicher als der LKW und verglichen mit der Bahn entweder gleich gut oder nur geringfügig schlechter, was den CO₂ Ausstoß betrifft.
- Auch die Marktbegleiter des Hamburger Hafens setzen auf das Binnenschiff. Beispielsweise will Rotterdam bis 2030 den Anteil des Binnenschiffs am Hinterlandverkehr auf 45% steigern (wobei die Situation der Binnenschifffahrt in den Niederlanden schon auf Grund der natürlichen Gegebenheiten deutlich besser ist als in Deutschland).

In Hamburg wird derzeit ein mittel- bis langfristiger Anstieg des Anteils des Binnenschiffs am Modal-Split auf 5% angestrebt. Dies würde basierend auf aktuellen Umschlagprognosen für

den Hamburger Hafen 2015 einer Gesamtmenge von 500.000 TEU entsprechen, mehr als das Fünffache der Menge von 2009.

Vergleich mit LKW und Bahn

Der Erfolg der Binnenschifffahrt ist weniger eine politische als eine wirtschaftliche Fragestellung; er hängt davon ab, ob sie von der Wirtschaft als gleichwertige Alternative zum Transport per Straße oder Schiene anerkannt wird. Letztendlich muss die Binnenschifffahrt in Bezug auf Kosten, Zuverlässigkeit und Schnelligkeit gegenüber LKW und Bahn wettbewerbsfähig sein.

Die Kosten werden insbesondere durch die Abfertigungskosten im Seehafen beeinflusst (beispielsweise haben sie in einer Kostenkalkulation für einen Binnenschifftransport auf der Relation Hamburg-Magdeburg/Haldensleben einen Anteil von rund 40% an den Gesamtkosten). Hier hat das Binnenschiff entscheidende Nachteile weil Prozesse und Infrastruktur für das Verladen auf LKW und Bahn seit langem vorhanden und eingespielt sind, während das Verladen auf ein Binnenschiff heute noch einen „Sonderfall“ darstellt. Aus den für den Einsatz an Seeschiffen ausgelegten Containerbrücken resultieren umfangreiche operative Probleme sowie betriebliche Ineffizienzen, die sich im Vergleich zu LKW und Bahn in wesentlich höheren Umschlagkosten niederschlagen. Die höheren Abfertigungskosten sorgen häufig für einen Kostennachteil des Binnenschiffs gegenüber dem LKW trotz geringerer Kosten im Hauptlauf. Diese Hauptlaufkosten werden auch durch die Größe und Beladungsmöglichkeiten der Binnenschiffe beeinflusst. Während der Bereich der mittleren Elbe gemäß Klassifizierung der Binnenwasserstraßen für Schiffstypen mit einer Breite von 2m x 11,4m zugelassen ist und somit den Einsatz von Strom-Schubschiffen mit 6 Schubleichtern (Kapazität 144 TEU) ermöglicht, sind auf der oberen Elbe und dem Kanalnetz nur kleinere, einreihige Schubverbände mit einer Kapazität von maximal 96 TEU einsetzbar. Außerdem sind im Kanalnetz zusätzliche Einschränkungen durch Schleusenfahrten zu berücksichtigen.

Die Zuverlässigkeit der Binnenschifffahrt wird von den Witterungsverhältnissen beeinträchtigt, die nicht beeinflussbar sind. Auch bei Unterhaltung der Elbe auf einem Niveau wie vor dem Hochwasser im Jahr 2002 gibt es Zeiten, in denen sie für Binnenschiffe nicht oder nur eingeschränkt befahrbar ist. Die Fracht müsste dann so lange liegen bleiben oder kurzfristig auf andere Transportwege verlagert werden, was wieder zu höheren Transportkosten führen kann.

Die Schnelligkeit der Binnenschifffahrt könnte durch veraltete Infrastruktur auf der Wasserstraße beeinträchtigt werden, wenn die Kapazitäten ausgeweitet werden müssen. So könnten sich manche Schleusen als Engpässe erweisen und für Staus sorgen. Außerdem orientiert sich derzeit die Beschaffenheit und Kapazität der im Hamburger Hafen bestehenden Infra- und Suprastruktur an den Anforderungen großer Seeschiffe. Eine feste Liegeplatzzuordnung für Binnenschiffe besteht noch nicht, was zu Teil umfangreiche Wartezeiten nach sich zieht.

Durch die prognostizierten Wachstumsraten und die Kapazitätsgrenzen von Straße und Schiene wird die tatsächliche Herausforderung allerdings weniger eine „harte Konkurrenz“ zwischen den drei Verkehrsträgern sein, sondern die zweckmäßigste Einbindung und Kombination der infrastrukturellen Möglichkeiten, um insgesamt einen möglichst wirtschaftlichen, zuverlässigen und schnellen Hinterlandtransport zu gewährleisten. Bei diesem Ziel kommt dem Umwelt- und Klimaschutz eine immer größere Bedeutung zu.

Binnenschifffahrt und Umwelt

Es existieren mehrere, gegenläufige Modelle zu den möglichen Auswirkungen des Klimawandels auf die freifließende Elbe – mit Ergebnissen von extremer Trockenheit im Einzugsgebiet bis hin zu zeitlich ansteigenden Niederschlägen. Verschiedene wissenschaftliche Studien sagen unterschiedliche Entwicklungen voraus. Allerdings ist wohl davon auszugehen, dass die Zukunft eine größere Bandbreite und stärkere Unsicherheit des Witterungsgeschehens bereithält, an die auch die Entwicklung der Binnenschifffahrt angepasst werden muss.

Das derzeitige Unterhaltungsziel einer Fahrtiefe von 1,60m an durchschnittlich 345 Tagen im Jahr stellt lediglich eine Wiederherstellung des Zustands von vor 2002 dar; nach den Vorstellungen des BMVBS soll dieser Zustand ohne Ausbau erhalten werden. Es ist allerdings möglich, dass der Klimawandel die Wasserstände der Elbe in Zukunft so verändert, dass die geplante Fahrtiefe nicht – oder nur mit schwerwiegenden Eingriffen in das Ökosystem und großem finanziellen Aufwand – aufrechterhalten werden kann. Binnenschifffahrt, wie wir sie heute kennen, wäre dann aus betriebswirtschaftlicher Sicht nicht mehr sinnvoll. Wenn aber die Elbe nicht den Anforderungen der Binnenschifffahrt angepasst werden kann, so ist zu prüfen, ob nicht die Binnenschifffahrt an die Anforderungen der Elbe angepasst werden kann. Bereits jetzt existieren Überlegungen, ein Flusscontainerschiff vom Design und der Antriebstechnik dahingehend zu optimieren, dass es bei sehr geringem Tiefgang möglichst viele Container transportieren kann. Solche technischen Innovationen könnten die Binnenschifffahrt auch auf einer durch den Klimawandel veränderten Elbe möglich und wirtschaftlich machen.

Die Binnenschifffahrt leistet bereits jetzt einen Beitrag zur Verringerung des CO₂ Ausstoßes und damit zum Klimaschutz. Ein einziger auf der Elbe/Labe zwischen Böhmen via Sachsen gen Hamburg in Fahrt befindlicher Schubverband ersetzt 86 LKWs und deren erheblich höhere CO₂ Ausstöße. Bei der prognostizierten Steigerung des Containertransports wird es natürlich auch zu einer entsprechenden Erhöhung von CO₂ Ausstößen kommen, was die Binnenschifffahrt wenigstens etwas dämpfen könnte. Wenn es nicht gelingt, die für die Binnenschifffahrt angestrebten 500.000 TEU zu erreichen, werden diese Container größtenteils zusätzlich per LKW transportiert werden müssen, da hier die Kapazitätsgrenzen zumindest etwas flexibler sind als bei der Bahn. Bei einem Verkehrsträgervergleich wurden durchschnittliche Zahlen von 33,16 für die Wasserstraße, 105,16 für die Straße und 30,65 für die Schiene (g/tkm CO₂ Ausstoß) berechnet. Die Tendenz dieser Zahlen ist eindeutig und liefert ein deutliches Argument für die Binnenschifffahrt gerade im Licht des Klimawandels. Neben geringeren CO₂- und Luftschadstoff-Ausstößen weist der Gütertransport per Binnenschiff auch eine erheblich geringere Lärmbelastung auf.

Zusätzlich zu den Containertransporten eignet sich die Elbe auch für Projektladungen, Anlagentransporte, Schwerlasten und den Transport von sperrigen Gütern, welche auf der Straße als Sondertransporte gefahren werden müssten. Damit verbunden wären der Einsatz von weiteren Begleitfahrzeugen und entsprechende Verkehrsbehinderungen, die noch zusätzlichen CO₂ Ausstoß verursachen würden. Auch diese Transportart trägt zur Nutzung der Elbe für die Binnenschifffahrt und zum Klimaschutz bei.

Der prognostizierte Anstieg des Containerumschlags verbunden mit den fast schon erreichten Kapazitätsgrenzen bei Bahn und LKW werden die Preisrelation zugunsten der Binnenschifffahrt verändern. Bereits jetzt ist die Binnenschifffahrt ein klimaschonendes Verkehrsmittel mit geringem CO₂ Ausstoß. Das große Interesse am Thema Binnenschifffahrt könnte durch Innovationen und Investitionen noch weiter in diese Richtung wirken und zu

einer weiteren Reduktion von schiffsinduzierten Schadstoffemissionen, beispielsweise durch die Nutzung von dieselektrischen Antrieben und den Einsatz von Brennstoffzellen in der Binnenschifffahrt führen. So besteht durch die Förderung der Nutzung von Wasserstraßen die Chance zu einem gesünderen Gleichgewicht zwischen Ökonomie und Ökologie in der Logistik zu kommen.

Povodí Ohře ve světle klimatických změn

Tomáš Pail

Povodí Ohře, státní podnik

The Ohře (Eger) river basin in the light of climatic changes

The manifestations and consequences of climatic changes are a subject that is much monitored not only at the worldwide or European level but also in the climatically relatively safe area of the Czech Republic.

Climatic and hydrological changes occur even in our country, and it is necessary to prepare for them not only at the national but also at the regional and local level. Preparations for possible problems with the availability and security of water resources, at times in connection with an inadequate exploitation thereof, is one of the most important topics of water management of the decade to follow.

As climatic and hydrological forecasts indicate, greater variations in the distribution of precipitation and temperatures than we have been hitherto accustomed to can be expected to occur during the following decades, and it is necessary to prepare mainly for the consequences of dry periods.

Whereas the impact on the main priority – supplying the population with drinking water – is not serious for the time being, the effect on the minimum discharges in water courses appears to be a much greater problem. It is evident that low water levels in streams will also show in the quality of water and the quality of life in the streams in general.

Implications of changes in climatic or, more precisely, hydrological conditions manifest themselves locally in the area administered by Povodí Ohře already now.

Úvod

Příprava na projevy klimatické změny a na možné problémy s dostupností a zabezpečeností vodních zdrojů, leckdy ve spojení s jejich neadekvátní exploatací, je jedním z nejdůležitějších témat vodního hospodářství přicházejícího období. Jak uvádějí klimatické a hydrologické předpovědi, během následujících desetiletí lze očekávat větší výkyvy v rozložení srážek a teplot, než jsme byli doposud zvyklí a na důsledky především suchých období je třeba se připravovat.

Problémy

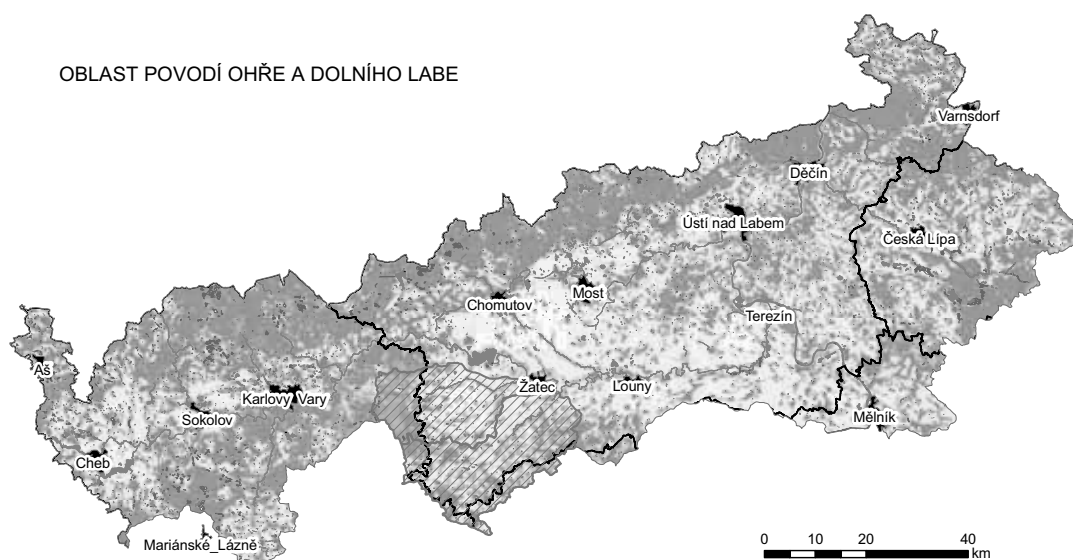
Pod dojmem proběhlých katastrofálních povodní na jaře 2010 a pod mediálním vlivem může ve veřejnosti v současnosti převládat názor, že je třeba vodní toky a vodní díla a opatření v krajině směřovat k větší ochraně před povodněmi. Je ale vhodné zachovat rozumný přístup a opatření nasměrovat jak k ochraně před následky extrémních povodní, tak před důsledky déletrvajících sucha.

Území ve správě Povodí Ohře, státní podnik, resp. oblast povodí Ohře a dolního Labe, se vyznačuje vysokým podílem aridních oblastí (39 %), čímž je pasována do pozice nejsušší oblasti v Česku. Mezi nejproblémovější místa, kde je možno již dnes pozorovat projevy sucha vlivem klimatických změn, v možné kombinaci s nevhodným užíváním vod, je povodí toků Blšanka a Liboc, povodí Pšovky a dalších pravostranných přítoků Labe pod Mělníkem. Objevují se i problémy vlivem rekultivace krajiny po důlní těžbě, kdy zrušením čerpaní důlních vod, vznikají na doposud vodou dotovaném toku problémy se zachováním průtoku (Srpina).

Z hlediska výhledové vodní politiky v regionu je důležité mít o problematice dostatek věrohodných informací. Proto bylo v období 2008–2010 zpracováno několik výhledových hydrologických studií řešících výhledové potřeby vody v oblasti povodí Ohře a dolního Labe.

Blišanka

Nejvíce ohrožená příchodem klimatické změny je oblast Žatecka, Lounska a Podbořanska, což vyplývá z charakteru tohoto území: jedná se o nejsušší území v Česku, průměrná roční srážka je pouhých 450 mm. Hlavními vodními toky, odvádějícími vodu z prostoru Doupovských hor, jsou Blišanka a Liboc. V každém z obou povodí má Povodí Ohře od roku 2001 limnigrafické stanice (Blíšanka – Stránky, Liboc – Libočany), na Blíšance je od roku 1968 měření v profilu Holedeč (ČHMÚ). Připravuje se doplnění měření o další dvě stanice, o Kryry na Blíšance a Vilémov na Liboci. Jelikož situace v těchto povodích a zejména v povodí Blíšanky je z hlediska poklesu průtoků nevyhovující již řadu let, byla v roce 2008–2009 zpracována Studie potřeb vody [1]. Ta hodnotí současné a výhledové hydrologické možnosti povodí s ohledem na užívání vod a současně navrhuje i opatření pro nápravu nebo zmírnění nevyhovujícího stavu. Všechny čtyři scénáře klimatické změny (kombinace regionálních a emisních scénářů), na které byla studie počítána, předpovídají pokles odtokové výšky v rozsahu 19–55 % oproti referenčnímu období 1968–1990. Z analýzy dat užívání vody vyplývá, že průtok v Blíšance a Liboci je zejména v málovodných obdobích z velké části nadlejšován z vodárenských systémů přečištěnými odpadními vodami.



Obr. 1 Území správy Povodí Ohře s vyznačením povodí Blíšanky a Liboce

Zabezpečenost minimálního zůstatkového průtoku v toku je v současnosti 80–90 %, i podle optimistického scénáře zabezpečenost ve výhledu klesá na 60–70 %. Za takové situace nebude bez odpovídajícího nadlejšování možno zabezpečit ani stávající odběry. Ke špatnému stavu přispívá i zhoršující se stav podzemních vod. Dlouholetým odběrem podzemní vody v profilu Holedeč došlo v okolí k poklesu hladiny podzemní vody oproti původnímu stavu až o 13 m. To vede k tomu, že průtok v korytě není v málovodných obdobích podpovrchově dotován, ale dochází k infiltraci vody z toku do podloží. Studie přináší také rozbor výhledové potřeby vody pro závlahu s ohledem na strukturu pěstovaných plodin.

Toky jsou ovlivněny řadou menších, byť povolených, ale podlimitních, do bilance nehlášených odběrů, které mají značný vliv na celkový odběr z toku. V povodí Blíšanky se jedná o 14 % z evidovaných bilančních odběrů (2007).

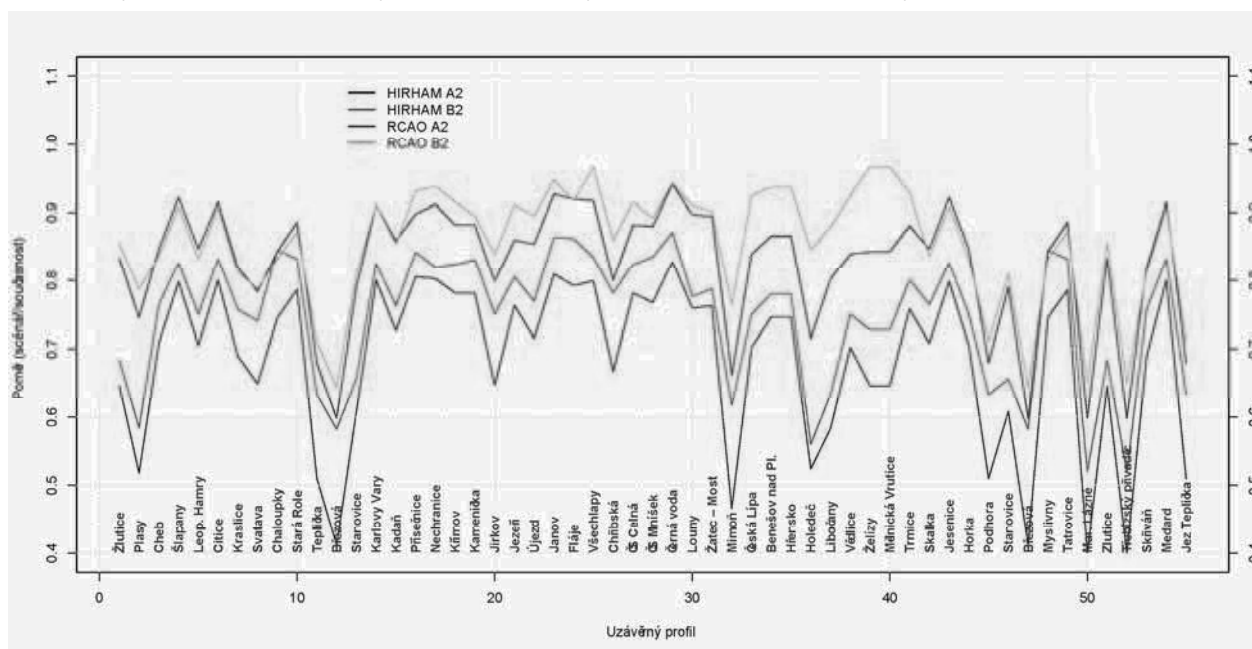
Výsledkem situace jsou pravidelné každoroční letní zákazy odběrů z toků v povodí Blíšanky. Povodí Ohře se snaží ve spolupráci se ZVHS a vodoprávními úřady situaci zlepšit. Bylo dohodnuto nadlejšování průtoků v Blíšance ze závlahové nádrže Vidhostice. Podle dosavadních zkušeností z jedné sezóny se ukazuje, že ani toto nadlejšování nemusí mít

větší význam – dochází k podpovrchovým ztrátám vody z toku a na dolní část nadlepšovaného úseku už nemá opatření vliv. Spolupráce vodoprávních úřadů se správci toků je na velmi dobré úrovni, je snaha společně posílit kontroly odběrů, dodržování zákazů a také doplnit evidenci o zbývajících podlimitních odběry.

Jedná se o intenzivně zemědělsky využívanou oblast, proto hlavní roli v odběrech hrají závlahy. Negativní dopady lze tedy čekat v první řadě na zemědělskou produkci v oblasti, především pěstitelé chmele jsou už nyní omezováni ve svých požadavcích na odběry vody. Vzhledem k neuspokojivé (a v letním období kritické) situaci nejsou nové odběry z toků povolovány. Pouze náhradou za ty stávající, anebo po vybudování odpovídající akumulace vody. Návrhy pro zlepšení stavu směřují přes hydrotechnická a krajinná opatření k posílení akumulace vody v území. Vedle tří velkých lokalit zmíněných již v SVP, vytypovala studie dalších 29 menších lokalit morfologicky vhodných pro akumulaci povrchových vod. Je možno dodat, že popisované problémy se netýkají pouze povodí Blšanky a Liboce, ale i sousedních toků na Rakovnicku v oblasti povodí Berounky.

Na základě výhledových studií potřeb vody [2, 3], zpracovaných pro oblast povodí Ohře a dolního Labe, lze očekávat problémy se zabezpečeností zdrojů vody už v střednědobém, 20letém výhledu v povodí Teplé – v profilech nádrží Stanovice a Březová. Stanovice jsou přitom významným vodárenským zdrojem pro oblast Karlovarska. Dalším ohroženým zdrojem vody je na východě území vodárenská nádrž Chřibská. Studie se věnují kvantitativnímu hodnocení, změny v jakosti vod nebyly zatím v této fázi řešeny. Na obr. 2 je vidět jeden z výstupů studie [3] – pokles odtoku (poměr scénář/současnost) v dlouhodobém výhledu k roku 2085.

Zatímco dopad na zásobování obyvatelstva pitnou vodou z velkých vodních zdrojů není ani ve střednědobém výhledu zatím závažný, daleko dříve lze očekávat problémy s udržení minimálních průtoků ve vodních tocích. Je pravděpodobné, že nízké stavy v tocích se projeví i na kvalitě vody a vůbec kvalitě života v tocích. Ukazuje se, že projevy sucha v tocích jsou posilovány snižováním hladiny podzemní vody, často vlivem nadměrných odběrů.



Obr. 2 Poměr odtoku (scénář/současnost) ve vybraných profilech pro výhled k r. 2085

Plán oblasti povodí [4] si všímá trendů, s kterými je třeba už k roku 2015, s ohledem na projevy změny klimatu, počítat. Vzroste tlak na větší využívání vody pro závlahu, a to i ve vazbě na zvyšující se teploty. Další důsledky sucha lze čekat v oblasti rekreace a hydroenergetiky.

Adaptace

Protipovodňové ochraně je již několik let věnována značná pozornost, podobné pozornosti by se mělo dostat i otázkám sucha. K větší ostražitosti vybil i letošní Národní dialog o vodě v Medlově. Zkonstatoval, že dříve či později bude Česko postiženo obdobím významného hydrologického sucha. Zkonstatoval, že současné právní předpisy a organizační opatření v rámci krizového řízení nejsou na případy extrémního sucha ani na možnost selhání vodárenského systému připraveny, řeší jen dodávku pitné vody. V oblastech, kde se pokles odtoku projevuje nejvýznamněji, již nejde jen o krizové situace, ale i o to, že nedostatečné nebo plně využití vodní zdroje limitují hospodářský rozvoj (nelze povolovat odběry vody pro průmysl, závlahy ani rozšířené zásobení obyvatel). Řešení těchto problémů v některých případech přesahuje možnosti regionu. Je nepochybné, že zásadní postupy je třeba připravit na národní úrovni, značný význam ale mají i opatření na regionální nebo lokální úrovni, kde velkou roli hraje například i dobrá spolupráce správců toků s místní veřejnou správou.

Je snahou Povodí Ohře dále snižovat dopady antropogenních vlivů na vodní prostředí a zároveň specifikovat dopady poklesu průtoků a zásob vody vyvolaných klimatickou změnou. Současně také podílet se na inovaci systému vodohospodářské bilance a na zpracování metodiky predikce možných problémů a včasného přijímání potřebných opatření, a tím přispět k řešení ochrany vodních zdrojů. Adaptační opatření pro zmírnění negativních důsledků předpokládané změny klimatu zmiňuje také Plán oblasti povodí a dolního Labe [4]. Součástí adaptačních opatření musí být pochopitelně i územní vymezení lokalit vhodných pro akumulaci povrchové vody. S tím počítá i vodní politika na národní úrovni v připravovaném Generelu území chráněných pro akumulaci povrchových vod. V území spravovaném Povodím Ohře je takových lokalit navrženo celkově osm.

Mezi adaptační opatření lze řadit i změny ve využívání vody a krajiny, jednak v urbanizovaných území správným odvodněním dešťových vod (zadržování, vsakování, přímé využívání), jednak v extravilánu důsledným uplatňováním principů správné zemědělské praxe, osevních postupů a ochranou pozemků před erozí. Lze čekat, že vzroste důraz na další zlepšování technického a provozního stavu vodohospodářské infrastruktury, např. snížení úniků vody, efektivnější nakládání s vodami s využitím moderních technologií, chytrá technická řešení, zpřísněné vymáhání správného užívání vod, recyklace odpadních vod a další. A to zřejmě i s větším využitím ekonomických nástrojů.

Závěr

Vzhledem k nejistotám v klimatických předpovědích a ke stálému vývoji modelovacích nástrojů a doplňování datových řad je nepochybné, že bude nutno prognózy dopadů na hydrologické poměry v několikaletých intervalech aktualizovat a zpřesňovat. Ať už je změna klimatu vyvolána přičiněním člověka, skleníkovým či jiným efektem, je tu a je třeba ji vzít na vědomí. Je zřejmé, že už dnešní generace vodohospodářů bude s tímto fenoménem neustále a čím dál více konfrontována.

Literatura:

- [1] Kašpárek, L., Mrkvičková, M.: Studie potřeb vody pro povodí vodních toků Blšanka a Liboc. VÚV T.G.M., Praha, 2010.
- [2] VRV & VÚV T.G.M.: Výhledová studie potřeb a zdrojů vody v Karlovarském kraji. Praha, 2009.
- [3] VÚV T.G.M. & VRV: Výhledová studie potřeb a zdrojů vody v oblasti povodí Ohře a dolního Labe – východní část., Praha, 2009.
- [4] Plán oblasti povodí Ohře a dolního Labe. Hydroprojekt CZ, Praha 2009.
- [5] Národní dialog o vodě 2010 – Závěry. ČVTVHS & VÚV T.G.M. & Global Water Partnership, Medlov 2010.
- [6] Němec, J. a kol.: Vodstvo a podnebí v České republice. MZe & Consult, Praha, 2009.

Klimawandel - mögliche Auswirkungen auf die Wasserwirtschaft in Bayern und Anpassungsstrategien

Ltd. Baudirektor Erich Haussel
Regierung von Oberfranken, Bayreuth

Climate change - potential impacts on water resources management in Bavaria and adaption strategies

In Bavaria, climate change may lead both to changes in water levels and discharges as well as to changes in the availability of the groundwater. In addition, the intensity and the frequency of extreme discharge events and therefore the deposit transport may increase. Due to changes in the water temperature regime the ecological status of the aquatic systems may be influenced. As a result, floods could occur more often which may affect thereby existing uses of water resources. To diminish these possible effects of climate change in the field of water resources management, adaptation strategies are necessary. In terms of precautionary measures against flood damages, of particular importance in addition to established strategies are the choice of the right principles of dimensioning and the establishment of further flood retention basins. To reduce the impacts of drought events it is most essential to ensure a sufficient water supply. To prevent the biological efficiency of the aquatic eco system, hydro morphological measures together with the increase of low water discharges are necessary. All these issues cannot be reached only by the government, but also in cooperation with industry, local authority districts and water and disposal companies up to the single citizen.

Klimaentwicklung und Klimaprognosen für Bayern:

Auch wenn der mittlere Jahresniederschlag in Bayern im Wesentlichen erhalten bleibt oder nur geringfügig zunehmen wird, ist von einer Umverteilung innerhalb des Jahres, von trockeneren Sommern hin zu feuchteren Wintern auszugehen. Regional wird im Sommer die Anzahl der heißen Tage ($> 30^{\circ}\text{C}$) zunehmen, die Frosttage im Winter werden voraussichtlich abnehmen. Generell ist mit einer Häufung von extremen Wetterlagen, wie Starkregenereignisse oder Trockenperioden zu rechnen.

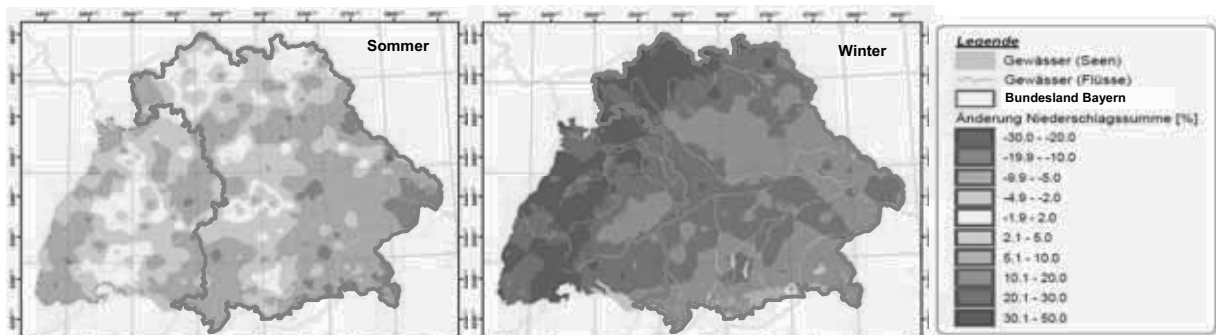


Abbildung 1: Niederschlagsänderung Projektion 2021 - 2050 im Vergleich zu 1971 - 2000

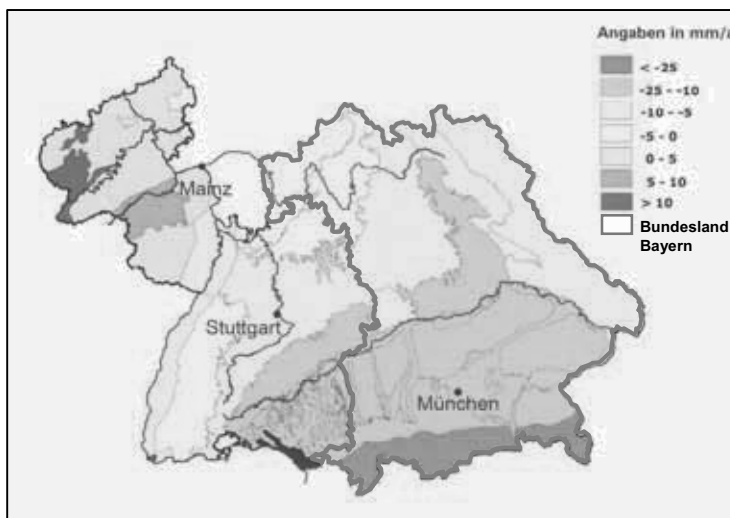
Quelle: Bayer. Landesamt für Umwelt

Mögliche Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft in Bayern:

Veränderungen in der jährlichen Niederschlagsverteilung beeinflussen direkt die Wasserstände und das Abflussregime der Fließgewässer. Vermehrte Hoch- und Niedrigwassersituationen wirken sich unmittelbar auf Siedlungsgebiete in den Talauen und auf Gewässernutzungen aus. Die Veränderung des Temperaturregimes hat Konsequenzen für den ökologischen Zustand unserer Oberflächengewässer und negative Folgen für die Fischerei. Die Intensität und die Häufigkeit von Extremereignissen, wie Starkregen, Hochwasser, Trocken- und Niedrigwasserperioden und Stürme werden zunehmen. Dies kann zu hohen Schäden an Ver- und Entsorgungseinrichtungen und zur zeitweiligen lokalen Einschränkung der Versorgungssicherheit in der öffentlichen Wasserversorgung und der Abwasserbeseitigung führen. Eine Zunahme des Geschiebetransports bei höheren Abflüssen hat beispielsweise

Folgen für den Hochwasserschutz. Mit der Veränderung der Grundwasserneubildung ändert sich die Verfügbarkeit des Grundwassers in einzelnen Landesteilen und zu bestimmten Jahreszeiten. Die Grundwasservorräte und vor allem die Quellschüttungen können daher in Trockenperioden abnehmen und Versorgungsengpässe oder ökologische Folgen verursachen.

Abbildung 2:
Änderung der Grundwasserneubildung 2021 - 2050 im Vergleich zu 1971 - 2000
Quelle: Bayer. Landesamt für Umwelt



Bestehende Anpassungsmaßnahmen:

Vorsorge gegen Hochwasserschäden:

Das Hochwasserschutz-Aktionsprogramm 2020 aus dem Jahr 2001 berücksichtigt die drei Handlungsfelder, natürlicher Rückhalt, technischer Hochwasserschutz und die Hochwasservorsorge. Mit einer Gesamtinvestition von 2,3 Mrd. Euro bis 2020 wird es konsequent unter Berücksichtigung des Klimawandels fortgeführt. Dazu wurde im Jahr 2004 ein Klimazuschlag von 15% auf den Bemessungswasserabfluss HQ_{100} für technische Hochwasserschutzanlagen eingeführt.

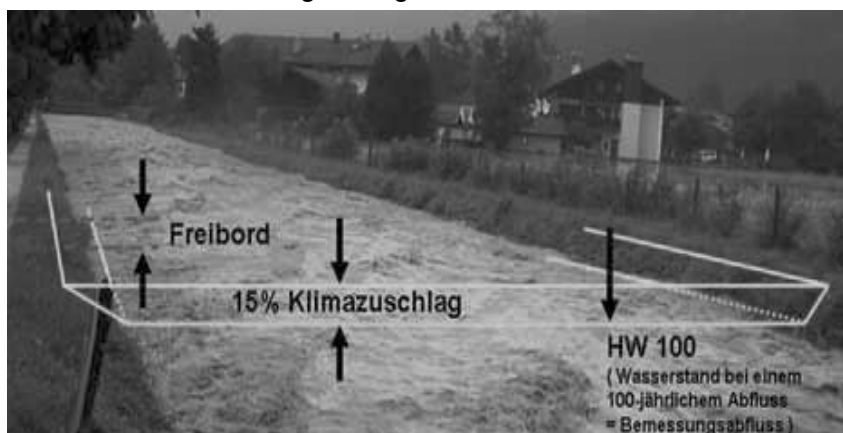


Abbildung 3: Klimaänderungszuschlag
Quelle: Bayer. Landesamt für Umwelt

Weiterhin werden die Sicherung und der Ausbau von Hochwasserrückhaltepotentialen forciert. So sollen neben Deichrückverlegungen sieben Flutpolder mit einer Gesamtfläche von 15 km² und einem Gesamtrückhaltevolumen von 42,5 Mio. m³ angelegt werden. Die Kosten hierfür betragen ca. 150 Mio. Euro.

Parallel dazu werden Erhebungen für weitere Standorte für Hochwasserrückhaltbecken durchgeführt und deren Sicherung, beispielsweise in der Regionalplanung betrieben. Die Ermittlung und Ausweisung von Überschwemmungsgebieten und ein konsequenter Vollzug der damit verbundenen Nutzungsvorgaben, insbesondere für einen schadlosen Hochwasserabfluss, wird, trotz mehrfacher rechtlicher Änderungen und Nutzungskonflikten vor Ort, mit Nachdruck weiter betrieben. Mit einem Kostenaufwand von rd. 33 Mio. Euro wurden die insgesamt 9500 km Gewässer erster und zweiter Ordnung berechnet. Im Informationsdienst Überschwemmungsgefährdete Gebiet (IÜG) sind die Überschwemmungsgebiete und die wassersensiblen Bereiche als Internetkartendienst aufbereitet, im Informationsdienst Alpine Naturgefahren (IAN) die Gebiete, die durch Lawinen, Muren oder Rutschungen gefährdet sein können. Diese Informationsdienste geben Bürgern, Gemeinden und Planern die Möglichkeit sich über die Naturgefahren zu informieren und Vorsorge zu treffen. Aktuell werden entsprechend der EG - Hochwasserrisikomanagement - Richtlinie (EG-HWRM-RL) Hochwassergefahrenkarten, Hochwasserrisikokarten und Hochwasserrisikomanagementpläne erstellt und die Risikokommunikation gefördert. Für das Main - Einzugsgebiet (ca. 28%

der Landesfläche) wird der bereits vorhandene Aktionsplan Main nach den Anforderungen der EG-HWRM-RL bis 22.12. 2010 umgearbeitet.

Bei überströmungsgefährdeten Hochwasserschutzanlagen soll das Restrisiko durch Nachrüstung und den Einbau überströmungssicherer Abschnitte reduziert werden. Dabei werden in Deichen und Mauern definierte Überlaufbereiche angelegt und an Talsperren Dammerhöhungen vorgenommen oder Hochwasserentlastungen ertüchtigt, wie z. B. am Sylvensteinspeicher oder am Grüntensee.



Abbildung 4: Berücksichtigung Klimawandel am Sylvensteinspeicher
Quelle: Wasserwirtschaftsamt Weilheim

Erhöhte Fördersätze sollen die Gemeinden motivieren, auf der Basis von Niederschlag - Abfluss - Modellen ganzheitliche Lösungen für den Schutz vor Hochwasser und Starkregenereignissen, unter Einsatz kleiner Rückhaltebecken, zu verwirklichen. Weiterhin wurde der Hochwassernachrichtendienst (www.hnd.bayern.de) optimiert. Wasserstands- und Abflussdaten der Pegel sind für jeden Bürger im Internet verfügbar und bieten so wichtige Informationen für eigenverantwortliches Handeln.

Vorsorge gegen Trockenheit und Dürre:

Im Hinblick auf reduzierte Grundwasserneubildungsraten ist die qualitative und quantitative Sicherung der Wasserressourcen wesentliche Voraussetzung für die Versorgungssicherheit für Trink- und Brauchwasser. Ausgangspunkt dafür bildet die Erfassung und Bewertung der bestehenden Wasserversorgungsanlagen bei veränderter Wasserdargebotssituation unter Berücksichtigung der demographischen Entwicklung. Das Bayerische Landesamt für Umwelt hat damit begonnen, Bedarfsprognosen und Wasserbilanzen für kommunale Wasserversorgungsanlagen zu erstellen und daraus sachgerechte Anpassungsmaßnahmen zu abzuleiten. Die Wasserversorgungsunternehmen werden dahingehend beraten, regionale Verbundlösungen anzustreben oder eine zusätzliche Gewinnungsanlage als zweites Standbein zu schaffen, um so die Versorgungssicherheit zu erhöhen.

In Bayern wurden 127 Grundwasservorkommen mit einem nutzbaren Dargebot von 209 Mio. m³ pro Jahr erkundet. Die vorhandenen und möglichen Trinkwassergewinnungen sind durch die Ausweisung und Überprüfung von Wasserschutzgebieten, Wasservorrang- und Wasservorbehaltsgebieten und einen konsequenten allgemeinen Grundwasserschutz zu sichern. Vorhandene Defizite bei der Ausweisung von Wasserschutzgebieten sollen in den nächsten Jahren beseitigt sein. Die Ausweisung von Vorrang- und Vorbehaltsgebieten in der Regionalplanfortschreibung ist in ganz Bayern angelaufen. Nutzungskonflikte bleiben dabei nicht aus.

Neben zwei Trinkwassertalsperren gibt es zur Niedrigwasseraufhöhung insgesamt sieben Speicher, davon bilden fünf das Überleitungssystem in Mittelfranken, mit dessen Hilfe Wasser aus dem wasserreichen Donaugebiet in das wasserarme Maingebiet übergeleitet werden kann. Die Betriebspläne dieser Talsperren sind unter dem Szenario mehrjähriger Trockenphasen zu überarbeiten. Daneben werden für die Niedrigwasseraufhöhung weitere Speicherstandorte geprüft. Auch in anderen Bereichen, wie Industrie, Gewerbe und Landwirtschaft ist die künftige Bedarfsdeckung mit Wasser zu analysieren und zu bewerten.

Um u. a. die klimabedingten Veränderungen in Trockenzeiten zu erfassen und Messdaten für ein Niedrigwassermanagement bereit stellen zu können wird derzeit das wasserwirtschaftliche



Messnetz ausgebaut und optimiert. Damit konnte inzwischen ein Niedrigwasser-Informationsdienst (www.nid.bayern.de) eingerichtet werden, der allen Nutzern der Gewässer, aber auch der Öffentlichkeit, wichtige Informationen, wie z.B. die Wassertemperatur oder Niedrigwasserabflüsse, zur Verfügung stellt. Die zu erwartende Erwärmung der Gewässer und Niedrigwasser-Perioden machen es notwendig die Wärmelastpläne fort zu schreiben und Niedrigwassermanagementpläne auf zu stellen.

Abbildung 5: Startseite Niedrigwasser - Informationsdienst

Quelle: Bayer. Landesamt für Umwelt

Nicht zuletzt gilt es auch möglichst viele Potentiale zum Wasserrückhalt und zur Erhöhung der Grundwasserneubildung wie die dezentrale Niederschlagswasserversickerung und die Minimierung der Versiegelung im ländlichen Raum zu nutzen.

Erhalt der biologischen Funktionsfähigkeit der Gewässer:

Für viele Lebewesen im und am Wasser werden sich mit der Klimaentwicklung auch die Lebensbedingungen verändern. Erhöhte Wassertemperatur, geringerer Sauerstoffgehalt oder langsam fließende Niedrigwasserabflüsse können hierfür Ursachen sein. Umso wichtiger ist, die Biodiversität durch vielfältige Strukturen im und am Gewässer zu stärken und bei Maßnahmen zum Hochwasserschutz und der Gewässerentwicklung zu berücksichtigen. Die konsequente Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie, insbesondere die notwendigen hydromorphologischen Maßnahmen im Zuge der Gewässerunterhaltung oder des Gewässerausbaus können und werden hier einen effektiven Beitrag leisten.

Zusammenfassung und Ausblick:

Der Klimawandel führt zu Veränderungen des Wasserkreislaufs. Die Ermittlung belastbarer qualitativer und quantitativer Messdaten nicht zuletzt mit Hilfe der Monitoringprogramme nach der Wasserrahmenrichtlinie wird auch künftig eine wesentliche Säule des wasserwirtschaftlichen Handelns bilden. So werden zukünftig Managementkonzepte zur Bewirtschaftung des verfügbaren Wasserdargebots für extreme Niedrigwasserereignisse erforderlich. Es gilt die ganze Bandbreite an Möglichkeiten zu nutzen. Die Wasserspeicherkapazität in anderen Bereichen, wie z. B. durch die Renaturierung von Mooren und Feuchtgebieten, kann hierzu einen Beitrag leisten. Zur Deckung des Wasserbedarfs von Industrie, Gewerbe und Landwirtschaft sollte die Wiederaufbereitung von Abwasser zu Brauchwasser weiterentwickelt und forciert werden. Durch konsequente Wärmerückgewinnung könnte die Wärmelast der Gewässer noch weitere Verringerung erfahren.

Die künftigen klimatischen Entwicklungen werden daher bei der fachlichen Beurteilung und beim Erlass wasserrechtlicher Bescheide künftig in Form von Auflagen zu berücksichtigen sein. Auch sollten die Bemessungsansätze für und die Bemessung von wasserwirtschaftlichen Infrastrukturen insbesondere im Hinblick auf Starkregenereignisse mit veränderter Intensität überprüft und erforderlichenfalls angepasst werden.

Nur ein geschärftes Bewusstsein um die Zusammenhänge und ein aktives Mitwirken bei den Abhilfemaßnahmen in allen gesellschaftlichen Bereichen können hier helfen, um unseren Nachkommen eine bewohnbare und lebenswerte Erde zu hinterlassen.

Auswirkungen des Klimawandels auf den Wasserhaushalt und Entwicklung von Anpassungsoptionen für die Region Dresden im Projekt REGKLAM

Dr. rer. nat. Christian Korndörfer / Prof. Dr. sc. techn. Peter Krebs

Landeshauptstadt Dresden, Umweltamt / Technische Universität Dresden, Institut für Siedlungs- und Industrierewasserwirtschaft

Climate change impacts on water balance and development of adaptation solutions for the region of Dresden in the REGKLAM-Project

The paper describes by the example of the City of Dresden climate change impacts and approaches for coping with them. Observed and expected changes in local hydrology are showing, which are resulting from climate change (higher temperature, seasonal changes in precipitation, and extreme weather), general shortage of resources, and using of renewable energies. Dresden's activities are aimed at naturalness rainwater management, development of water bodies und changes in land use to protect settlements against the danger of flooding. In the opposite Dresden expects problems in water functions during long periods of dryness, changes in groundwater resources and groundwater quality (e. g. temperature). These changes lead to complex impacts and challenges for other fields like urban biodiversity, bioclimate, urban green, agriculture, and forestry in the region. To solve these problems, the City of Dresden is involved in the research-project REGKLAM: developing and testing of and integrated regional climate change adaptation program.

Beobachteter und prognostizierter Klimawandel und seine Auswirkungen in der Region Dresden

Bereits heute kann in der Region Dresden über die letzten Beobachtungsperioden ein Anstieg der mittleren Temperaturen und eine Verschiebung der Niederschläge vom Frühjahr und Sommer in den Winter festgestellt werden. Es ist davon auszugehen, dass sich künftig die Bandbreite der Wetterereignisse vergrößert, was bedeutet, dass auch strenge Winter vorkommen können. Die Projektionen für Sachsen auf der Grundlage der Klimaszenarien unterstreichen diesen Trend. Einerseits sind ausgeprägte Trockenperioden im Sommer zu erwarten, andererseits wird erwartet, dass Extremereignisse wie Hagel und Starkniederschläge zunehmen. Eine höhere Verdunstung führt zu einem Austrocknen der Böden, verschlechtert die klimatische Wasserbilanz und verringert insgesamt die Grundwasserneubildung. Es ist weiterhin möglich, dass Oberflächen- und Grundwassertemperaturen steigen. Durch die stärkere Nutzung des Grundwassers als regenerative Energiequelle insbesondere zur Kühlung und Klimatisierung verstärkt sich dieser Effekt. In Trockenperioden ist das Trockenfallen von Gewässern mit kleinem Einzugsgebiet nicht auszuschließen. Starke konvektive Niederschläge im Sommer und starke Schneefälle im Winter lassen die Hochwassergefahr insbesondere bei Gewässern mit regionalem und kleinräumigem Einzugsgebiet steigen („flash floods“).

Daraus resultieren komplexe Auswirkungen und Herausforderungen für die Wasserwirtschaft und den Hochwasserschutz sowie zahlreiche andere Bereiche, wie städtische Biodiversität, Bioklima, Stadtgrün, gewerbliche Wirtschaft sowie Land- und Forstwirtschaft der Region.

Beteiligung am Projekt REGKLAM

Die Stadt Dresden beteiligt sich an der Entwicklung von Lösungsansätzen im Rahmen des Projektes REGKLAM - Entwicklung und Erprobung eines Integrierten Regionalen Klimaanpassungsprogramms. Dieses Verbundforschungsvorhaben, an dem mehrere wissenschaftliche Einrichtungen und eine Vielzahl an Praxispartnern beteiligt sind, wird vom Bundesminis-

terium für Bildung und Forschung im Rahmen der Initiative KLIMZUG – Klimawandel in Regionen zukunftsfähig gestalten – gefördert. Ausgehend von regionalisierten Szenarien der Klima- und atmosphärenchemischen Kenngrößen sowie des ökonomischen Wandels wird in diesem Projekt für die Themenfelder städtebauliche Strukturen, **Wassersysteme** sowie Landnutzung durch Land- und Forstwirtschaft untersucht, welche konkreten Optionen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels in der Region bestehen. Als gemeinsames Produkt aller wissenschaftlichen Teilprojekte wird im Ergebnis ein Integriertes Regionales Klimaanpassungsprogramm erstellt (s. Abb. 1 Projektstruktur). Charakteristisch für das Projekt REGKLAM ist das Zusammenwirken von Wissenschaft und Praxisvertretern aus Verwaltungen, Behörden, Wirtschaft, Verbänden und Politik der Region von Anfang an. Dies wird über die Arbeitsstrukturen des Projektes gesichert.

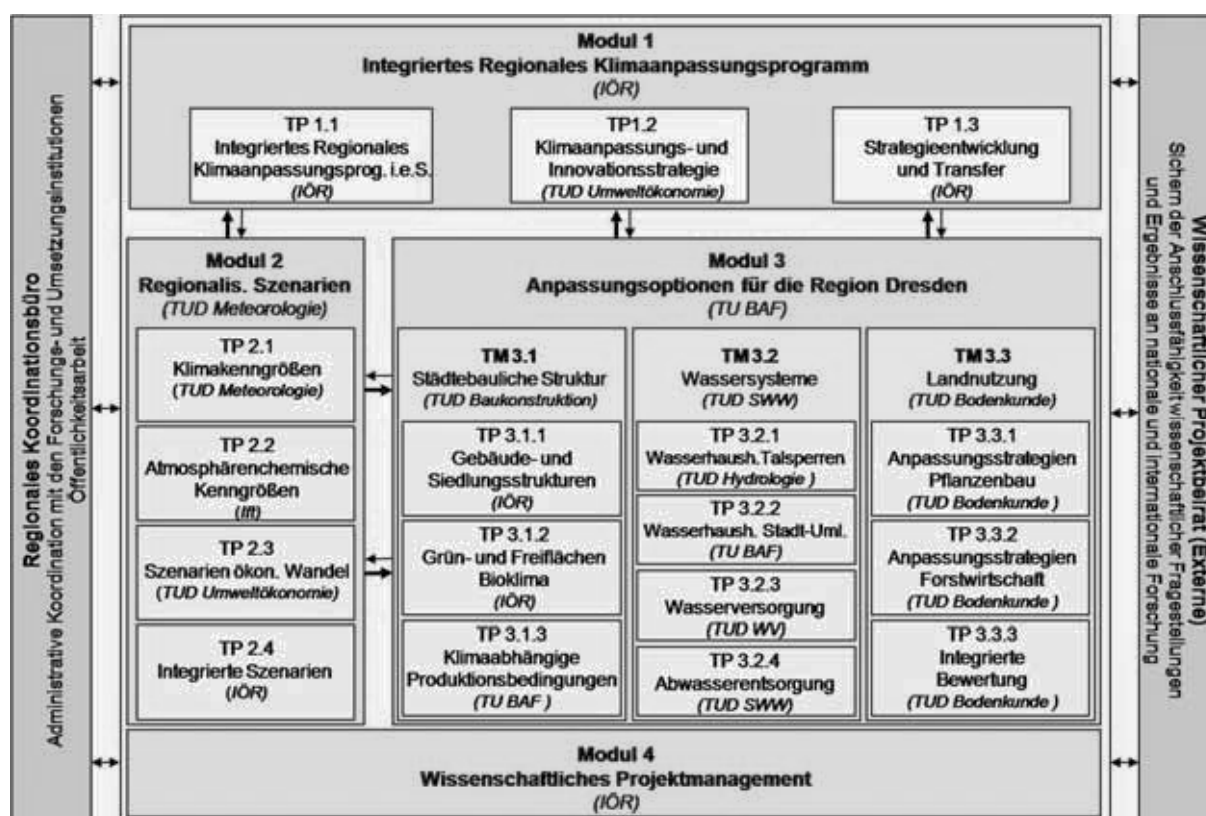


Abb 1: Struktur und Arbeitsfelder des Verbundprojektes REGKLAM

Lösungsansätze für die Berücksichtigung der Auswirkungen des Klimawandels auf den Wasserhaushalt

In zwei Teilprojekten des Projektes REGKLAM steht der Wasserhaushalt im Mittelpunkt der Untersuchungen. Das Teilprojekt „**Wasserhaushalt im Einzugsgebiet von Talsperren**“ beschäftigt sich mit der Quantifizierung des Einflusses des Klimawandels auf Menge und stoffliche Beschaffenheit des Zuflusses von Talsperren im Osterzgebirge. Um Aussagen zur potentiellen künftigen Entwicklung treffen zu können, ist eine teilflächen-spezifische Betrachtung notwendig. Weiterhin wird diese Methode verwendet, um grundlegende Prozesse des Wasserkreislaufes aufzuklären, in einer prozessorientierten Modellierung abzubilden und die Auswirkungen des zukünftig zu erwartenden Klimas abschätzen zu können. Dafür wurden drei charakteristische Teileinzugsgebiete (Acker, Grünland, Wald) identifiziert. Neben kontinuierlichen Abflussmessungen werden diese Gebiete hydrochemisch und tracerhydrologisch beobachtet. Die Ergebnisse dieses Monitorings dienen einem besseren Verständnis der aktuellen Stoffaustragssituation und als eine Grundlage der Kalibrierung von Stoff- und Wasserhaushaltsmodellen. Die Resultate der Wasserhaushaltmodellierung stellen die Grundlage

für die anschließende instationäre, stochastische Zeitreihenmodellierung des Talsperrenzuflusses und eine Verifikation der Kapazitäten und Abgaberegeln unter Berücksichtigung konkurrierender Nutzungen des Talsperrensystems. Darauf aufbauend wird in enger Zusammenarbeit mit dem Praxispartner und Betreiber der Talsperren, der Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen, ein Werkzeug zur multikriteriellen Optimierung der Bewirtschaftung der Speicherräume entwickelt. Dieses ergänzt die bereits entwickelten Maßnahmen der Betreiber für die Anpassung der Bewirtschaftungskonzepte hinsichtlich der erwarteten Auswirkungen des Klimawandels. Ein weiterer Anwendungsfall ist die Überprüfung der Strategien zur Wasseraufbereitung und das wasserbezogene Landnutzungsmanagement im Einzugsgebiet. Zur langfristigen Sicherstellung der Wasserversorgung ist in der Stadt Dresden eine weitere **Trinkwasserschutzzone** ausgewiesen worden, um insbesondere für extreme Trockenheiten Kapazitäten zu schaffen und die Nutzung von Uferfiltrat bzw. Grundwasser zur Wasseraufbereitung als Ergänzung zum Talsperrenrohwasser sicherzustellen.

Im Fokus des Teilprojektes „**Wasserhaushalt Stadt - Umland**“ steht die Quantifizierung von klimatisch bedingten Veränderungen des Niederschlag-Abfluss-Prozesses, die sich in kleinen Einzugsgebieten im Stadtgebiet von Dresden ergeben können. Eine das gesamte Stadtgebiet abdeckende Modellierung ist ebenfalls vorgesehen. Damit sollen z.B. Erkenntnisse zu Häufigkeit, Dauer und Stärke von Extremereignissen an den städtischen Gewässern mit ihren Auswirkungen auf das Stadtklima und die Entwicklung von Anpassungsmaßnahmen möglich werden.

Der Teil „**Grundwasser**“ beschäftigt sich mit den Auswirkungen des Klimawandels auf den Wasser- und Wärmehaushalt eines urban geprägten Grundwasserleiters. Die flächendeckende Berechnung der Grundwasserneubildung für das Dresdner Stadtgebiet erfolgt unter Anwendung geeigneter Bodenwasserhaushaltsmodelle auf der Basis differenzierter Boden- und Landnutzungsinformationen. Aufbauend auf den Modellrechnungen für die Vergangenheit und den Ist-Zustand werden Berechnungen für ausgewählte Klimaszenarien durchgeführt. Die Modellierung des Wasserhaushaltes des Grundwassers für den Ist-Zustand und Zukunftsszenarien unter Nutzung der Ergebnisse der Wasserhaushalts- und Grundwasserneubildungsmodellierung ist eine wichtige Randbedingung für die Grundwasserströmungsmodellierung und die Prognose des thermischen Zustandes des Grundwassers aufgrund von Klimawandel und Anpassungsszenarien.

Ziel der Arbeiten im Bereich „**Wasserversorgung**“ ist die Entwicklung von Anpassungsstrategien für Wasserversorgungsunternehmen, die es ermöglichen, die Auswirkungen der erwarteten, klimatisch bedingten Veränderungen zu kompensieren und die Trinkwasserversorgung ohne Qualitätsminderung bei minimalem Kostenaufwand abzusichern. Im Ergebnis der Untersuchungen sollen den Unternehmen Entscheidungshilfemodule zur Verfügung gestellt werden, mit deren Hilfe die Effektivität ausgewählter technologischer Aufbereitungsverfahren bei unterschiedlichen Rohwasserqualitäten qualitativ und ökonomisch beurteilt werden kann. Durch den direkten Bezug zur Praxis können Optimierungsmaßnahmen für die gegenwärtig eingesetzten Aufbereitungstechnologien umgehend getestet und mögliche Erweiterungen der bestehenden Trinkwasseraufbereitung durch innovative Verfahren wirtschaftlich bewertet werden. Als Grundlage zur Erfassung von Auswirkungen klimatischer Veränderungen auf die Trinkwasseraufbereitung dient eine ausführliche Analyse vorhandener Daten bezüglich realistisch zu erwartender Rohwasserqualitäten. Zur Erarbeitung von Optimierungspotenzialen im Aufbereitungsprozess werden Betriebsdaten der beteiligten Wasserversorgungsunternehmen analysiert. Basierend auf den Ergebnissen der Datenanalysen werden Untersuchungen mit kleintechnischen Versuchsanlagen zur Flockung/Filtration und zur Flockung/Ultrafiltration vorgenommen.

Im langfristigen Betrieb von **Kanalisation und Kläranlagen** sind sowohl das häufigere Auftreten von Starkniederschlägen als auch die Tendenz zu längeren Trockenperioden von großer Bedeutung. So können lokale Starkregen die Häufigkeit von Kanalüberstauereignissen erhöhen. Darüber hinaus kann es durch lange Trockenperioden, sinkende Grundwasser-

stände und damit verbundenem, geringerem Fremdwasserabfluss in der Kanalisation zu höheren Stoffkonzentrationen im Abwasser kommen. Aus der Verminderung der Schleppkraft kann eine zunehmende Sedimentbildung resultieren. Im Rahmen des Projektes REGKLAM werden Strategien zur Systementwicklung und zur Bewirtschaftung für die gesamte Abwasserentsorgung erarbeitet, um negative Folgen der beispielhaft genannten Problemstellungen für den Betrieb zu vermeiden und die Effizienz von Abwasseranlagen zu erhalten.

Ein verbindendes Element der Untersuchungen zum Wasserhaushalt ist die Entwicklung des **zukünftigen Wasserbedarfs**. Hierzu wird untersucht, inwieweit sich klimatische Veränderungen auf das Wasserverbrauchsverhalten auswirken können. Dabei stehen u. a. zukünftige Nutzungskonflikte im Fokus der Betrachtungen.

Im Bereich **Hochwasserschutz**, dem angesichts der Klimaprojektionen ebenfalls eine zunehmende Bedeutung zukommt, kann die Stadt Dresden auf die inzwischen abgeschlossenen Arbeiten zum Plan Hochwasservorsorge zurückgreifen und damit die Arbeiten in REGKLAM ergänzen. Neben der Ausweisung von Überschwemmungsgebieten mit klaren baulichen Restriktionen werden baulich-technische und Vorsorgemaßnahmen für die Elbe und die Flüsse aus dem Erzgebirge, für die die Verantwortung beim Freistaat Sachsen liegt, umgesetzt. Ergänzend setzt Dresden auf naturnahe Niederschlagswasserbewirtschaftung, Entsiegelung, Gewässerentwicklung und gezielte Landnutzungsänderungen, um Siedlungsgebiete vor Hochwasser insbesondere der städtischen Gewässer zu schützen. Auf diese Weise wird gleichzeitig der Wasserrückhalt in der Fläche verbessert, zur Grundwasserneubildung beigetragen und eine Verstetigung der Wasserführung der Gewässer in Trockenperioden angestrebt. Hervorzuheben ist in diesem Zusammenhang der erfolgte Ausbau des Grundwassermonitoringsystems.

Integration von Anpassungsoptionen für andere Handlungsfelder

Ein wesentlicher Ansatz der Arbeiten im Projekt REGKLAM ist der Abgleich der Handlungsoptionen und -empfehlungen in einzelnen Sektoren hin zu einem integrierten Konzept. In diesem werden die Ziele und Maßnahmen in den strategischen Themenfeldern

- Siedlungsstrukturen, Bauen und Gebäude, Grün- und Freiflächen
- Gewässerschutz und -entwicklung, Hoch- und Niedrigwasser
- Wasserversorgung und Abwasserentsorgung
- Biologische Vielfalt / Naturschutz
- Chancen und Risiken der gewerblichen Wirtschaft
- Land- und Forstwirtschaft sowie
- Schutz der menschlichen Gesundheit

auf der Basis gleicher Szenarien in ihren vielschichtigen Wechselwirkungen betrachtet. Die gegenseitigen Beeinflussungen, wie beispielsweise zwischen Veränderungen im Wasserhaushalt und Auswirkungen auf das Stadtgrün oder das Bioklima bzw. die Biodiversität, haben vor allem im dichten Ballungsraum mit seinen Nutzungsmischungen und -überlagerungen und an den Übergangsbereichen von Stadt und Umland eine besondere Bedeutung. Das Projekt REGKLAM liefert damit nicht nur für den Wasserhaushalt der Stadt und des Umlandes Lösungen zum Umgang mit den Herausforderungen aus dem Klimawandel, sondern trägt mit dem umsetzungsorientierten Integrierten Regionalen Klimaanpassungsprogramm zur Entwicklung einer Zukunftsstrategie für die gesamte Region bei.

Hodnocení požadavků a zdrojů vod v oblasti povodí Ohře a dolního Labe

Petr Vyskoč¹, Vendula Koterová², Adam Vizina¹

¹ Výzkumný ústav vodohospodářský, T.G. Masaryka, veřejná výzkumná instituce,

² Vodohospodářský rozvoj a výstavba a.s.

Assessment of water demands and sources in the Ohře and Lower Elbe Rivers

The paper describes selected results of a project, whose main objective was to assess capacities of the water management system of the Ohre and Lower Elbe Rivers on the territory of the Czech Republic to meet the water supply requirements. The assessment was carried out for current conditions and those affected by climate change in accordance with climate change scenarios and for current and possible future water demands that were derived from demographic and economic data. The water cycle components were simulated in monthly time step by using Bilan water balance model and availability of water resources were analysed by using a water management model (both developed by staff of T.G.M. WRI). The results of the study include proposals for measures that should be taken in order to reduce problems in those localities, where the water demands exceed the water availability. The measures included options for flooding a pit remaining after surface coal mining.

Úvod

Možné dopady klimatické změny na vodní hospodářství vyžadují včasnou přípravu zmírňujících a adaptačních opatření. Na úrovni EU určuje rámec a cíle strategie přizpůsobování pro jednotlivé sektory tzv. Bílá kniha [1]. V oblasti vodního hospodářství její závěry podrobněji rozvádí Směrný dokument pro implementaci Rámcové směrnice pro vodní politiku EU (2000/60/ES) č. 24 [2]: Jako klíčový nástroj pro adaptační opatření ke zmírnění dopadů klimatické změny uvádí plánování v oblastech povodí. V tomto kontextu zadal státní podnik Povodí Ohře sdružení VÚV+VRV, tvořeném Výzkumným ústavem vodohospodářským, veřejnou výzkumnou institucí a akciovou společností Vodohospodářský rozvoj a výstavba, zpracování studie [3], jejímž cílem bylo posouzení kapacity vodních zdrojů, vzhledem k zajištění požadavků na vodohospodářské služby, zejména zásobování vodou. Studie navázala na podobně zaměřené studie zabývající se posouzením vodních zdrojů na území Karlovarského kraje [4] a v povodí vodních toků Blšanky a Liboce [5].

Metoda

Řešení studie bylo rozděleno do tří tématických částí. První z nich se zabývala poznáváním a odhadem vlivu klimatické změny na změnu současného hydrologického režimu. V druhé části byly identifikovány stávající a analyzovány výhledové požadavky na užívání vody. Třetí část kvantifikovala dopad předpokládané změny hydrologického režimu na kapacitu současných vodních zdrojů a tím na možné užívání vod (zásobování obyvatelstva, průmyslu a energetiky vodou, atd.). V potenciálně rizikových lokalitách byla následně navržena a posouzena opatření ke zmírnění nepříznivých dopadů klimatické změny.

K modelování hydrologické bilance byl použit model BILAN [6], který byl vyvinut ve VÚV T.G.M. Model počítá v měsíčním časovém kroku chronologickou hydrologickou bilanci povodí či území. Vyjadřuje základní bilanční vztahy na povrchu povodí, v zóně aerace, do níž je zahrnut i vegetační kryt povodí a v zóně podzemní vody. Jako ukazatel bilance energie, která hydrologickou bilanci významně ovlivňuje, je použita teplota vzduchu. Výpočtem se modeluje potenciální evapotranspirace, územní výpar, infiltrace do zóny aerace, průsak touto zónou, zásoba vody ve sněhu, zásoba vody v půdě a zásoba podzemní

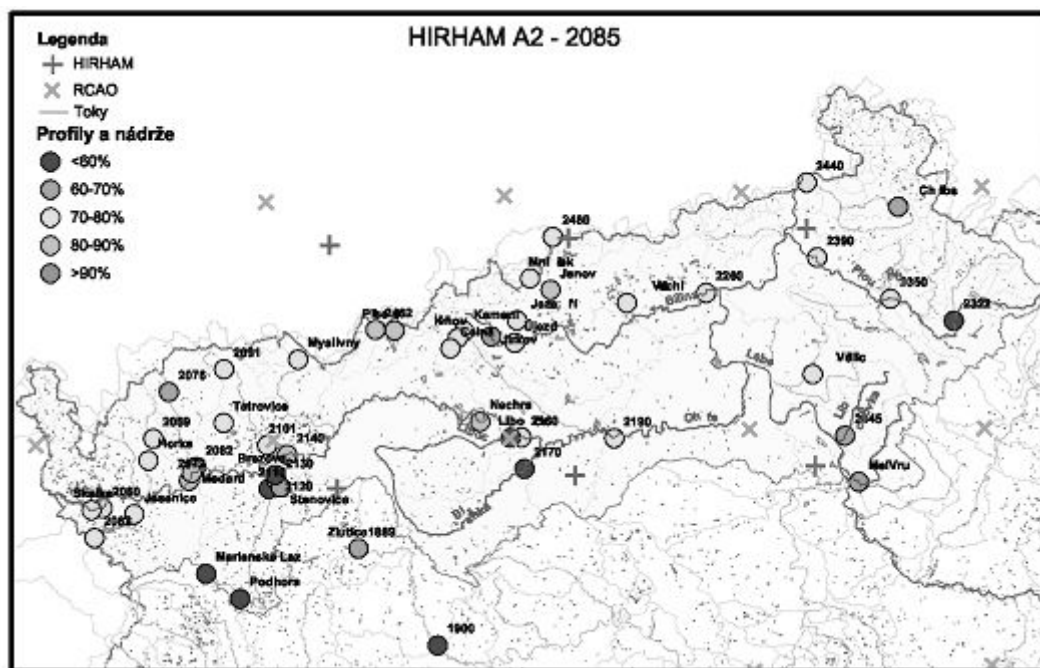
vody. Odtok je modelován jako součet tří složek: dvě složky přímého odtoku (zahrnující i hypodermický odtok) a základní odtok. Vstupem do modelu jsou měsíční srážkové úhrny [mm], měsíční průměrné teploty [°C], průměrná měsíční vlhkost vzduchu [%] a měsíční průměrný odtok [mm] (nutný pouze pro kalibraci). Průtokové řady lze pokládat za neovlivněné (byly přepočítány na neovlivněný stav pomocí údajů o manipulacích na příslušných vodních nádržích, odběrech a vypouštění vody). Model byl kalibrován pro jednotlivá povodí na příslušných časových řadách, pokud byly k dispozici z období 1975–2006. Pozorované časové řady srážek, teplot vzduchu a relativních vlhkostí vzduchu byly upraveny o hodnoty dané jednotlivými scénáři (delta metodou). U dlouhodobého scénáře byly pro jednotlivé měsíce hodnoty změn předpovídané pro jednotlivé výpočetní body obou použitých regionálních klimatických modelů (HIRHAM, RCAO) interpolovány k těžišti povodí metodou IDW. Upravené časové řady byly použity jako vstup do modelu BILAN s použitím parametrů získaných kalibrací. Uvedené časové řady modelované pro budoucí podmínky spolu s řadami pozorovanými a řadami modelovanými pro současnost byly použity pro posouzení dopadů klimatické změny na vodohospodářskou soustavu Oblasti povodí Ohře a dolního Labe.

Pro další posouzení bylo nutné určit dva základní stavy užívání vod. Jako referenční rok pro stávající stav užívání vod byl, vzhledem k období zpracovávání studie, zvolen rok 2007. Pro výhledový stav pak na základě dostupných podkladů rok 2015. Hlavním podkladem pro stanovení stávajícího stavu byla vodohospodářská bilance vedená Povodím Ohře dle vyhlášky 431/2001 Sb. Vývojové trendy určující výhledový stav byly stanoveny na základě odvětví činnosti vázané na jednotlivá užívání. Pro komunální sféru je vývoj shrnut v Plánech vodovodů a kanalizací. Pro ostatní odvětví byly využity informace z různých koncepčních materiálů a také individuální jednání s nejdůležitějšími uživateli. Nezanedbatelnou částí užívání vod jsou také požadavky na zatápění zbytkových jam po těžbě hnědého uhlí.

Vodohospodářské řešení vyhodnocuje zabezpečení požadavků (odběry vody, minimální průtoky) vzhledem k dostupným zdrojům. Při řešení byl aplikován statický popisný simulační model zásobní funkce vodohospodářské soustavy [7] s časovým krokem 1 měsíc. Jedná se o model na rozlišovací úrovni podrobnosti používané pro sestavování vodohospodářské bilance současného a výhledového stavu povrchových vod a pro vodohospodářská řešení, jež jsou podkladem pro zpracování manipulačních řádů vodních nádrží a vodohospodářských soustav. Z hlediska zdrojů vody jsou do modelu zavedeny technické parametry prvků soustavy a manipulační pravidla, převzatá z platných manipulačních řádů. Zabezpečení odběrů a minimálních průtoků byla posouzena vzhledem k hodnotám doporučeným ČSN 75 2405 [8].

Vyhodnocení

Odtokové výšky pro střednědobý a dlouhodobý výhled jsou nejvíce ovlivněny změnami rozložení srážek v průběhu roku, změnou teploty vzduchu a teploty rosného bodu. U většiny modelovaných řad je odtok po klimatické změně menší než v současnosti. Výjimkou je období měsíců prosinec až únor, jednak v důsledku prosincového zvýšení srážkových úhrnů, jednak zvýšením teplot. Na většině modelovaných stanic je průměrná teplota záporná pouze v lednu nebo vůbec. Nedochozí tak k výraznějšímu zadržení vody ve sněhové pokrývce, dochází ke zvýšení odtoku nad současné hodnoty. S tím souvisí na některých modelovaných profilech již velice výrazné zmenšení odtoku v dubnu, způsobené posunem tání sněhu do zimních měsíců. Vlivem zvýšené teploty, změnou teploty rosného bodu a poklesem srážkového úhrnu odtoky v měsících duben–listopad drasticky klesají. Poměr průměrných ročních odtokových výšek pro pesimistický výhled (dlouhodobý scénář/současné podmínky) je znázorněn na obrázku 1.



Obr. 1: Poměr průměrných ročních odtokových výšek pro dlouhodobý scénář HIRHAM A2

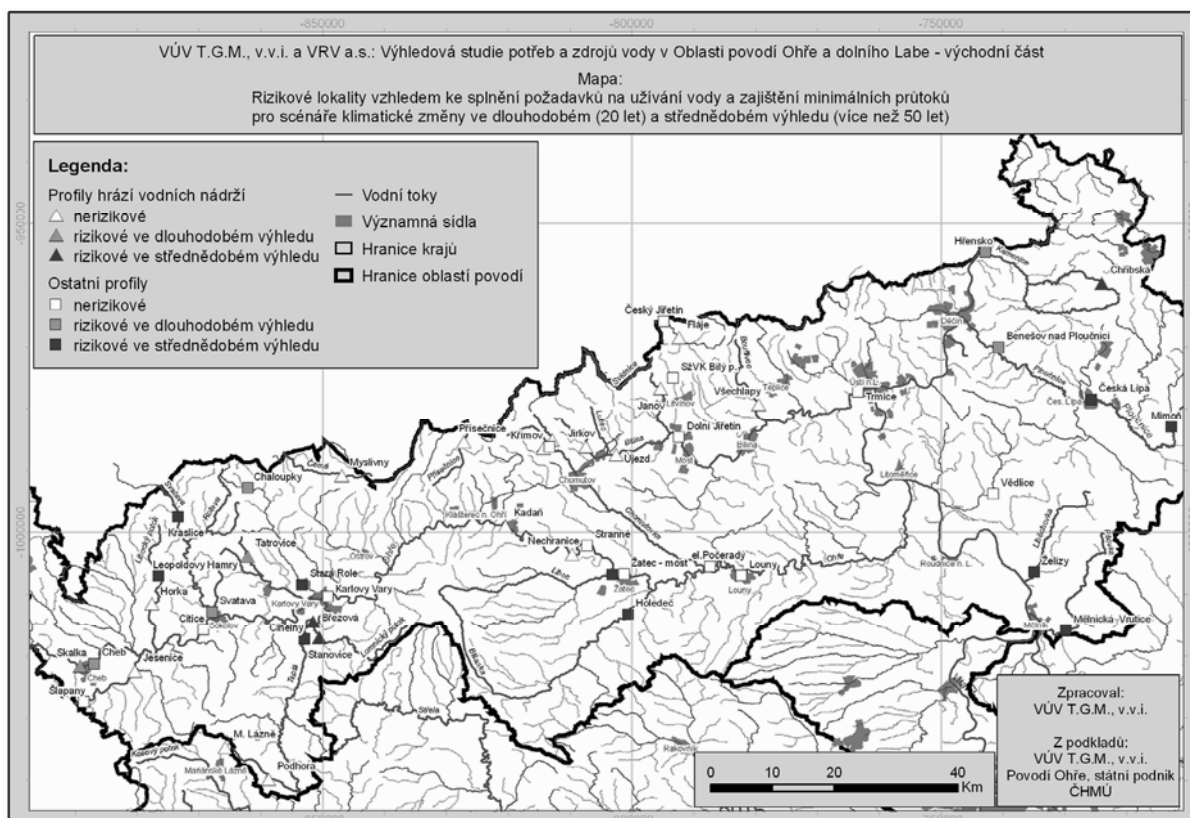
Výhled užívání vod se výrazněji nemění vůči stávajícímu stavu stanovenému pro účely studie. Odběry z povrchových vod a vypouštění mají klesající tendenci a dochází u nich ke snížení odebraného množství cca o 2% u vypouštění a 4% u odběrů. Objemy odběrů z podzemních vod dochází k mírnému nárůstu cca o 1%. Výrazněji se projevují požadavky na odběry vody pro zatápění zbytkových jam. Dle plánů bude napouštění probíhat v různých časových horizontech. V rámci vodohospodářského řešení byla však také posouzena varianta časového souběhu několika požadavků na napouštění jam.

Vodohospodářské řešení bylo zpracováno variantně pro současné hydrologické podmínky a jednotlivé scénáře klimatické změny v dlouhodobém výhledu (více než 50 let) a střednědobém (20 let) výhledu při stávajících i výhledových požadavcích na užívání vod. Možný nepříznivý dopad klimatické změny na vodní zdroje je patrný zejména v dolním povodí Teplé, včetně zajištění vodárenských odběrů z vodní nádrže Stanovice, částečně v povodích levobřežních přítoků Ohře v západní části oblasti povodí (Rolava, Svatava), v povodí Blšanky a Liboce a u pravobřežních přítoků Labe (Ploučnice, Liběchovka, Kamenice, Pšovka), včetně zajištění vodárenských odběrů z vodní nádrže Chřibská (Chřibská Kamenice). Naopak dostatečně jsou zajištěny požadavky na odběry a minimální průtoky v profilech vodních nádrží Mariánské Lázně, Jesenice, Horka, Myslívny, v nádržích vodohospodářské soustavy SHP, v nádržích Kadaň a Nechanice, ve vodohospodářské soustavě NOD, v nádrži Všechny a na samotném toku Ohře. Rizikové lokality jsou zobrazeny na obrázku 2. V rizikových lokalitách byla navržena a posouzena opatření ke zmírnění nepříznivých dopadů. Posouzen byl nadlepšovací účinek chráněných území pro akumulaci povrchových vod a v povodích vodních toků Blšanky, Liboce a pravobřežních přítoků Labe byly dále identifikovány další menší lokality vhodné pro akumulaci povrchové vody z hlediska geomorfologie a hydrologie. Posouzena byla rovněž kapacita vodních zdrojů (Ohře) vzhledem k požadavkům na zatápění zbytkových jam po těžbě. Z výsledků vodohospodářského řešení vyplývá, že kapacita je dostatečná i v podmínkách klimatické změny.

Závěr

Výstupy studií poskytují ucelenou představu o zajištění požadavků na užívání a ochranu vod z hlediska jejich množství jak ve stávajících hydrologických podmínkách, tak v podmínkách ovlivněných změnou klimatu, a představují významný podklad pro plánování v oblasti vod,

zejména s ohledem na zpracování návrhů opatření ke zmírnění možných dopadů klimatické změny. Rovněž ukazují na nutnost sledovat problematiku možných dopadů klimatické změny se zvýšenou pozorností a včas se zabývat metodami, umožňujícími zpřesnění výhledových potřeb vody, zpřesnění odhadu možné klimatické změny a otázkou možných opatření zmírňujících její nepříznivé dopady, včetně zapojení výhledových zdrojů (obecně zvýšením akumulace vody v povodích).



Obr. 2: Rizikové lokality

Literatura

- [1] Evropská komise (2009) Bílá kniha: Přizpůsobení se změně klimatu: směřování k evropskému akčnímu rámci.
- [2] European Commission (2009) Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC): Guidance document No. 24: River Basin Management in a Changing Climate, Technical Report 2009 – 040.
- [3] VÚV T.G.M., v.v.i. a VRV a.s. (2010) Výhledová studie potřeb a zdrojů vody v oblasti povodí Ohře a dolního Labe – východní část. Zpracováno pro Povodí Ohře, s.p.
- [4] VRV a.s. a VÚV T.G.M., v.v.i. (2009) Výhledové studie potřeb a zdrojů vody v Karlovarském kraji. Zpracováno pro Karlovarský kraj.
- [5] Kašpárek, L., Mrkvičková, M. a kol. (2008) Studie potřeb vody pro povodí vodních toků Blšanka a Liboc, Výzkumný ústav vodohospodářský T.G.Masaryka, v.v.i., Praha.
- [6] Tallaksen, L., Lannen, H. (2004) Hydrological drought – processes and estimation methods for streamflow and groundwater. Developments in water science, 48, Elsevier.
- [7] Píček, J., Vyskoč, P., Zeman, V. (2008): Simulační model množství povrchových vod: zásobní funkce vodohospodářské soustavy. VÚV T.G.M., v.v.i..
- [8] ČSN 75 2405 Vodohospodářská řešení vodních nádrží.

Potenciální adaptační opatření na snížení hydrologických extrémů na horních tocích. Studie povodí horní Vltavy, ČR.

Jan Kocum, Bohumír Janský, Julius Česák

Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, Katedra fyzické geografie a geoeekologie

Potential adaptation measures in headwaters for hydrological extremes reduction: case study of upper Vltava River basin, Czechia

Increasing frequency of catastrophic “flash floods” and extreme droughts in recent years calls for a use of untraditional practices for gradual increase of river catchment retention capacity in headwaters as a suitable complement to classical engineering methods. Research carried out in the upper part of Vltava River basin (Šumava Mts., SW Czechia) on the base of a number of present automatic hydrological gauges and climatic stations consists in a streamflow generation processes, runoff dynamics and rainfall-runoff conditions detailed analyses using hydrological statistics and ion, carbon and oxygen isotopes balance analyses. In order to achieve retention potential enhancement in headwaters a possible former accumulation reservoirs restoration and other retention spaces use should be considered. The system of such small storage bins (with temporary water impounding) could function as an alternative and supplement to greater dam reservoirs and could contribute to reduction of extreme runoff episodes in future.

Tento výstup vznikl v rámci projektu Specifického vysokoškolského výzkumu 2010- 261 201, projektu GA UK 2371/2007 „Retence vody v pramenných oblastech řek jako nástroj integrované protipovodňové ochrany a řešení problému sucha“, Výzkumného záměru MSM 0021620831 “Geografické systémy a rizikové procesy v kontextu globálních změn a evropské integrace“ a projektu VaV SM/2/57/05 „Dlouhodobé změny porůčních ekosystémů v nivách toků postižených extrémními záplavami“.

1. Úvod

Zvyšující se frekvence „bleskových povodní“ a extrémně suchých období v posledních letech má za následek naléhavou potřebu řešení širokého komplexu otázek protipovodňové ochrany a opatření pro zvýšení vodnosti v periodách sucha. Vyrovnávání odtoku souvisí s využitím netradičních postupů jakožto vhodných doplňků klasických inženýrských metod. Očekávané důsledky fenoménu klimatických změn byly v evropských státech impulsem ke zpracování řady koncepčních dokumentů, které musí analyzovat příčiny i průběh povodní a navrhnout systémová opatření ke zlepšení úrovně povodňové ochrany a ochrany před nedostatkem vody. Prakticky stejný vývoj je možné sledovat i v České republice. Strategie ochrany před povodněmi na našem území, vydaná vládním usnesením č. 382 po ničivé povodni v roce 1997, již jasně hovoří o nutnosti zavedení opatření v krajině, která zvyšují přirozenou akumulaci a retardaci vody v území. Součástí těchto opatření by mělo být postupné zvyšování retenční kapacity pramenných oblastí vodních toků. Strategie se přímo zmiňuje i o využití nádrží s retenčním účinkem.

Výzkum prováděný v horní části povodí Vltavy (Šumava, JZ Česko), reprezentující oblast s častým výskytem povodňových událostí a s vysokou heterogenitou ve smyslu fyzicko-geografických a socio-ekonomických aspektů, spočívá v detailní analýze srážko-odtokových poměrů a dynamiky odtoku. Opírá se o analýzu dat z vlastní sítě automatických hydrologických a klimatických stanic. Formování odtokového procesu je studováno pomocí hydrologických statistických metod, geochemického přístupu a izotopové hydrologie. Vzhledem k výskytu horských vrchovišť v pohraničních oblastech Šumavy a v současnosti prováděným revitalizačním opatřením rašelinišť na území Národního parku Šumava bylo hlavním cílem posouzení jejich hydrologické funkce a stanovení jejich vlivu na dynamiku odtoku. Problematika vlivu sněhové pokrývky na odtokový proces v oblastech, které představují významnou zdrojovou oblast formování jarních povodní z tání sněhu (nejčastější

typ povodní v Česku), byl studován především z toho důvodu, že je dlouhodobě používán nedostatečně přesný odhad vody akumulované ve sněhové pokrývce pro predikci odtoku v rámci hydrologické prognózy. Dílčích výsledků bylo dosaženo rovněž v hodnocení vodní kapacity půd a rašelin nacházejících se v zájmovém území. Určitý prostor byl věnován rovněž posouzení antropogenního vlivu na dynamiku odtoku, retenčnímu potenciálu rašeliništních komplexů a vlivu zdravotního stavu lesních porostů. Všechny tyto aktuální otázky byly řešeny na podkladě vhodně vytipovaných experimentálních povodích uzavřených automatickými stanicemi pro monitoring vodních stavů.

Pro zvýšení retenčního potenciálu pramenných oblastí českých toků je třeba rovněž uvážit možnou obnovu někdejších akumulčních nádrží využívaných v minulosti pro plavení dřeva a využití dalších přirozených retenčních prostorů díky zdejšímu vhodnému reliéfu. Systém těchto malých retenčních nádrží (podobných suchým poldrům s dočasným zadržením vody) by mohl fungovat jako alternativa a doplněk větších vodních nádrží. Moderní přístroje a metody jsou schopny zhodnotit efektivnost takového systému. Implementace těchto nenásilných opatření realizovaných v pramenných oblastech by mohla v budoucnu přispívat k redukci kulminačních průtoků během povodňových událostí a k zadržení dostatečného množství vody pro eventuální suché epizody.

2. Materiál a metody

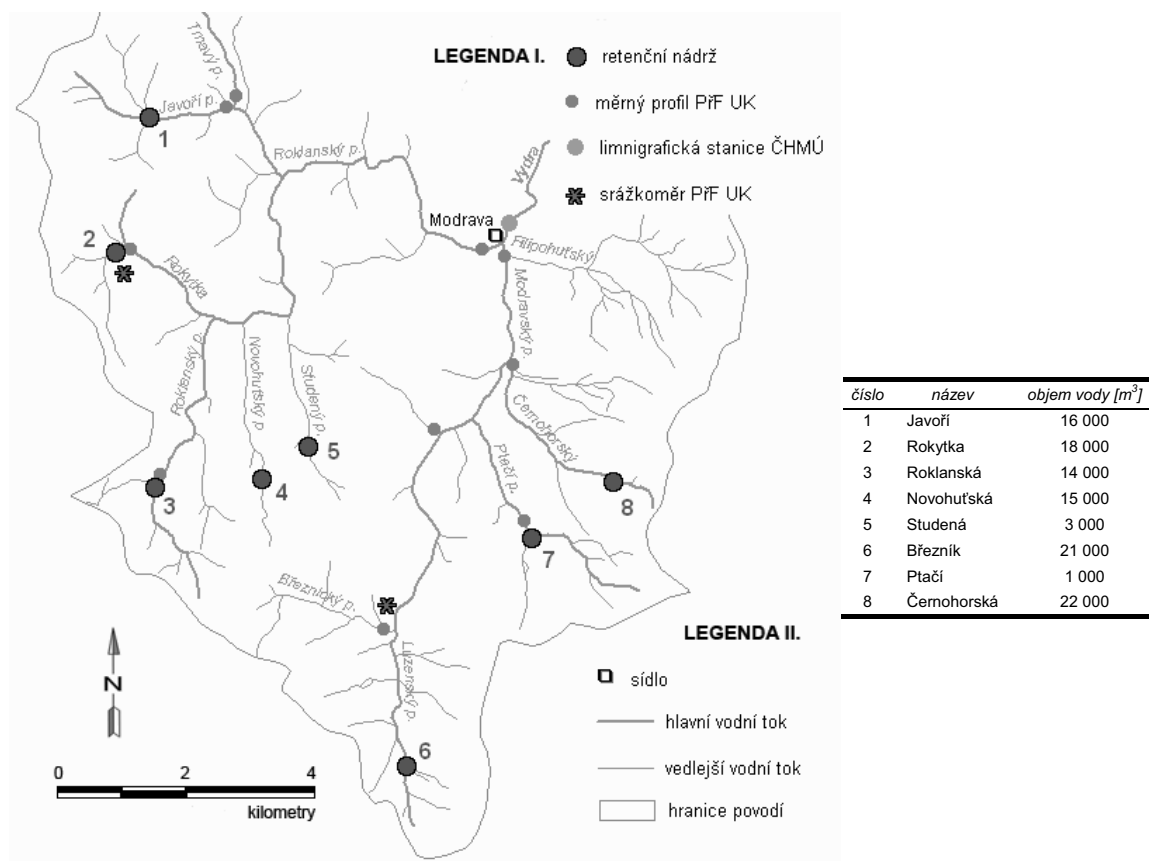
Jako základ pro analýzu odtokového režimu v zájmovém povodí byla použita data průměrných denních průtoků a hodinových průtoků vybraných extrémních odtokových epizod ve státních profilech ČHMÚ (Křemelná-Stodůlky, Vydra-Modrava). Na těchto souborech dat byla provedena základní hydrologická statistika včetně posouzení variability odtoku. Hlavní pozornost pak byla soustředěna na objasnění závislosti extremity odtoku na fyzicko-geografických poměrech povodí jednotlivých toků. Krátkodobé řady dat z automatických stanic PŘF UK byly podrobeny analýze dynamiky odtoku pomocí indexů extremity. Zvláštní důraz byl v tomto ohledu kladen na posouzení hydrologické funkce rašelinišť a uplatnění vlivu současných revitalizačních opatření. Pro detailní analýzu odtoku ze sněhové pokrývky bylo třeba mít k dispozici průběh hodinových průtoků a rovněž hodinových dat o teplotě vzduchu v jarním období.

Vyměrování potenciálních prostor pro zadržení příčinných úhrnů srážek a retardaci odtoku, ať již někdejších akumulčních nádrží či možných retenčních nádrží vázaných na vhodnou konfiguraci reliéfu, je prováděno nejnovějším modelem totální geodetické stanice (dále jen TS) Leica TCRP1202+. Tato TS v sobě komponuje tzv. systém SmartStation a je navíc doplněna samoobslužným radiovým spojením s výtyčkou. Online či postprocessingovou korekcí dat v systému CZEPOS lze dosáhnout při měření bodových polí přesnosti okolo 1 cm v horizontální poloze a 2-3 cm v poloze vertikální. Nejčastěji je měřeno v globálním pozičním systému JTSK nebo v místním souřadnicovém systému. Takto vyměřené bodové pole v polárních souřadnicích je možné následně napasovat na vrstvy GIS pomocí rektifikačních bodů (Česák, Šobr, Jeníček, Kocum, Němečková, 2008). Měření bodových polí pomocí TS či geografické GPS je jedním ze základních vstupů pro přesné modelování v GIS. Výsledkem měření je síť bodů se známými souřadnicemi x, y, z. Vhodnými interpolačními metodami (optimální metodou je Kriging) v prostředí ArcGIS jsou posléze vykresleny batymetrické plány těchto rezervoárů, na jejichž základě jsou vypočteny jejich morfometrické charakteristiky. Na základě výstupů v SW GIS je možné posuzovat možný vliv malých vodních nádrží na odtokový režim v povodí.

3. Výsledky

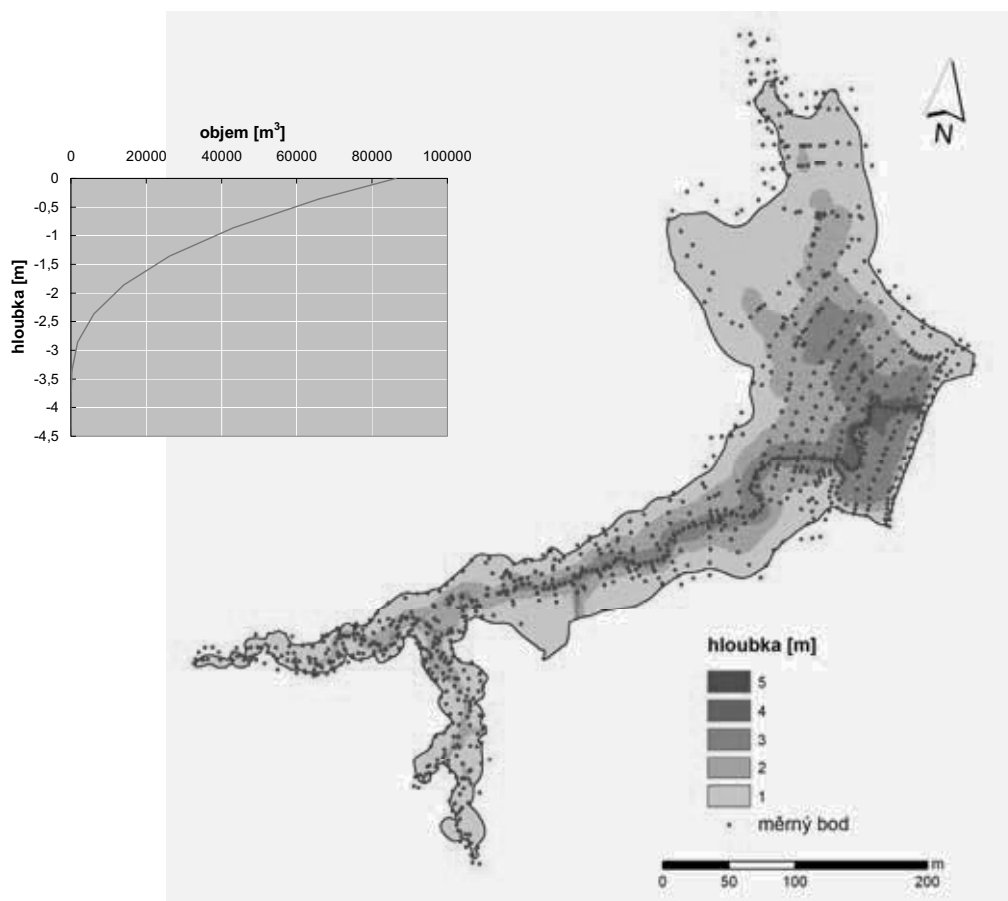
Jako příhodné lokality pro využití potenciálních retenčních prostor se jeví právě původní napájecí součásti Vchynicko-tetovského plavebního kanálu, tedy akumulční nádrže, které se používaly pro plavení dřeva v 19. století (lidově klauzy, švele), a které byly v období existence vojenského pásma částečně zničeny. Proto bylo vytipováno nejméně osm potencionálních nádrží vyskytujících se v povodích Roklanského a Modravského potoka (obr. 1). Jelikož se jedná o objekty, u nichž je relativně dobře zachované těleso hráze,

můžeme s velkou přesností zjistit zásobní objem. V rámci obr. 1 jsou prezentovány i odhady jejich objemů vody dle Běla, Bartáka, Ettlera (2001). Na základě současných dat z vyměřování potenciálního objemu akumulčních prostor lze usoudit, že byly do značné míry nepřesné. Tyto nádrže by mohly plnit funkce jako je zlepšení odtokové křivky během jarního tání sněhové pokrývky či přívalových dešťů, zlepšení regulačních podmínek během suchých měsíců ve Vydře a plavebním kanálu, popř. regulace kyselosti i teploty vody v níže položených úsecích v zimním období.



Obr. 1 Lokalizace automatických hydrologických a klimatických stanic a potenciálních retenčních a akumulčních nádrží v povodí Vydry po profilu Modrava. V tabulce je uveden odhadovaný objem nádrží dle Běla, Bartáka a Ettlera (2001). Nádrže: 1 - Javoří, 2 - Rokytky, 3 - Roklanská, 4 - Novohuťská, 5 - Studená, 6 - Březník, 7 - Ptačí, 8 - Černohorská.

Jako případová studie pro posouzení vhodnosti realizace a využití bývalé akumulční nádrže pro účely zvýšení retenčního potenciálu během extrémních odtokových epizod byla vybrána lokalita Rokytky u Rokyteckých slatí, kde bylo totální geodetickou stanicí zaměřeno celkem 1118 bodů (56 m²/bod; obr. 2). Vypočtené hodnoty maximální potenciální plochy, resp. objemu činí 62 796 m², resp. 86 391 m³. Reálné hodnoty s využitím bezpečnostního prostoru (s hladinou cca 0,5 m pod korunou hráze) se samozřejmě pohybují na poněkud nižší úrovni (52 229 m², resp. 65 878 m³; tj. rozdíl oproti údajům Běla, Bartáka, Ettlera (2001) o 266 %). I přesto lze však vyhodnotit získané údaje jako vysoce příznivé z hlediska eventuálního množství zadržené vody. Navíc lze porovnáním dosažených výsledků s odpovídajícími staršími údaji předpokládat analogické rozdíly i v případě ostatních nádrží. Např. při výšce hladiny 3,5 m u hráze Roklanské klauzy lokalizované v horní části stejnojmenného potoka byl interpolační metodou Kriging určen potenciální objem cca 24 000 m³. Při porovnání s údaji Běla, Bartáka, Ettlera (2001) se jedná o 71 % vyšší hodnotu objemu. Na základě takto získaných dat lze předběžně konstatovat, že účinnost těchto opatření by nebyla zdaleka zanedbatelná.



Obr. 2 Batymetrická mapa s distribucí měrných bodů a volumetrická křivka potenciální retenční nádrže v lokalitě Rokytecké slatě.

Díky takto zjištěným objemově-odtokovým charakteristikám lze navíc dostatečně přesně vymodelovat dobu dotoku, vlivu na transformaci vlny, časové zdržení při regulovaném či neregulovaném využití zásobního objemu, atd. Při dlouhodobém průměrném průtoku v profilu potenciální hráze Rokytecké nádrže (kde je instalováno automatické ultrazvukové hladinoměrné zařízení), který činí $0,199 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, by doba nadržení jejího objemu trvala 91 hod. 57 min. Při povodňové epizodě z dubna 2009, kdy bylo dne 17.4.2009 dosaženo kulminačního průtoku $1,607 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, a během které činil průměrný průtok $0,505 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (D-8 až D-2), by nadržení reálného objemu nádrže trvalo 11 hod. 23 min., resp. 36 hod. 14 min. Systém propustků v tělese hráze by dokázal optimálně odpouštět nadrženu vodu v závislosti na aktuální odtokové situaci. Takováto nádrž by mohla plnit funkci suchého poldru (Just, 2005). Za normální situace hráz nádrže neovlivňuje (pokud to není účelem) vodní tok. Při větších průtocích, které již přesahují kapacitu spodní výpusti, se začíná plnit retenční prostor. Pokud epizoda zvýšených průtoků trvá a retenční prostor je vyčerpán, dosáhne hladina bezpečnostního přelivu, který brání překročení kapacity nádrže. Po opadnutí povodňové vlny voda z nádrže pomalu vytéká spodní výpustí až do dosažení původního stavu.

4. Závěr

Jednou z možností zvýšení retenční schopnosti krajiny včetně pramenných oblastí vodních toků je využití potenciálních prostor v povodí, a to ve spojitosti s obnovou starých akumulacních nebo budováním nových retenčních nádrží. V současné době se tzv. klauzy staly objektem zájmu v souvislosti s možnostmi jejich obnovy a využití v protipovodňové ochraně a řešení problému sucha jejich úpravou na tzv. suché (zelené) poldry. Mohly by tak přispět nejen ke snižování kulminací povodňových vln a zachycení z povodí splaveného dřeva, ale rovněž ke zlepšení regulačních podmínek během suchých měsíců na Vydře a

plavebním kanálu. Tyto malé objekty sice nemohou vyřešit problém protipovodňové ochrany ve větším územním celku, ale mohou přispět k částečnému snížení povodňových škod (Janský, Kocum, 2008). Zmíněné rezervoáry současně významně přispívají ke zvýšení ekologické stability krajiny.

Efektivnost systému takovýchto opatření při retenci vody ve zdrojových oblastech řek je možné simulovat aplikací komplexního systému vhodných hydrologických modelů. Na základě získaných dat a dílčích výsledků lze předběžně konstatovat, že účinnost těchto opatření by nemusela být zdaleka zanedbatelná. Za účelem objektivního zhodnocení vhodnosti implementace těchto opatření na území NP Šumava je nutné kromě modelování jejich potenciální efektivity vytvořit studii posuzující možné ekologické dopady jejich realizace na místní ekosystém.

V horských podmínkách zájmového území a na území národního parku se samozřejmě nemůže jednat o žádné gigantické projekty. Malé vodní nádrže mají sice méně významnou retenční schopnost a slouží k zachycení především malých povodní, nicméně transformace povodní těmito malými nádržemi pomáhá alespoň v lokálním měřítku (v dílčích povodích) získat čas k aktivizaci ochrany níže na toku (viz. Strategie ochrany před povodněmi na území ČR). Místní podmínky navíc samy nabízejí možnost využití již stávajících malých vodních nádrží, které by po vhodných úpravách mohly částečně řešit aktuální otázky současné klimatické změny a s nimi související intenzifikaci výskytu meteorologických a hydrologických extrémů v podmínkách Česka.

5. Literatura

BĚL, J., BARTÁK, J., ETTLER, Z. (2001): Plavení dříví na střední Šumavě: 200 let Vchynicko-Tetovského plavebního kanálu. Západočeská energetika, a.s., 200 s.

ČESÁK, J., ŠOBR, M., JENÍČEK, M., KOCUM, J., NĚMEČKOVÁ, S. (2008): Geodetická měření pro sestavení hydrologických modelů. In Langhammer, J. (Ed.): Závěrečná zpráva z projektu VaV. PŘF UK v Praze a MŽP ČR, Praha.

JANSKÝ, B., KOCUM, J. (2008): Peat bogs influence on runoff process: case study of the Vydra and Křemelná River basins in the Šumava Mountains, southwestern Czechia. *Geografie - Sborník ČGS*, 113, 4, Praha, pp. 383-399. ISSN 1212-0014

JUST, T. a kol. (2005): Vodohospodářské revitalizace a jejich uplatnění v ochraně před povodněmi. 3.ZO ČSOP Hořovicko ve spolupráci se společností Ekologické služby s.r.o., AOPK ČR a MŽP ČR, Praha 2005, 359 s.

Strategie ochrany před povodněmi na území ČR, schválená usnesením vlády č. 382 ze dne 9. dubna 2000.

Revitalizace vodních toků jako adaptace na klimatickou změnu

Linda Franková

Agentura ochrany přírody a krajiny ČR

Abstrakt

Revitalizace vodních toků a niv jsou opatření k obnově degradovaného vodního režimu a ekologické stability krajiny. Adaptace na povodně a sucho spočívá ve schopnosti revitalizovaných vodních toků a niv zadržovat vodu. Dochází ke zvětšení zásoby vody v krajině, pomalejšímu průběhu povodní a celkové obnově biodiverzity a krajinné struktury.

V některých případech lze nevyhnutelná technická protipovodňová opatření vhodně kombinovat s přírodě blízkými - revitalizačními opatřeními - při splnění požadavků na protipovodňovou ochranu.

Revitalizace vodních toků a další přírodě blízká opatření na vodních tocích mají oporu v Rámcové směrnici o vodách (WFD, 2000/60/ES), ve které se Česká Republika zavázala k ochraně morfologického a ekologického stavu vodních toků.

Abstract

Water flows and floodplains revitalization leads to restoration of degraded water regime and ecological landscape stability. Flood and drought adaptation consists in water retention capacity of water flows and floodplains. That leads to water supply increase in the landscape, flood processes slowdown, and biodiversity and landscape structures recovery.

Unavoidable technical flood protection arrangements may be combined with near natural revitalization in some cases. Flood control request must be fulfilled at the same time.

Water flows and near natural measure of watercourse is supported by the Water Framework Directive (2000/60/EC). The Czech Republic is obligated to protect morphological and ecological conditions of watercourse.

Revitalizace vodních toků

Revitalizace vodních toků a niv jsou opatření k obnově v minulosti nevhodně upravených koryt vodních toků směrem k původnímu, přírodě blízkému stavu. Technické úpravy, prováděné především ve 20. století, spočívaly v napřimování, prohlubování a tím vynuceného opevnování koryt vodních toků. Regulace ve většině způsobila zrychlení odtoku povodňových průtoků a větší škody v níže položených územích. Důsledkem zahloubení a odvodnění niv je zmenšení zásob podzemní vody a biologická degradace niv. Při úpravách docházelo k nevratnému zničení cenných říčních, potočních a mokřadních biotopů a výrazně se zhoršily podmínky pro samočištění vody. Degradovaný vodní režim oslabuje ekologickou stabilitu krajiny a tím přispívá k negativním účinkům povodní a sucha.

Cílem revitalizací je obnovení nebo zlepšení ekologické funkce vodních toků a niv v krajině. Několik posledních úseků přírodních toků slouží jako předlohy pro revitalizace. Adaptace na povodně a sucho spočívá ve schopnosti revitalizovaných vodních toků a niv zadržovat vodu. Dojde ke zvětšení zásoby vody v krajině s pozitivním vlivem též na zásoby podzemních vod, pomalejšímu průběhu povodní a celkové obnově biodiverzity a krajinné struktury.

Revitalizované koryto vodního toku by mělo mít přiměřeně malou kapacitu, tak aby byl umožněn rozliv velkých vod do přilehlé nivy. Pro revitalizaci toku je žádoucí vymezení

dostatečného nivního pásu, kde může docházet k přirozenému morfologickému vývoji vodního toku. Pro revitalizační koryto je také velmi důležitá jeho členitost (členitý podélný i příčný profil). Revitalizace toku může přinést významné efekty v oblasti protipovodňové ochrany, uváží-li se vymezení dostatečně širokého nivního pásu pro přirozený a neškodný rozliv povodňových průtoků. Vhodně provedená revitalizace toku ve volné krajině může omezit dopady povodní v níže položené obci. Přesto, že komplexně nevyřeší protipovodňovou ochranu zastavěného území, může alespoň zmírnit požadavky na její provedení.



OBR. 1 revitalizace toku v Orlickém Záhoří (CHKO Orlické hory)

Retenční a akumulační schopnost nivy lze podpořit tvorbou přírodě blízkých prvků v rámci revitalizace, kterými jsou obnova říčních ramen, tvorba přírodě blízkých paralelních koryt, vytváření tůní v nivě toku a výsadba stanovištně vhodných doprovodných dřevin. Dalším významným efektem, který může přinést vhodně provedená revitalizace je obnova ekosystémů vázaných na přirozené vodní toky a údolní nivy, podpora procesu samočištění (zlepšování kvality vody v toku) a obnova kontinuity říčního prostředí, zejména pak s ohledem na migrační propustnost vodních toků.

Revitalizace v ochraně před povodněmi

Protipovodňová opatření mohou mít mnoho podob, a to od tvrdých technických úprav vodních toků až po revitalizační opatření na vodních tocích a nivách. V některých případech nevyhnutelná technická opatření lze však vhodně kombinovat s přírodě blízkými - revitalizačními opatřeními. Revitalizace vodních toků a další přírodě blízká opatření na vodních tocích mají oporu v Rámcové směrnici o vodách (WFD, 2000/60/ES), ve které se Česká Republika zavázala k ochraně morfologického a ekologického stavu vodních toků.

Na protipovodňová opatření byla do současnosti vyčerpána nemalá část dotačních prostředků. Dosavadní nastavení podmínek a hodnocení projektů v oblasti protipovodňové prevence však příliš nemotivují žadatele k realizaci ekologicky šetrných záměrů. Ekologické části projektů (jako revitalizační opatření ke zlepšení ekologického stavu vodního toku či revitalizace vodních toků a niv jako kompenzační opatření) záměr znevýhodňují, neboť hodnocení projektů upřednostňuje protipovodňové efekty (hodnocení vlivu na ochranu trvale bydlících osob). V důsledku toho dochází k realizaci záměrů jednostranně technicky zaměřených, přestože je potřebné vhodně kombinovat technické a přírodě blízké přístupy.

Taková opatření mohou přinášet srovnatelné protipovodňové účinky. Při technických opatřeních není kladen dostatečný důraz na ochranu ploch pro přirozené rozlivy, naopak řada návrhů opatření počítá s hrázováním dosud nezastavěných ploch v nivách, čímž může docházet ke zneužívání prostředků protipovodňové prevence k přípravě zastavitelných území. Technicky orientovaná opatření jsou prováděna izolovaně a lokálně bez širších vazeb a vyhodnocení ekologického stavu vodních toků. Realizace pouze technických opatření bez kombinování s přírodě blízkými neznamená pouze konflikt se závazky v Rámcové směrnici o vodách, ale také nevyužití celého potenciálu protipovodňové prevence.



OBR. 2 revitalizace a zvýšení průtočné kapacity řeky Altmül u obce Aha (SRN)

Do budoucna je velmi žádoucí uzpůsobit propozice dotačních programů tak, aby ekologicky šetrné projekty byly naopak zvýhodněny při získávání dotací a bylo dosahováno žádoucího kombinování technických a přírodě blízkých opatření při současné minimalizaci škod na ekologickém stavu vodních toků. Nevyhnutelné ekologické škody je nutné kompenzovat (včetně kompenzací za zábor ploch pro povodňové rozlivy). Takový postup bude v souladu s Rámcovou směrnicí o vodách a zamezí poškozování ekologického a morfologického stavu vodních toků a niv.

Zároveň je potřebné zavedení funkčního systému projednávání protipovodňových opatření se všemi zainteresovanými subjekty (především správci toků, obcemi), a to od jejich navrhování až po realizaci, včetně standardu vlastní účasti obcí na nákladech akcí (zejména se zřetelem k možnostem uplatnění obcí při získávání pozemků - vklad pozemků jako forma vlastní účasti obce - a při následné údržbě dotčených ploch).

Samovolná renaturace – revitalizace zadarmo

Technicky upravený vodní tok je ve smyslu Rámcové směrnice o vodách v nepříznivém ekologickém stavu. Závazek ukládá tento stav postupně zlepšovat. Revitalizacemi investičního charakteru lze jen obtížně zvládnout nápravu stavu v potřebném rozsahu. Zde je nutno říci, že ne vždy jsou investiční revitalizace nevyhnutelné. V souvislosti s dožíváním odvodňovacích systémů, ústupem intenzivních forem zemědělského hospodaření a přehodnocování potřebnosti některých vodohospodářských úprav skýtá velkou příležitost ke zlepšení morfologického a ekologického stavu vodních toků samovolná renaturace. Renaturační procesy – zanášení a zarůstání koryt, narušení umělých opevnění – mohou postupně vodním tokům navracet přírodě blízký charakter, především prostřednictvím postranní eroze, která podporuje členitost koryta. Limitujícím faktorem může být tendence k progresivní hloubkové erozi u koryt v minulosti uměle zahloubených.

Renaturační procesy je nutné podporovat, v co největší míře využívat, nikoliv zbytečně mařit jejich výsledky. Samovolnou renaturaci lze podporovat pasivně, a to omezením vodohospodářských úprav (nejčastěji prohrábek koryt nebo oprav opevnění) pouze na nutné a objektivně odůvodněné případy. Aktivně lze renaturačním procesům napomoci nepříliš náročnými zásahy, např. pomístným narušením opevnění břehů či vkládání rozčleňujících prvků do koryta (kámen, dřevní hmota).



OBR. 3 povodňové změny na řece Blanici

Okamžité nastartování renaturačních procesů v technicky upravených korytech často způsobí průběh velkých vod. Dojde-li k destrukci opevnění koryta, zpravidla ve volné krajině, neohroženého hloubkovou erozí a neohrožujícího zastavěná území, lze povodňové změny akceptovat. Existují-li objektivní důvody pro opravu opevnění (nejčastěji v zastavěných územích) nabízí se zde prostor pro provedení úpravy přírodě blízkým způsobem (např. odsazením hrází nebo zachováním členitosti dna pomocí kamenných pasů a stupňů apod.). Destrukce nadměrně zahloubeného koryta ve volné krajině příznivě nahrává realizaci revitalizace, která by měla spočívat v obnově přírodě blízkého koryta a zasypaní starého, zničeného.

K samovolným změnám koryt je nutné přistupovat diferencovaně, především předcházet samoučelně prováděné údržbě vodohospodářských úprav. Diferencovaný přístup je nutné uplatňovat při správě toků v zastavěných územích a ve volné krajině. Renaturační procesy je potřebné ukotvit v příslušných právních předpisech a vytvořit rámce pro jejich využívání a podporu (novelizace vyhlášky 470/2001, Sb. o správě toků). Následně je žádoucí učinit renaturace oficiálním pojmem ve vodohospodářském plánování a vylíčit kategorie upravených vodních toků, přenechávaných samovolně nebo extenzivně podporované renaturaci, včetně právní ochrany renaturací formou oslabení povinností správ toků udržovat technické úpravy jako vodní díla. Moderně pojatá správa vodních toků řadí mezi svoje přední zájmy dosahování a udržování ekologicky příznivého stavu vodních toků a využívání přirozených tlumivých rozlivů povodní v nivách.

Dotační programy na podporu přírodě blízkých opatření na vodních tocích

Operační program Životní prostředí 2007 - 2013

- oblast podpory 6.4. Optimalizace vodního režimu krajiny
 - podoblast podpory 1.3.2 – Eliminace povodňových průtoků systémem přírodě blízkých protipovodňových opatření
- sběrná místa žádostí: krajská střediska AOPK ČR (www.opzp.cz, www.dotace.nature.cz)

Program Podpora obnovy přirozených funkcí krajiny 2009 - 2019

- podprogram 115 164 - Adaptační opatření pro zmírnění dopadů klimatické změny na vodní ekosystémy
- sběrná místa žádostí – krajská střediska AOPK ČR (více na www.dotace.nature.cz)

Revitalizace Černého potoka a jeho přítoků v přírodní rezervaci Černá louka

Investor: AOPK ČR

Zdroj financování: Operační program Životní prostředí

lokalizace: Přírodní rezervace Černá louka, k. ú. Habartice u Krupky, okres Ústí nad Labem

realizace: 2009 - 2010



Cílem projektu je stabilizace vlhkých až rašelinných horských luk v povodí Černého potoka a jeho přítoků v PR Černá louka (celková rozloha 140 ha) na náhorní plošině východní části Krušných hor. Území bylo v 60. – 80. letech 20. století odvodněno, čímž došlo k postupné degradaci lučních společenstev a úbytku na ně vázaných zvláště chráněných druhů rostlin a živočichů (např.: lilie cibulkonosná, tučnice obecná, prstenec májový, vrba plazivá, všivec mokřadní, tetřívka obecná, bekasína otavní aj.).

Revitalizace zahrnuje:

- 1,56 km revitalizovaných toků a nových přírodě blízkých koryt,
- obnovení 7,1 ha potoční nivy,
- vytvoření 43 tůní a 9 mokřadů,
- doprovodnou výsadbu 500 ks druhově a stanovištně původních druhů dřevin.

Opatření přispěje k obnově vodního režimu území a podpoří výskyt zvláště chráněných druhů rostlin a živočichů.

Projekt je spolufinancován z prostředků Evropské unie – Evropského fondu pro regionální rozvoj (ERDF) ve výši 6.533.010,- Kč.

Zvýšení ochrany sídel v povodí Ploučnice před povodněmi - studie proveditelnosti

Ing. Petr Nestler, Ing. Pavel Eger

Povodí Ohře, státní podnik

Studie je financována z Operačního programu životního prostředí

Prioritní osa: 1. Zlepšování vodohospodářské infrastruktury a snižování rizika povodní
 Oblast podpory: 1.3 Omezování rizika povodní
 Podoblast podpory: 1.3.1 Zlepšení systému povodňové služby a preventivní protipovodňové ochrany

Objednatel: Povodí Ohře, státní podnik, Bezručova 4219, 430 03 Chomutov
 zástupce objednatel: Ing. Pavel Eger, tel.: 724 155 142, e-mail: eger@poh.cz

Zhotovitel: Sdružení VRV + HYDROPROJEKT

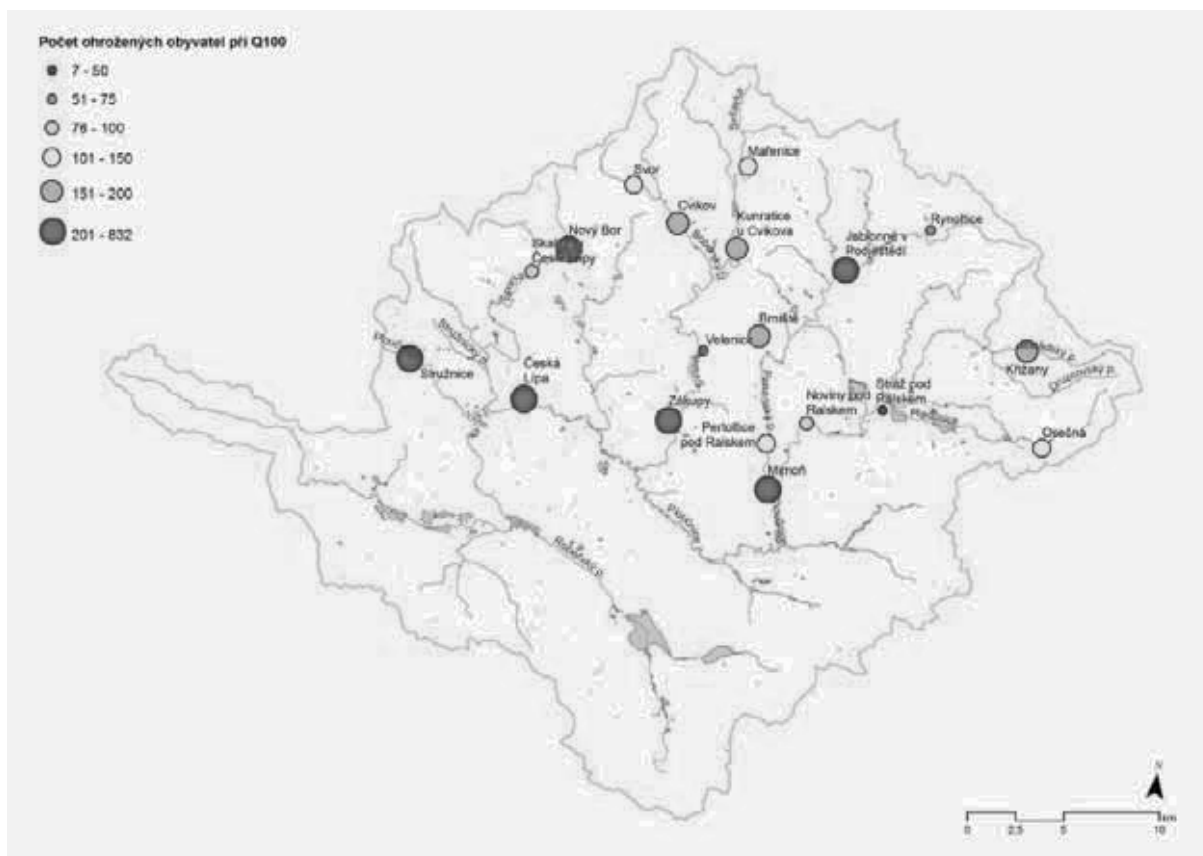
Vodohospodářský rozvoj a výstavba a.s., Nábřežní 4, 150 56 Praha 5
 HYDROPROJEKT CZ a.s., Tábořská 31, 140 16 Praha 4 – Nusle

Subdodavatel: ŠINDLAR, s.r.o., Býšť č.p. 67, 533 22



Ochrana České Lípy a obcí v záplavovém území Ploučnice, včetně protipovodňových opatření v povodí Svitávky, je dle Plánu hlavních povodí určena jako prioritní oblast. V návrhu Plánu oblasti povodí Ohře a dolního Labe (POP) byla v této oblasti navržena protipovodňová opatření včetně retenčních nádrží. V rámci připomínkového řízení k návrhu POP byl Ministerstvem životního prostředí a neziskovými organizacemi vysloven nesouhlas s navrženými retenčními prostory.

Vzhledem k výše uvedenému v současné době probíhá v povodí Ploučnice projekt s názvem „Zvýšení ochrany sídel v povodí Ploučnice před povodněmi – studie proveditelnosti“. Jeho cílem je navrhnout řešení a podmínky realizace přírodně blízkých protipovodňových opatření na Ploučnici, Panenském potoce, Šporce, Robečském potoce, Svitavce a na dalších vybraných vodních tocích v povodí Ploučnice. Zadavatelem projektu je Povodí Ohře, státní podnik a zpracovatelem je sdružení firem Vodohospodářský rozvoj a výstavba a.s. a Hydroprojekt CZ a.s. Termín dokončení je listopad 2010. Finanční prostředky jsou čerpány z fondů Evropské unie, konkrétně z Operačního programu Životní prostředí. Plánovaný projekt je jedinečnou šancí efektivně využít těchto finančních prostředků k ochraně obyvatel a majetků v části Libereckého kraje před povodněmi.
 Mapa ohrožených obcí



Dalšími účastníky tvorby a projednávání studie proveditelnosti jsou Krajský úřad Libereckého kraje, Agentura ochrany přírody a krajiny, Vlastivědné muzeum a Galerie Česká Lípa, Ministerstvo životního prostředí, Pozemkový úřad Česká Lípa, Zemědělská vodohospodářská správa, Lesy ČR Teplice, Diamo s.p., Město Česká Lípa, Město Mimoň, Obec Stružnice, Město Zákupy atd.

Etapizace zpracování studie

1. etapa – časové rozmezí : leden až únor 2010

- studium a zpracování vstupních podkladů od zadavatele, zajištění katastrálních map a vyhodnocení majetkoprávní situace, získání vstupních informací a podkladů od orgánů ochrany přírody a analýza potencionálního řešení. Příprava harmonogramu a strategie dalšího postupu studie.

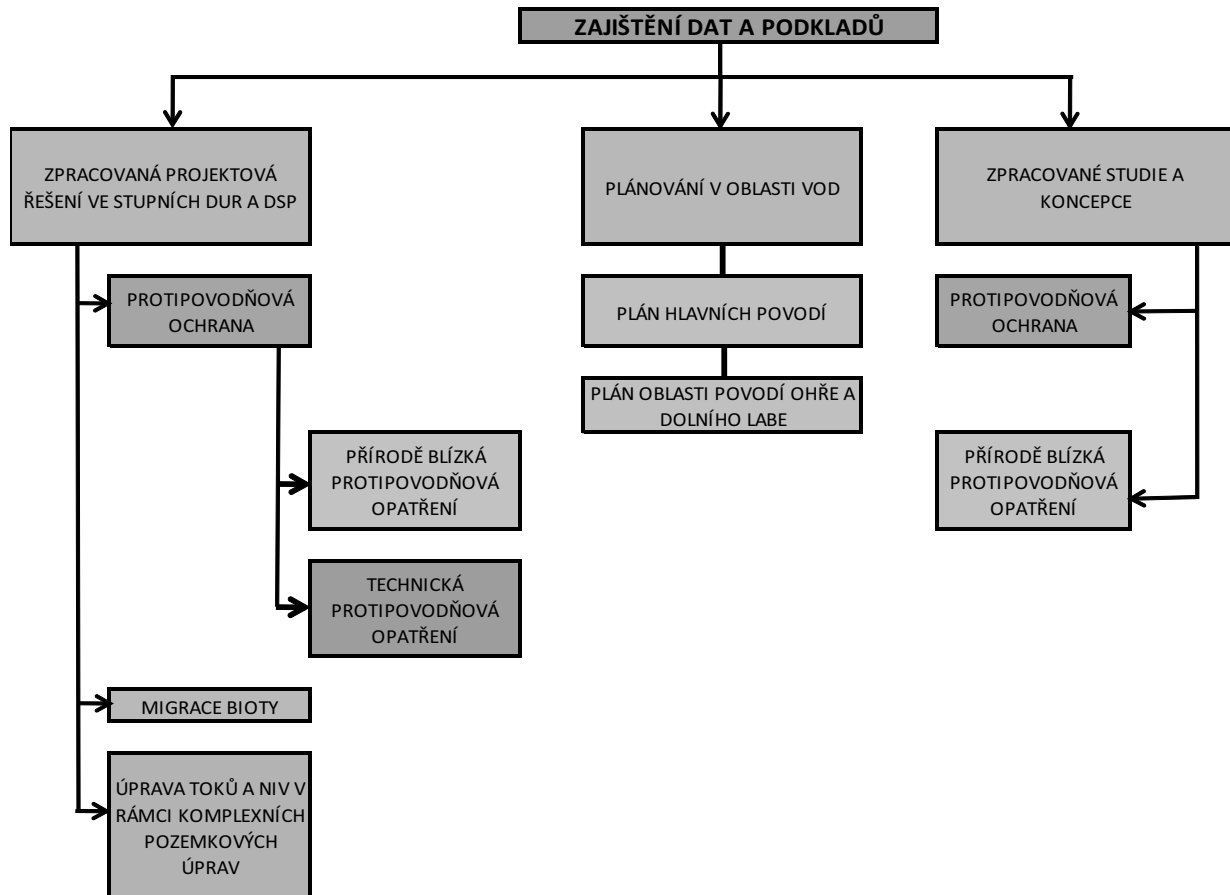
2. etapa – časové rozmezí : březen až červenec 2010

- navržení optimální varianty řešení, její výběr z několika variant, zpracování technických podkladů a odborný odhad finančních nákladů pro jednotlivé varianty, navržení komplexu přírodně blízkých opatření s ohledem na požadavky protipovodňové ochrany a ochrany přírody, navržení etap realizace těchto opatření a časový postup realizace, dílčí konzultace a předběžné projednání se všemi dotčenými subjekty (povolovací orgány, majitelé pozemků apod.), zpracování a zajištění podkladů GIS a závěrečných reprografických výstupů, projednání zpracování posouzení EIA. Návrhy zhotovitele budou průběžně konzultovány autorizovanou osobou uvedenou v seznamu autorizovaných osob pro účely posouzení podle §45i zákona č. 114/1992 Sb..

3. etapa – časové rozmezí: červenec až listopad 2010

- projednání navržených opatření se všemi dotčenými subjekty (orgány státní správy, obecní samosprávy, orgány ochrany přírody, vodoprávním úřadem a jednotlivými správci vodních toků, s obcemi a s vlastníky dotčených pozemků apod.), zpracování posouzení dle §45i zákona č.114/1992 Sb., v případě požadavku krajského úřadu EIA a odevzdání finální podoby studie proveditelnosti.

Analýza dat a podkladů



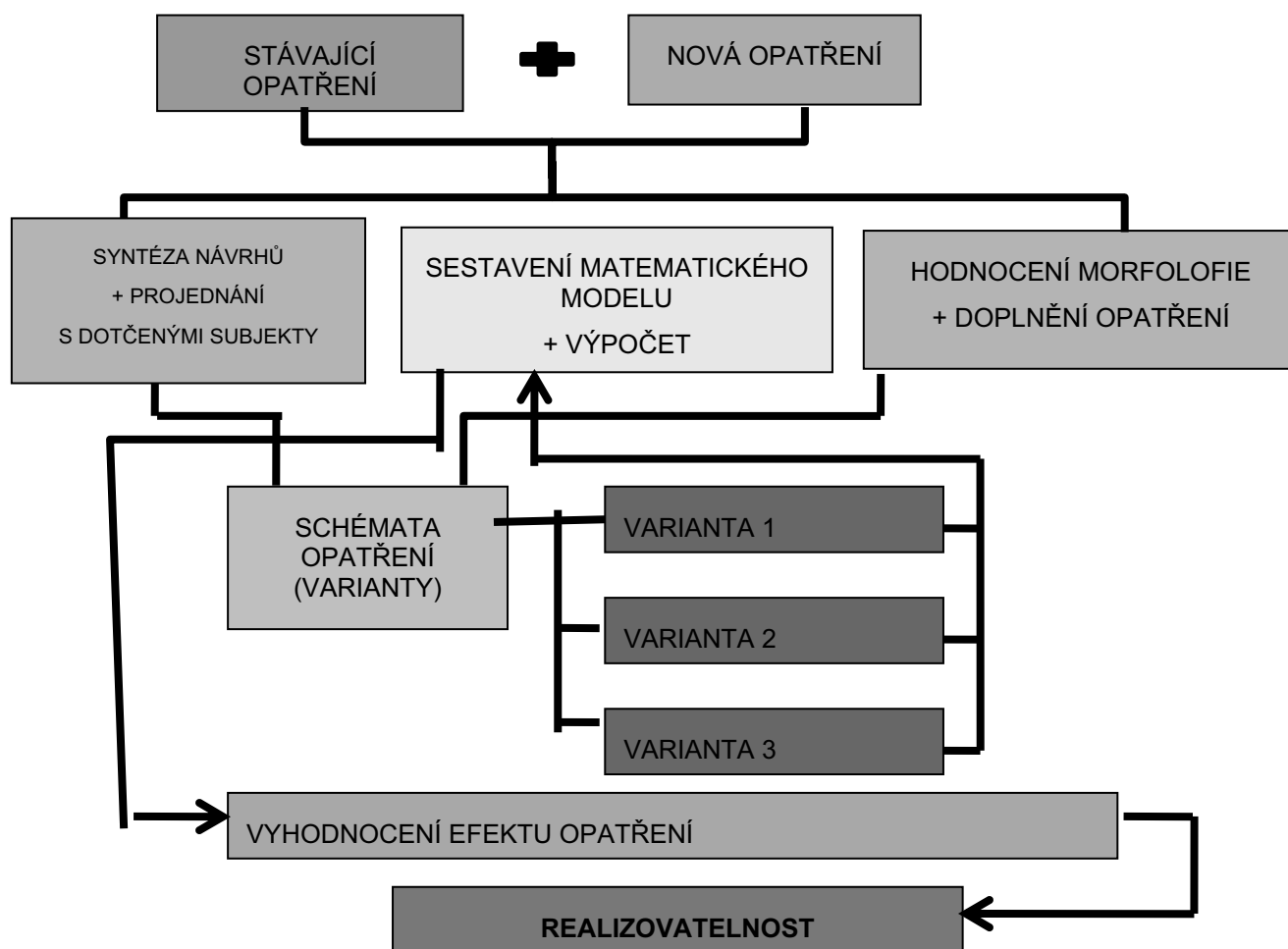
Povodně jsou v poslední době čím dál častějším jevem a stávají se prakticky běžnou součástí našeho života. Důkazem toho jsou i letošní květnové záplavy, které zasáhly východní část České republiky. Ani ostatní části naší země nezůstaly nepostiženy, avšak na štěstí v daleko menší míře, než Morava a Slezsko. To, že Liberecký kraj zůstává v tomto směru zatím stranou, je spíše otázkou náhody a musíme počítat s tím, že v nejbližší době mohou velké vody zasáhnout i nás.

Mnohokrát skloňovaná „technická“ protipovodňová opatření typu ohrázování a zkapacitnění toku a výstavba protipovodňových bariér řeší to, že krajina už není schopna absorbovat velké množství srážek. Účinným řešením je zvýšení retence vody v území a zpomalení povrchového odtoku. Takové řešení nabízejí přírodě blízká protipovodňová opatření, jež jsou záměrem chystaného projektu. Mezi ně můžeme zařadit především navrácení toků jejich původnímu charakteru (revitalizace) a výstavbu suchých nádrží (poldrů). Další možností pak jsou opatření přímo v krajině typu zatravnovacích pásů, průlehů, mezí a vhodných osevních postupů, která zamezují přímému odtoku z přilehlých polí. Opatření tohoto typu jsou účinná

především pro zmenšení účinků povodní z přívalových dešťů. Realizace opatření ke zvýšení retence vody a zpomalení povrchového odtoku jsou významným pozitivním prvkem při řešení technických protipovodňových opatření v daném území.

V rámci zpracování studie bude každé opatření posuzováno z hlediska protipovodňového efektu, vlastnických vztahů, investičních nákladů a vlivu na životní prostředí. Na základě těchto kritérií a také s ohledem na majetkoprávní poměry v řešeném území bude rozhodováno o konečné podobě dokumentace.

Schéma pracovního postupu



Záměrem zpracovatelů studie je také navázání spolupráce s majiteli pozemků, aby aktivně spolupracovali a napomohli tak zdárnému průběhu prací. Jenom díky vzájemné spolupráci a společnému přístupu můžeme úspěšně čelit hrozbě, jakou dozajista povodně jsou a do budoucna být dostatečně připraveni.

Operativní činnosti správce povodí (kroky připravované ke snížení dopadu klimatických změn)

Ing. Jiří Petr, Ing. Pavel Řehák

Povodí Labe, státní podnik

Operational activities of basin manager (upcoming steps to mitigate the effects of climatic changes)

The contribution will deal with topics listed below that pertain the preparation of Povodi Labe, statni podnik for possible changes, respectively concern the cross-border cooperation with Germany. Changes in operational rules – changes in the handling principles and distribution of volumes that are aimed to improve the functions of the dams in terms of flood protection, water supply, and minimum residual flows assurance. Improvement in flow rate information – implementation of mathematic model to forecast flood flows as well as the ensured water level at Usti nad Labem profile. Accident problems – Povodi Labe, statni podnik, the international accident alert and warning center, cooperates with the Vltava (the Moldau) and the Ohre (the Eger) basin managers, safety profile at Hrensko.

Úvod

Příspěvek se věnuje tématům, která souvisí se zlepšením operativních činností Povodí Labe, státní podnik v souvislosti s extrémními hydrologickými jevy, jež mohou být průvodními jevy klimatických změn, případně se dotýkají přeshraniční spolupráce se Německem.

Zlepšování funkcí přehradních nádrží v podmínkách státního podniku Povodí Labe

Přehradní nádrže ve správě Povodí Labe, státní podnik mají až na výjimky poměrně malé celkové objemy (viz. Tabulka 1).

Celkový objem nádrže (mil. m ³)	Počet nádrží
0 – 1	3
1 – 3	5
3 – 10	4
10 – 20	1
20 – 25	2
75 a více	1

Tabulka 1

Z této skutečnosti vyplývá, že poměrně malé jsou i zásobní a ochranné prostory těchto nádrží a v případě extrémních hydrologických situacích, jako je sucho nebo povodně, jsou nádrže schopny plnit své účely pouze v rámci svých, často omezených, možností. Zlepšení funkce přehradních nádrží lze pak dosáhnout prostřednictvím následujících opatření, případně jejich kombinacemi.

Zpřesnění a prodloužení meteorologických předpovědí, údaje o zásobách vody ve sněhu

Kvalita a předstih meteorologických předpovědí má význam zejména pro řešení povodňových situací, kdy lze na základě kvalitní krátkodobé (do cca 3 dnů) a střednědobé (do max. 10 dnů) předpovědi řídit manipulace na nádržích tak, aby došlo k co největší transformaci průtoků.

Pro případy sucha, kdy lze vycházet pouze z dlouhodobých (a tím méně spolehlivých) předpovědí, nepřinese toto opatření zřejmě zásadní zlepšení.

V posledních dvou zimních sezónách poskytoval Český hydrometeorologický ústav 1 x týdně podnikům Povodí údaje k vybraným profilům o zásobách vody ve sněhu. Na základě údajů ze závěrových profilů pro jednotlivé nádrže lze v mezích manipulačních řádů maximálně snížit hladinu tak, aby byl zvýšen objem nádrže, ve kterém lze transformovat průtokovou vlnu vzniklou při jarním tání sněhu (tzv. předvypouštění), zároveň se ale lze spolehnout na to, že při tání sněhu dojde k naplnění nádrže tak, aby po ukončení tání mohla nádrž plnit své účely ve zbylé části roku.

Realizace monitoringu hydrometeorologických veličin a stavových veličin na vodních dílech

Již v roce 1995 začaly intenzivní práce na rozvoji monitorovacího a řídicího systému vodohospodářského dispečinku Povodí Labe, nicméně po zkušenostech z povodní v červenci 1997 došlo k přehodnocení původní koncepce rozvoje s tím, že je třeba realizaci monitorovacího systému zaměřit nejdříve na pramenné oblasti toků včetně budování sítě srážkoměrných stanic a dále došlo i k urychlení budování tohoto systému. Vlastní realizace začala v roce 1999 rekonstrukcí dispečerského pracoviště a osazením monitorovacího systému na VD Labská včetně výstavby 6 srážkoměrných stanic v povodí nádrže. V současné době Povodí Labe, státní podnik provozuje 173 monitorovacích stanic a přebírá data z dalších 96 monitorovacích stanic ČHMÚ.

Změny v rozdělení prostorů v nádržích, změny v zásadách manipulací a další změny v manipulačních řádech

Před výskytem povodňových událostí na konci 90tých let minulého století byly manipulační řády poměrně jednoduchými dokumenty, které obsahovaly základní zásady manipulací. Na základě rostoucích zkušeností z povodňových událostí, spolu s rozvojem monitorovacích systémů a informačních technologií obecně i se změnou pohledu společnosti na povodňovou problematiku docházelo jak v povoleních k nakládání s vodami, tak v manipulačních řádech pro jednotlivé nádrže k postupným změnám, které mají za cíl zlepšit ochrannou i zásobní funkci vodních děl. Tyto změny jsou samozřejmě aplikovány na jednotlivých vodních dílech s přihlédnutím ke konkrétním požadavkům na předmětné vodní dílo, obecně se pak jedná o následující změny:

Stanovení rozdílné hladiny zásobního prostoru pro letní a zimní období – požadavky kladené na vodní dílo jsou pro jednotlivá roční období rozdílné. V letním období je upřednostňována zásobní funkce nádrže z důvodu větší pravděpodobnosti výskytu sucha i s přihlédnutím k požadavku na rekreační funkce nádrží, letní zásobní hladina je tedy vyšší než zimní. V zimním období je pak upřednostňována ochranná funkce nádrže z důvodu vyšší pravděpodobnosti výskytu povodní z jarního tání. Období, kdy je udržována letní a zimní hladina zásobního prostoru jsou stanovena s přihlédnutím ke klimatickým podmínkám lokality nádrže, mezi oběma obdobími je zpravidla stanoven jeden měsíc jako přechodový.

Stanovení neškodného odtoku a mezního odtoku z nádrže – významným faktorem pro transformaci povodňové vlny nádrží je velikost neškodného odtoku. Z těchto důvodů jsme již několikrát přistoupili za vhodných hydrologických podmínek k jeho řízenému ověření, kdy byl pod dohledem pracovníků Povodí Labe, vodoprávních orgánů a zástupců obcí na kritických úsecích postupně zvyšován odtok z nádrže tak, aby v kritických úsecích nezpůsobil žádné škody. V řadě případů byl původně stanovený neškodný odtok zvýšen. Zároveň jsme při povodňových událostech, kdy již bylo jisté, že bude neškodný průtok překročen obdobným způsobem došli ke stanovení takzvaného mezního průtoku, který již působí v území určité (vlastníky majetku akceptovatelné) škody, ale za předpokladu jeho využití dojde k lepší transformaci povodňové vlny a výsledné škody na majetku pod nádrží jsou pak v souhrnu výrazně nižší.

Vyrovňávání krátkodobých průtokových vln – pro vyrovnění krátkodobých průtokových vln způsobených lokálními srážkami, táním sněhu vlivem denního kolísání teploty apod. a charakteristických zejména pro horní části povodí je u řady nádrží stanovena možnost využít na základě rozhodnutí vodohospodářského dispečinku k transformaci těchto vln část ochranného prostoru i pro průtoky nižší než neškodný průtok. Odtoky z nádrží jsou tak vyrovnanější, není třeba ihned reagovat na relativně malé změny přítoku do nádrže a je tak s minimálním rizikem posílena zásobní funkce nádrže. Pro realizaci tohoto kroku je zásadní důvěra dispečera v meteorologickou předpověď a možnost sledovat aktuální situaci v povodí (zejména teploty, srážky a přítoky do nádrže) prostřednictvím monitorovacího systému.

Odstupňování minimálního zůstatkového průtoku (MZP) – opatřením, které je zaměřeno na maximální využití zásobního prostoru je odstupňování MZP. V případě, že to velikost zásobního prostoru a další účely nádrže umožňují, jsme přistoupili ke stanovení několika rozmezí hladiny v nádrži, přičemž velikost MZP s poklesem kóty hladiny do jiného rozmezí rovněž klesá tak, aby nejnižší MZP, stanovený dle metodického pokynu MŽP ČR, byl vždy zajištěn s požadovanou zabezpečeností. Tím jsou po delší období zajišťovány vhodnější podmínky pro život ryb a vodních organismů i pro další činnosti (odběry vody, provoz MVE) na toku pod nádrží.

Předpovědní modely jako prostředek ke zvládnání extrémních hydrologických situací

Dalším ze způsobů jak se přispět ke zvládnání extrémních hydrologických situací, ať už jde o povodňové průtoky nebo o období s nízkými průtoky, je získání maxima informací o těchto situacích a zprostředkování těchto informací odborné i široké veřejnosti, případně subjektům, jejichž činnost je těmito situacemi ovlivňována. Z těchto důvodů se Povodí Labe, státní podnik zapojilo do dvou poměrně náročných projektů, které jsou zaměřeny na realizaci hydrodynamických matematických modelů na Labi.

V roce 2008 byl zahájen projekt LABEL, který je financován v rámci programu INTERREG IV/B CENTRAL EUROPE z prostředků Evropského fondu regionálního rozvoje (ERDF). Cílem projektu je realizace internetového informačního systému pro poskytování operativních předpovědí o předpokládaném rozsahu záplavových území a předpokládaném dosažení vodních stavů a průtoků ve vybraných profilech na části českého úseku Labe při průchodu povodňových průtoků. První částí tohoto projektu je sestavení hydrodynamického matematického modelu pro simulace hydrologických podmínek na Labi v zájmovém území, které je definováno jako koryto vodního toku a přilehlé záplavové území v úseku Opatovice nad Labem až Hřensko, na Vltavě v úseku Praha až soutok s Labem a na Ohři v úseku VD Nechanice až soutok s Labem. Matematický model bude sestaven s maximálním využitím již existujících a dostupných datových zdrojů. Tento model bude sloužit především pro co nejpřesnější a nejrychlejší předpověď vodních stavů a průtoků ve vybraných profilech.

Ve druhé části projektu předpokládáme řešení prezentace výsledků matematického modelu nad mapovými podklady prostřednictvím internetu, tj. zpřístupnění informací vybraným uživatelům o očekávaném průběhu vodních stavů a průtoků v celém řešeném úseku s předstihem 24 – 48 hodin včetně informací o očekávaném rozsahu záplavového území.

Projekt bude ukončen do 2/2012, předpokládáme, že výstupy tohoto projektu budou k dispozici německé straně a dále budou sloužit zároveň i pro další činnosti a projekty řešené v rámci mezinárodní oblasti povodí Labe.

V rámci projektu IRIS II financovaného z prostředků EU TEN -T se Povodí Labe, státní podnik podílí na realizaci matematického modelu korytových průtoků, který by měl mimo jiné zpřesnit a prodloužit předpovědi vodních stavů pro profil Labe – Ústí nad Labem a tak přispět k efektivnějšímu využití přirozených průtoků pro plavební účely. Realizátorem této akce je Ředitelství vodních cest ČR, termín dokončení 12/2011.

Problematika havarijního znečištění jakosti vod

Povodí Labe, státní podnik se jako správce povodí i jako správce vodních toků a zároveň jako mezinárodní hlavní varovná centrála (MHVC) za Českou republiku, aktivně podílí na zvládnání havárií čistoty vody na území ve své správní působnosti, z titulu MHVC pak i na zvládnání významných havárií na tocích ve správní působnosti státních podniků Povodí Vltavy a Povodí Ohře. S oběma těmito státními podniky byla v letoším roce uzavřena dohoda o spolupráci při řešení havarijního znečištění vod na tocích v jejich územní působnosti.

Mezinárodní varovný a poplachový plán Labe

Na 19. zasedání MKOL roce 2006 byla schválena novela Mezinárodního varovného a poplachového plánu Labe. Cílem tohoto plánu je, aby v případě náhlého znečištění látkami ohrožujícími jakost vody v povodí Labe, které by mohlo mít výrazný dopad v oblasti působnosti níže ležící MHVC, bylo předáno hlášení dále tak, aby byly včas varovány úřady a subjekty, zodpovědné za zdolávání havárií, a uživatelé vody a tak, aby mohla být podniknuta opatření ke zdolávání havárie, stanovení příčin, zjištění původce, odstranění příčin a následků havárie a zabránění následným škodám. Mimoto se předávají hlášení o haváriích na Labi, u nichž lze očekávat, že vyvolají mimořádný zájem veřejnosti. Na tomto plánu se podílí pět MHVC, a to jedna v České Republice a čtyři ve Spolkové republice Německo.

Činnost české MHVC při havárii v rámci MKOL

Jakmile MHVC v Hradci Králové obdrží informaci o znečištění látkami ohrožujícími jakost vody v povodí Labe, které by mohlo mít výrazný dopad v oblasti působnosti níže ležící MHVC, případně lze očekávat, že případ vyvolá mimořádný zájem veřejnosti, ověří MHVC korektnost informací a kontaktuje příslušný OI ČIŽP, který rozhodne o odeslání informace v rámci mezinárodního varovného a poplachového plánu Labe. MHVC Hradec Králové dle dostupných informací vyplní formulář o hlášení havárie, případně provede spuštění poplachového modelu ALAMO a faxem a e-mailem odešle hlášení na MHVC v Drážďanech. V případě, že dojde ke zlepšení situace a pomine nebezpečí dopadu v oblasti působnosti níže ležící MHVC, odešle MHVC v Hradci Králové formulář o odvolání poplachu.

Hraniční havarijní profil Hřensko

Na Labi v úseku Ústí nad Labem - Hřensko je každý rok zaznamenáván nejpočetnější výskyt havarijního zhoršení jakosti vod v rámci uceleného povodí Labe. Příčinou je vysoká koncentrace průmyslových podniků a intenzivní lodní doprava. Naprostá většina havarijních případů je způsobena plovoucími ropnými látkami, které lze zachytit nornými stěnami. Od původního projektu masivní pochůzná norná stěna bylo upuštěno a od roku 2008 projekt počítá s využitím norné stěny nové generace firmy REOAMOS, spol. s r.o., která je velmi skladná a manipulace s ní je velice jednoduchá. Norná stěna byla v zájmovém profilu dvakrát testována, poprvé byla stěna kotvena z lodi a poté pomocí kotvy ze dna. Při tomto testu byla přehrazena cca polovina toku Labe. Při druhém testu byla stěna kotvena z protějšího břehu a byl přehrazen celý tok Labe (viz foto). Instalováno bylo 220 metrů norné stěny, účinnost stěny byla cca 98 %. Na základě těchto testů byla zahájena aktualizace projektu dle nové technologie, k 5/2010 bylo vydáno územní rozhodnutí. Financování by mělo být zajištěno společně (SRN a ČR), náklady jsou předběžně vyčísleny na cca 20 mil. Kč (cca 750 tis €).



SBORNÍK

TAGUNGSBAND

Odborné příspěvky

Fachbeiträge

Magdeburský seminář o ochraně vod v Teplicích 4. - 6. října 2010



**Jezera po těžbě uhlí
a jejich vliv na vodní režim krajiny**

**Bergbaufolgeseen und ihr Einfluss
auf den Wasserhaushalt der Landschaft**

Magdeburger Gewässerschutzseminar in Teplice 4. bis 6. Oktober 2010

Erfahrungen beim Management der Wasserqualität in deutschen Tagebauseen

Schultze, M.¹, Geller, W.¹, Wendt-Potthoff, K.¹, Benthau, F.-C.²

¹ UFZ Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung, Department Seenforschung, Brückstraße 3a, 39114 Magdeburg, martin.schultze@ufz.de

² Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft, Ingenieurbereich Sanierung, Knappenstraße 1, 01968 Senftenberg

Experiences in managing water quality in German pit lakes

About 500 pit lakes which result from lignite mining exist in Germany today. Some of them are more than 50 years old. Acidification is an important issue of water quality in these lakes since about 60% of them have been initially acidic. Only few of the acidic lakes became neutral without any remediation measure. Such natural neutralization required some years or some decades.

The main strategy to prevent and overcome acidification is their filling and flushing with water from external sources instead of naturally rising ground water. External sources may be rivers or dewatering operations of still operating mines. However, the availability of water for filling and flushing is limited. Long-term inflow of acidifying groundwater requires additional approaches: prevention of acidification during active mining, in-situ ground water treatment, treatment of filling water, in-lake treatment and treatment of lake effluents. These approaches are based on addition of alkaline substances and on microbial sulfate reduction.

Einführung

Derzeit existieren in Deutschland ca. 500 Seen, die aus Braunkohletagebauen entstanden. Die ältesten stammen vom Ende des 19. Jahrhunderts und sind sehr klein (<0,5 ha). Heute entstehende Tagebauseen haben oft mehr als 10 km² Wasserfläche. Entsprechend den geologischen Bedingungen werden die tiefsten Seen im Rheinischen Braunkohlerevier entstehen (bis zu 310 m), während in den anderen deutschen Braunkohlerevierern die Wassertiefen der Tagebauseen unter 80 m bleiben. Die meisten Seen sind mono- oder dimiktisch. Es gibt aber auch eine ganze Reihe meromiktischer Seen.

Durch Pyritoxidation sind viele Tagebauseen sauer, zumindest zu Beginn oder wären es, sofern keine Gegenmaßnahmen ergriffen würden (ca. 70%). Oberflächliche Auswaschung von Abraumkippen und aus Kippenbereichen zuströmendes Grundwasser sind die Hauptquellen der Säure. Im Mittel betragen die Eisenkonzentrationen im Grundwasser von Abraumkippen 150 bis 400 mg/l, im Extremfall sogar mehrere Gramm je Liter. Das entspricht einer mittleren Azidität von ca. 5 bis 15 meq/l, sobald das Grundwasser im Tagebausee mit Sauerstoff in Kontakt kommt.

Abbildung 1 gibt einen Überblick über die Wasserbeschaffenheit in den deutschen Tagebauseen. Die Verteilung der pH-Werte zeigt die zwei dominierenden Puffersysteme: Eisen um pH 3 und Hydrogenkarbonat um pH 7. Die hohen Konzentrationen an Sulfat sowie bei sauren Seen an Eisen und Aluminium sind Folgen der Pyritoxidation und der anschließenden Umsetzungen der gebildeten Azidität mit den Mineralen des umgebenden Gesteins. Die in einzelnen Fällen hohen Konzentrationen an Chlorid sind das Ergebnis der Verbindung des Grundwassers zu Salzlagerstätten im tieferen Untergrund. Die Gehalte an Pflanzennährstoffen (Phosphor und Stickstoff) sind in der Regel klein. Daher sind die deutschen Tagebauseen zumeist oligo- bis mesotroph, wie auch an den Chlorophyll-Konzentrationen deutlich wird.

Die Versauerung stellt das Hauptproblem der Wasserqualität in deutschen Tagebauseen dar. Entsprechend konzentriert sich der Beitrag auf diesen Aspekt. Eine detailliertere Darstel-

lung als hier möglich findet sich in Schultze et al. (2009) einschließlich der hier nicht aufgelisteten Originalliteratur.

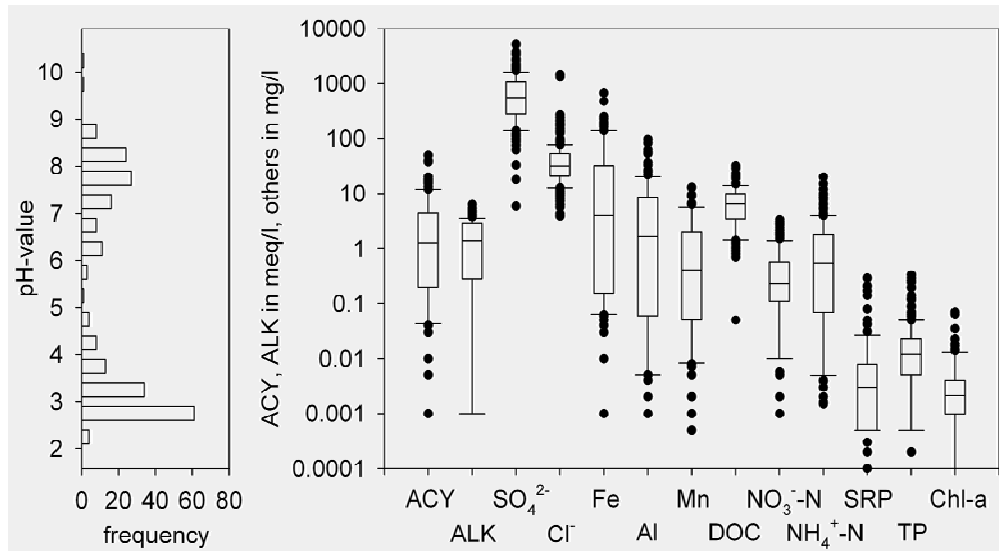


Abbildung 1 Übersicht über die Wasserqualität in deutschen Tagebauseen in Frühjahr 2007 (ACY - Basenverbrauch bis pH 8,2, ALK - Säureverbrauch bis pH 4,3, DOC - gelöster organischer Kohlenstoff, SRP - gelöster reaktiver Phosphor, TP - Gesamtphosphor, Chl-a - Chlorophyll a; Elemente der Boxplots: Linie in den Boxen - Median, Grenzen der Boxen - 25- bzw. 75-Perzentil, Winker - 10- bzw. 90-Perzentil, Einzelpunkte - Werte unterhalb 10-Perzentil bzw. oberhalb 90-Perzentil; Datenquellen: LMBV, LHW, LTV, LfULG, Nixdorf et al. 2001)

Managementansätze

Bis etwa 1970 wurden keine speziellen Maßnahmen zur Neutralisation von Tagebauseen in Deutschland durchgeführt. Die Neutralisation saurer Tagebauseen erfolgte nur durch natürliche Auswaschung aus dem Einzugsgebiet und den Wasseraustausch in den Seen und in begrenztem Umfang durch Sulfatreduktion im Grundwasser und im Seesediment. In einigen Fällen gelang auf diesem Wege die Neutralisation (z.B. Bergwitzsee), in vielen Fällen aber auch nach Jahrzehnten nicht (z.B. Felixsee). Je nach lokalen Bedingungen benötigen natürliche Prozesse zwischen wenigen Jahren und mehr als einem Jahrhundert für die Neutralisation. Entscheidend sind die Wasseraustauschrate für den jeweiligen See, das Puffervermögen des Deckgebirges, der Vorrat an Pyrit, der Anteil des bis zur vollständigen Seefüllung oxidierten Pyrits und der Umfang der fortgesetzten Pyritoxidation nach der Seefüllung. Zum Schutz der im Abstrom gelegenen Gewässer, zur Erfüllung der Nutzungsanforderungen und nicht zuletzt zur Einhaltung der EU-Wasserrahmenrichtlinie ist das ausschließliche Warten auf natürliche Neutralisation heute nicht mehr Bestandteil der Neutralisationsstrategie.

Beginnend mit dem Senftenberger See wurde ab etwa 1970 die Einleitung von Flusswasser zum Hauptweg der Neutralisation von Tagebauseen in Deutschland. Die Flusswassereinleitung wurde auf zwei Wegen praktiziert: nur zur Seefüllung oder als dauerhafte Durchleitung. Die Neutralisationswirkung beruht auf dem Hydrogenkarbonatgehalt des Flusswassers, der Verdünnung des Seewassers und im Falle der Seefüllung der Verringerung der Zuflussrate versauernden Grundwassers. Die dauerhafte Durchleitung ist überall dort notwendig, wo nach der Neutralisation der Zustrom an Azidität größer ist als die Summe aus Zustrom und mikrobieller Produktion an Alkalinität. Der Senftenberger See ist ein Beispiel für die dauerhafte Durchleitung. Für die Seefüllung wurde zusätzlich zum Flusswasser ab ca. 1995 auch neutrales Sumpfungswasser noch aktiver Tagebaue mit benutzt. Für die Tagebauseen, die ab 1990 in Ostdeutschland zu füllen waren (Gesamtvolumen $4,5 \cdot 10^9 \text{ m}^3$), wurden bis Ende 2009 $2,173 \cdot 10^9 \text{ m}^3$ Flusswasser (48,3% des zu füllenden Seevolumens) und $0,742 \cdot 10^9 \text{ m}^3$

Sümpfungswasser (16,5% des zu füllenden Seevolumens) eingesetzt. In vielen Fällen gelangen auf diese Weise nicht nur die schnelle Füllung und die Stabilisierung der Böschungen sondern auch die Neutralisation des Seewassers, z.B. im Cospudener See (Sümpfungswasser) und im Goitschensee (Flusswasser). Die Flusswassernutzung erforderte im Lausitzer Revier die Einführung eines modellbasierten Flussgebietsmanagements und der Wasserüberleitung zwischen den Flussgebieten von Neiße, Spree und Schwarzer Elster. Für die langfristige Entwicklung wird außerdem die Überleitung von Wasser aus der Elbe geprüft. In einigen Seen wurden auch chemische Neutralisationsverfahren angewendet. Sofern der Zustrom an Azidität größer war als die Summe aus Zustrom und mikrobielle Produktion an Alkalinität, versauerten die Seen wieder (z.B. Steinberger See) oder die Behandlung musste regelmäßig wiederholt bzw. fortgesetzt werden (z.B. Zieselsmaar, Bockwitzer See). Zum Einsatz kamen als Neutralisationsmittel Kraftwerksaschen, Kalkstein, Kalkhydrat und Soda. Erfolgreich im Feld getestet, aber noch nicht in die allgemeine Praxis eingeführt, ist der Zusatz von CO₂ zu den Neutralisationsmitteln, um mehr Hydrogencarbonat zu erzeugen und sowohl eine Pufferung gegen Säure als auch gegen zu hohe pH-Werte zu erzielen. Das ist insbesondere bei Wiederholungen von chemischen Neutralisationsmaßnahmen von Wichtigkeit, um Schädigungen der nach der Erstneutralisation etablierten aquatischen Lebensgemeinschaft zu verhindern.

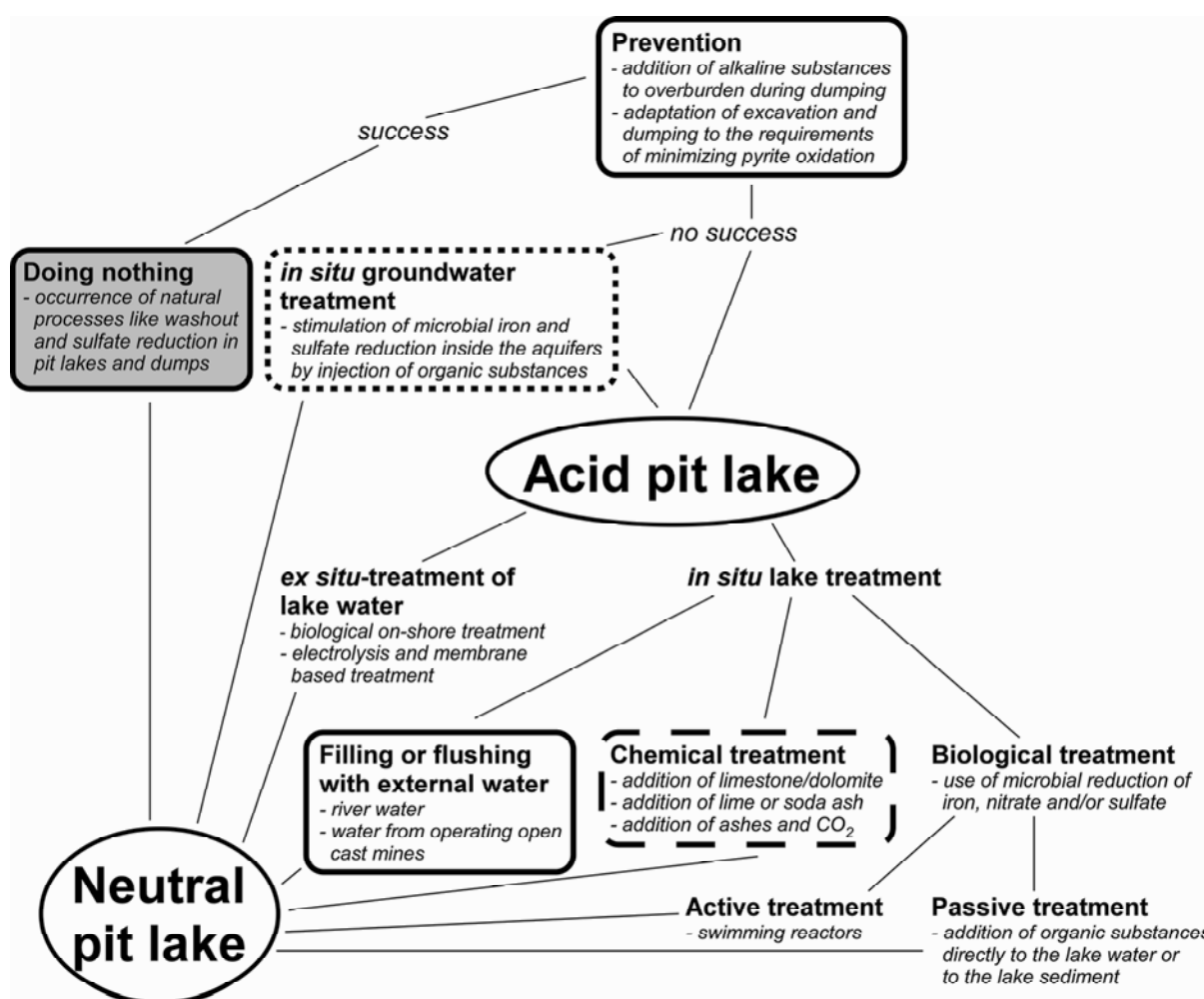


Abbildung 2 Übersicht über Ansätze für das Management der Wasserqualität in deutschen Tagebauseen (durchgezogener Rahmen - übliche Verfahren in Deutschland, gestrichelter Rahmen – in der Zukunft voraussichtlich häufiger anzuwenden, gepunkteter Rahmen – erfolgreiche Feldtests, ohne Rahmen - derzeit kein Einsatz absehbar (weitere Entwicklung nötig oder erfolglose Feldtests), grauer Hintergrund – wird heute nur noch bei natürlich neutralen Tagebauseen angewendet)

Im Labor erfolgreiche biologische Ansätze, die auf der Sulfatreduktion im Seesediment oder in schwimmenden Reaktoren beruhen, erwiesen sich in Feldtests als nicht effizient genug. Die Rückoxidation gebildeten Sulfids im Seesediment konnte nicht ausreichend verhindert werden. Feldtests entsprechender Ansätze für die Sulfatreduktion im Grundwasser verliefen hingegen vielversprechend.

Als zukunftsweisend ist die Prävention der Versauerung durch Zugabe von Kalkstein zum Abraum schon während des Braunkohleabbaus anzusehen. Der größte Teil des Versauerungspotentials wird so am Ort der Pyritoxidation gebunden. Im Tagebau Garzweiler ist das seit einigen Jahren übliche Praxis und für weitere Tagebaue wird dieser Ansatz geprüft.

In jüngerer Zeit erwies sich der relativ hohe Ammoniumgehalt saurer Tagebauseen als problematisch. Im Falle chemischer Neutralisation erfordert die Nitrifikation des Ammoniums noch einige Zeit, weshalb eine Ableitung von Überschusswasser aus den Tagebauseen in die Flusssysteme nicht zugelassen werden kann. An Lösungen für dieses Problem wird derzeit gearbeitet.

Die Eutrophierung, die in Deutschland in natürlichen Seen das Hauptproblem der Wasserqualität darstellt, spielt in deutschen Tagebauseen nahezu keine Rolle. Nur in Fällen extremer Zufuhr von Nährstoffen wurden bisher Eutrophierungserscheinungen beobachtet (z.B. Golpa IV). Der Zustrom eisenreichen Grundwassers und die hohen Eisen- und Aluminiumgehalte der Sedimente der Tagebauseen waren bisher in der Lage, den Phosphor weitestgehend zu binden.

Die Erstbesiedlung der Tagebauseen mit Makrophyten führte zum Teil zu Massenentwicklungen, die vor allem für die Erholungsnutzung erhebliche Probleme mit sich brachten. *Elo-dea nuttallii* spielte dabei eine besondere Rolle. Durch Mähen konnten Badestellen und Bootshäfen freigehalten werden, was jedoch unerwartete Kosten mit sich brachte.

In einigen Fällen stellten Abfalldeponien oder Altlasten auf Industrieflächen in der Nachbarschaft von Tagebauseen eine Gefahr für die Wasserqualität der Tagebauseen dar. Durch entsprechende Sanierungsmaßnahmen konnten negative Folgen für die Seen aber verhindert werden.

Schlussfolgerungen

Die bisherige Praxis der Füllung und des Managements von Tagebauseen in Deutschland zeigte, dass die Einleitung von Flusswasser und die Nutzung von Sumpfungswasser aktiver Tagebaue sehr gut geeignete Ansätze sind. In einigen Fällen ist zusätzlich der Einsatz von chemischen Neutralisationsmitteln notwendig. Biologische Ansätze waren bisher in der Praxis nicht erfolgreich. In der Zukunft wird die Verhinderung von Pyritoxidation und Aziditätstransport durch Zugabe von Kalkstein zum Abraum schon beim Braunkohleabbau eine wichtige Rolle spielen.

Danksagung

Die Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft (LMBV), der Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt (LHW), die Landestalsperrenverwaltung Sachsen (LTV) und das Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie Sachsen (LfULG) stellten Daten zur Verfügung.

Literatur

- Nixdorf, B., Hemm, M., Schlundt, A., Kapfer, M., Krumbeck, H. (2001) Braunkohlentagebauseen in Deutschland. UBA-Texte 35/01. Umweltbundesamt, Berlin.
- Schultze, M., Geller, W., Wendt-Potthoff, K., Benthous, F.-C. (2009) Management of water quality in German pit lakes. Proceedings of Securing the Future and 8th International Conference on Acid Mine Drainage, Skelleftea, Sweden (<http://www.proceedings-stfandicard-2009.com/>).

Zatápění zbytkových jam povrchových lomů ve vazbě na hospodaření s vodou v povodí

Ing. Václav Svejkovský

Povodí Ohře, státní podnik

Klíčová slova

zbytková jáma, vodohospodářská soustava, převod vody, čerpání vody

Abstrakt

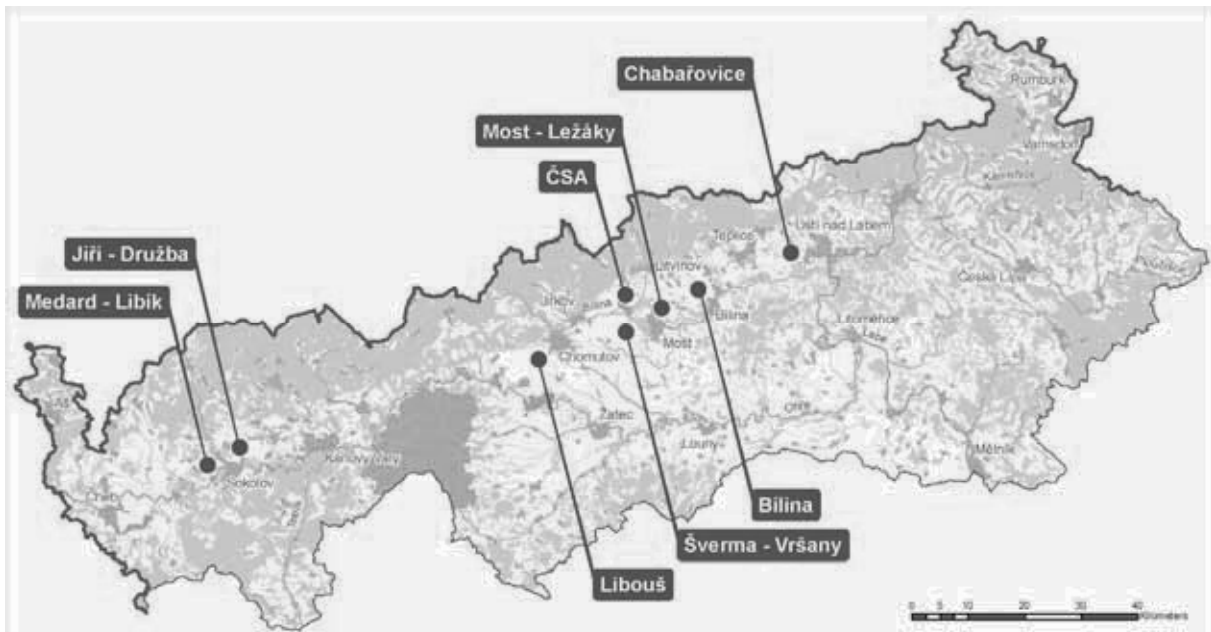
V minulosti povrchová těžba hnědého uhlí významně ovlivnila území severozápadních Čech. Kromě jiných změn došlo k významným zásahům do říční sítě a ke vzniku vodohospodářských soustav, které v uvedeném území zajišťují hospodaření s vodou. Po dokončení těžby v povrchových lomech je třeba území zbytkových jam rekultivovat. Ekonomicky nejvhodnější možností rekultivace je jejich částečné zatopení vodou. S ohledem na velikost zbytkových jam a různý čas ukončení těžby v jednotlivých lomech se jedná o potřebu velkého množství vody rozloženou celkem do několika desítek let, kdy by mělo k postupnému zatápění zbytkových jam docházet. Proto se k přípravě zatápění musí přistupovat koncepčně a s přihlédnutím na ekonomický aspekt problému. Ideálním řešením je maximální využití stávajících prvků vodohospodářských soustav, které ale zároveň musí zabezpečit vodu pro současné uživatele.

Text

Potřeba rozsáhlé těžby hnědého uhlí v severozápadních Čechách nastala zejména s výstavbou a provozem tepelných elektráren v tehdejším Československu. Při otvírání jednotlivých povrchových dolů bylo nutné nejen předmětná území vysídlit, bylo třeba též z těchto území přeložit vodní toky a funkční vodní díla. Zároveň bylo nutné přeložky vodních toků, ale i koryta stávajících vodních toků v okolí povrchových lomů, navrhnout tak, aby při povodňových situacích byla zajištěna dostatečná ochrana povrchových lomů. Při návrhu kapacity koryt nových vodních toků se zohledňovala i skutečnost, že v Krušných horách docházelo v důsledku exhalací z průmyslových zdrojů k odlesňování zejména horních partií území, což mělo vliv na odtok vody z území Krušných hor. Přeložkami a zkapacitněním koryt vodních toků v povodí povrchových lomů došlo k zajištění tzv. specializované ochrany lomů, která slouží svému účelu dodnes.

Při přípravě území na povrchovou těžbu hnědého uhlí došlo i k likvidaci vodní nádrže Dřínov, která do sedmdesátých let dvacátého století zásobovala vodou areál chemické výroby v Záluží na Mostecku. Jako náhrada tohoto vodního díla byl realizován soubor staveb, který je znám pod pojmem Náhradní opatření za nádrž Dřínov, též zkráceně NOD. Účelem vodohospodářské soustavy NOD bylo zajistit stejné funkce, jako měla v území dříve nádrž Dřínov. Principem bylo převedení vody z povodí vodního toku Ohře do povodí vodního toku Bílina. V rámci stavby NOD byly realizovány čerpací stanice Rašovice a Stranná, pomocí kterých je čerpána voda z Ohře, která je výtlačnými řady a navazujícím systémem povrchových přivaděčů (Přivaděč průmyslové vody a Podkrušnohorský přivaděč, do kterých jsou zároveň zaústěny původní levobřežní přítoky Ohře), resp. potrubních řadů (Průmyslový vodovod Nechanice), přiváděna do vodního toku Bílina. Dále byla vystavěna vodní nádrž Újezd, ve které se hospodář s vodou ze svahů Krušných hor i s vodou čerpanou z Ohře prostřednictvím čerpací stanice Rašovice. V území mezi Kláštercem nad Ohří a Mostem tak vznikla složitá vodohospodářská soustava. Těžbou hnědého uhlí tedy došlo nejen k likvidaci některých sídel včetně historického Mostu, ale i k nevratným změnám v krajině a v říční síti.

Ještě v době, kdy v jednotlivých lomech probíhala těžba hnědého uhlí, se začal projednávat způsob rekultivace území dotčených povrchovou těžbou. V případě rekultivace území přilehlých k těžebním jámám, území v okrajových částech těžebních jam a na ploše výsypek byla a je prováděna zemědělská a lesnická rekultivace. Z pohledu minimalizace nákladů na rekultivaci a z pohledu reálnosti provedení rekultivace v prostoru těžebních jam, zejména těch největších, byla dána přednost tak zvané hydrické rekultivaci, která spočívá v částečném zatopení zbytkových jam vodou. Zdrojem pro zatopení jsou důlní vody, vody z vlastního povodí a tou nejpodstatnější částí jsou povrchové vody z vodních toků. Celkové množství vody potřebné pro zatopení zbytkových jam povrchových lomů hnědého uhlí v severozápadních Čechách je cca 1870 – 2400 mil. m³ [1], dle zvolené varianty zatopení lomu ČSA.



Lokalizace zbytkových jam povrchových lomů ve správním území státního podniku Povodí Ohře

Zajistit povrchovou vodu pro zatápění lomů není jednoduché. Při zajišťování takového objemu vody je třeba zohlednit stávající potřeby vody v území a tyto potřeby zajistit. Jedná se zejména o zajištění potřeb vody pro obyvatelstvo a pro průmysl, a to při ponechání dostatku vody ve vodních tocích z krajinného pohledu i s ohledem na vypouštění přečištěných odpadních vod do vodních toků. Proto Ministerstvo životního prostředí ČR objednalo v rámci Programu výzkumu a vývoje MŽP ČR projekt „Vodohospodářské řešení rekultivace revitalizace Podkrušnohorské uhelné pánve“ [1]. Úkolem tohoto projektu bylo kromě jiného zjistit možné zdroje vody a posoudit jejich dostatečnost pro zatápění.

I když projekt neřešil některé praktické dopady na území jako např. omezení možnosti využití vody v povodí Ohře a Bíliny na základě platných povolení k nakládání s povrchovými vodami (včetně omezení objemu výroby v malých vodních elektrárnách) a neřešil ani problematiku financování následného provozu vzniklých jezer včetně souvisejících vodních děl, prokázal, že v území existují dostatečné zdroje povrchové vody pro zatopení zbytkových jam. I na základě výsledků tohoto projektu bylo přistoupeno k přípravě zatápění jednotlivých jam.

V té době již byly realizovány přípravné práce pro zatápění lomu Chabařovice, kde již byla těžba hnědého uhlí ukončena. Vzhledem k velikosti tohoto lomu a k místním podmínkám nebylo třeba pro zatápění lomu složitě a nákladně řešit převádění vody z jiného povodí.

Zatápění je prováděno z povodí Modlanského a Zalužanského potoka, čemuž byla pro dobu napouštění uzpůsobena spodní výpust VD Kateřina, a z vlastního podpovodí zbytkové jámy. Zatápění zbytkové jámy lomu Chabařovice bylo v podstatě pilotním projektem. V budoucnu bude zajisté zajímavé vyhodnocení vývoje jakosti vody v budoucím jezeře. Problematické může být odvádění nadbilančních vod z jezera do Bíliny vodorovným kanálem, do kterého je navíc zaústěno gravitační převedení vod ze zbytkového koryta Modlanského potoka.

V současné době je již prakticky dokončeno výše uvedené napouštění zbytkové jámy lomu Chabařovice mezi Teplicemi a Ustím nad Labem a probíhá napouštění zbytkové jámy lomu Ležáky na Mostecku. V červnu letošního roku bylo oficiálně zahájeno i napouštění zbytkové jámy lomu Medard povrchovou vodou z Ohře. Při zatápění lomů Ležáky a Medard již dojde k ovlivnění většího území. V případě lomu Ležáky dochází k využití části vodohospodářské soustavy NOD. Konkrétně se jedná o čerpání vody z Ohře čerpací stanicí Stranná a přivedení této vody Průmyslovým vodovodem Nechranice do trubního přivaděče, který byl realizován pro účely zatopení lomu Ležáky. Takto může být převáděn z Ohře do budoucího jezera průtok až $1,2 \text{ m}^3/\text{s}$.

K ještě většímu ovlivnění průtoku v Ohři dojde při zatápění lomu Medard na Sokolovsku. Pro zatápění tohoto lomu byl postaven odběrný objekt v ř. km 204,72 Ohře. Objektem je možné odebírat z Ohře průtok až $7,4 \text{ m}^3/\text{s}$. V Ohři pod odběrným objektem bude ponechán minimální zůstatkový průtok v hodnotě $6,0 \text{ m}^3/\text{s}$, což je množství, které zajistí, včetně přírůstku průtoku v Ohři z podpovodí, dostatečné množství vody v Ohři pro pokrytí potřeb vody v území. Dojde však k omezení některých povolených nakládání s vodami, mj. ke snížení výroby elektrické energie v malých vodních elektrárnách na Ohři. Za účelem zjišťování jakosti vody, kterou by měla být zbytková jáma zatápěna, zrealizuje Sokolovská uhelná, právní nástupce, a.s. automatickou měřicí stanici, která bude jakost vody v Ohři vyhodnocovat. Na základě zjištěné jakosti vody může být na určité období přívod vody z Ohře do jámy zastaven. Zatápění zbytkové jámy lomu Medard bude jedním z nejrozsáhlejších ovlivnění průtoků v Ohři při řešení rekultivací povrchových lomů, a to co se týká jak množství vody, tak délkou ovlivnění vodního toku.

Při zatápění dalších zbytkových jam v budoucnosti půjde často o zatopení jam s výrazně větším objemem než u jam, které jsou zatápěny v současnosti (např. lom ČSA či Bílina). Tyto lomy mohou být zatápěny i několik desetiletí. Zásadním zdrojem vody zřejmě zůstane i v budoucnu Ohře. Vzhledem k omezené kapacitě jednotlivých prvků stávajících vodohospodářských soustav, zejména čerpacích stanic a přivaděčů, nebude ovlivnění vodního režimu Ohře tak významné jako při zatápění zbytkové jámy lomu Medard. Přesto jednoznačně k ovlivnění vodního režimu dojde. Míru ovlivnění mohou v budoucnosti zvýšit zejména možné klimatické změny, jejichž působením může dojít k rozkolísání průtoků ve vodních tocích. Nemusí být tedy přípustné zatápění jam např. v letních měsících, a to jak s ohledem na kvantitu, tak i na kvalitu vody ve vodních tocích a v budoucích jezerech. Zde je třeba podotknout, že kvalita vody ve vodním toku Bílina již ovlivnila způsob zatápění zbytkové jámy lomu Ležáky, kde se původně předpokládalo zatápění vodou z Bíliny, přičemž by průtoky mohly nadlepšeny z Ohře prostřednictvím ČS Stranná, Průmyslového vodovodu Nechranice a Hutního potoka. S ohledem na jakost vody v Bílině byla dána přednost výstavbě přivaděče napojeného na ČS Stranná a Průmyslový vodovod Nechranice, tedy zatápění pouze vodou z Ohře.

Z pohledu současnosti zůstává velkou nejistotou pro správce povodí termín ukončení těžby v jednotlivých povrchových lomech včetně možnosti prolomení těžebních limitů. Z časového hlediska tedy v současnosti není možné se na zatápění dalších zbytkových jam konkrétně připravovat. Přesto státní podnik Povodí Ohře nechal ve „Výhledové studii potřeb a zdrojů vody v Oblasti povodí Ohře a dolního Labe – východní část“ [2] vyhodnotit možnosti povodí pro zatápění zbytkových jam. Při vyhodnocení se vycházelo z principu, že pro zatápění lomů není možné využít vodárenské nádrže (zejména ne víceleté nádrže Písečnice a Fláje), které

slouží pro zajištění potřeby pitné vody pro celý region. S ohledem na nejistou jakost vody v Bílině byla tedy jako zdroj vody pro zatápění zbytkových jam uvažována pouze Ohře. Přesto studie prokázala, že i za předpokladu klimatických změn je z hlediska hydrologie zajištěno dostatečné množství vody pro zatápění zbytkových jam, a to i při časovém souběhu zatápění několika velkých jam (ČSA, Bílina a Jiří-Družba). V takovém případě by však bylo potřebné zvýšit kapacitu čerpacích stanic Rašovice a Stranná a případně i dalších prvků vodohospodářské soustavy NOD.

Další otázkou, kterou si musí správce povodí klást, je, co bude se zatopenými zbytkovými jámami? Kdo a jak je bude v budoucnu provozovat, jak vysoké budou provozní náklady? Všechny tyto otázky, které dnes nejsou zodpovězené, ovlivní budoucí vzájemné působení zatopených jam a ostatních prvků vodní sítě. Proto je z našeho pohledu nesmírně důležité činit preventivní opatření, ke kterým bezesporu patří nepřipouštět rozvoj v povodích budoucích zatopených jam bez vyřešení likvidace odpadních vod a vypouštění přečištěných odpadních vod mimo tato povodí budoucích zatopených jam.

Použitá literatura

- [1] Vodohospodářské řešení rekultivace a revitalizace Podkrušnohorské uhelné pánve; Hydroprojekt CZ, a.s.; listopad 2001
- [2] Výhledová studie potřeb a zdrojů vody v Oblasti povodí Ohře a dolního Labe – východní část; Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka, v.v.i., Vodohospodářský rozvoj a výstavba, a.s.; únor 2010
- [3] Manipulační řád vodohospodářské soustavy náhradních opatření za nádrž Dřínov; Povodí Ohře, státní podnik; září 2007
- [4] archiv Povodí Ohře, státní podnik

Bergbaufolgeseen – naturwissenschaftliche und administrative Herausforderung bei der Integration in die Gewässerlandschaft und die flussgebietsbezogene Bewirtschaftung

Petra Fleischhammel, Dagmar Schoenheinz, Uwe Grünewald
Brandenburgische Technische Universität Cottbus, Lehrstuhl für Hydrologie und Wasserwirtschaft, K.-Wachsmann-Allee 6, 03046 Cottbus

Post-mining lakes – scientific and administrative challenges for the integration in river basin landscapes and management

In terms of the European Water Framework Directive (WFD), post-mining lakes are artificial water bodies (AWB). The sustainable integration of post-mining lakes in the groundwater and surface water landscape and their consideration in river basin management plans have to be linked with various (geo)hydrological, hydro(geo)chemical, technological and socioeconomic issues.

The Lower Lusatian lignite mining district in eastern Germany is part of the major river basins of river Elbe and river Oder. Regionally, the mining area is situated in the sub-basins of river Spree and Schwarze Elster. After the cessation of mining activities and thereby of the artificially created groundwater drawdown in numerous mining pits, a large number of post-mining lakes are evolving as consequence of natural groundwater table recovery.

Groundwater raise is not only substantial for the lake filling, but also for the area rehabilitation and a largely self regulated water balance in post-mining landscapes. Since the groundwater flow through soil and dump sites being affected by the former mining activities, groundwater experiences various changes in its hydrochemical properties as e.g. mineralization and acidification. Consequently, downstream located groundwater-fed running and standing water bodies will be affected too.

Respective the European Water Framework Directive, artificial post-mining lakes are not allowed to cause significant adverse impacts on the good ecological status/potential of downstream groundwater and surface water bodies. The high sulphate concentrations of groundwater-fed mining lakes which reach partly more than 1,000 mg/l are e.g. damaging concrete constructs in downstream water bodies thereby representing threats for hydraulic facilities and drinking water supply. Due to small amounts of nutrients, the lakes are characterised by oligotrophic to slightly mesotrophic conditions. The aquatic flora and fauna are limited to a few well adapted species.

Therefore, the issue of hydrochemical constitution of the lakes' waters becomes more and more relevant. The prediction of water quality development in post-mining lakes is a key requirement to regulate and manage the later hydrochemical conditions. Initially, this prediction was made by individual case studies for single lakes. By means of an iterative research process during the last years, hydrochemical lake models were developed as prediction tools, which allow a complex processing of interconnected post-mining lakes and their integration in natural river basin landscape with respect to quantitative and qualitative evaluation.

To counteract the poor water quality of mining lakes, flooding by surface water from neighbouring river basins shall support a quicker and thereby hydrochemically less damaging lake filling. However, this external flooding is only feasible under conditions of high runoff and therefore only as intermitted practice applicable. Additionally, technological measures of water treatment have to be applied to achieve the required effluent quality and to ensure the designated use. Regrettably, these technologies aren't commercially standard up to now and are not sustainable, while flooding or provides a huge amount itself of positive potential for hydrochemical stabilization.

The river basin management of the rivers Spree and Schwarze Elster is attended by a common working group of the Federal States of Brandenburg and Berlin as well as the Free State of Saxony. The quantitative distribution of the regionally available water considers the potential use for drinking water supply, process water, ..., and the flooding of open-pits. However, due to the formulated rank order, the flooding of the numerous mining open-pits in Lusatia is on the last position. To guarantee a reliable flooding and a continuous water supply of the post-mining lakes, additional water resources have to be exploited. Additionally, the prospected climate-induced changes in water supply have to be taken into account for a sustainable integrated water resources management in the Lusatian post-mining district.

Einführung

Seit mehr als 100 Jahren wird im Lausitzer Revier Braunkohle gefördert. Die Rohstoffförderung erfordert geotechnisch bedingt eine weitreichende, über der eigentlichen Tagebaubereich hinausgehende, Absenkung des Grundwasserspiegels. Im Jahr 1989 erreichte die Grundwasserabsenkung im Lausitzer Revier mit etwa 2.100 km² und einem Grundwasserdefizit von rund 13 Mrd. m³ ihre größte Ausdehnung (Bild 1).

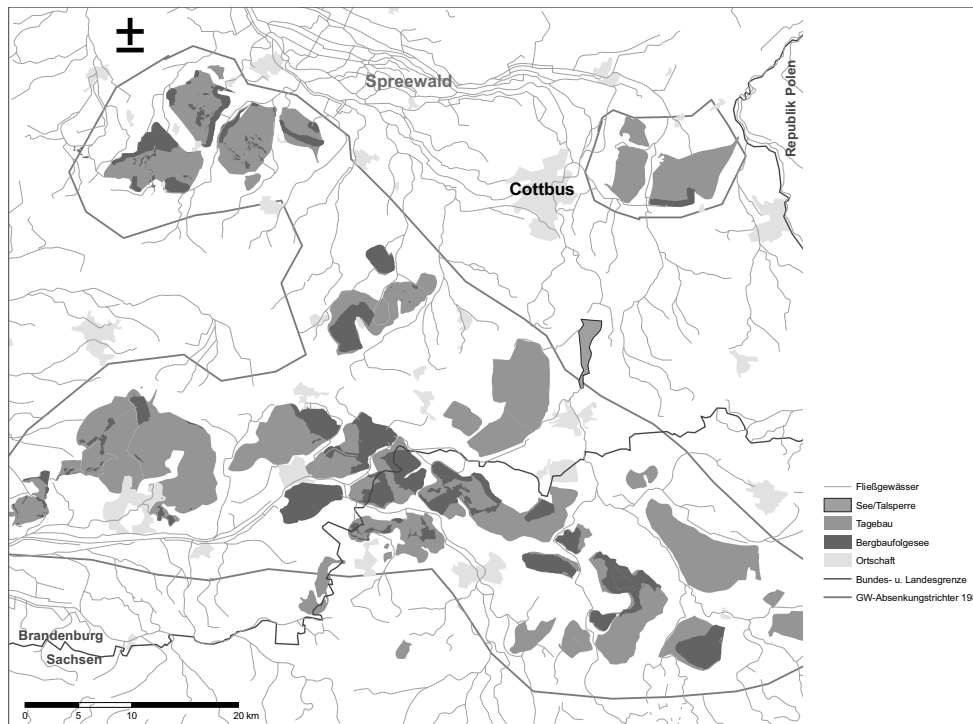


Bild 1: Übersicht Lausitzer Revier mit den Standorten der aktiven und Sanierungstagebaue, dem Grundwasserabsenkungstrichter und den gegenwärtig entstehenden Bergbaufolgeseen

Nach Abschluss der Braunkohleförderung entstehen in den verbleibenden Hohlformen infolge des Grundwasserwiederanstiegs zahlreiche künstliche Gewässerkörper, sogen. Bergbaufolgeseen.

Wasserbeschaffenheit in Bergbaufolgeseen

Mit dem Grundwasserwiederanstieg, als Basis für die Wiederherstellung eines ausgeglichenen und sich weitgehend selbstregulierenden Wasserhaushalts in den Bergbaufolgelandschaften, sind jedoch häufig bergbaubürtige Erscheinungen in den (wieder) grundwassergespeisten Fließ- und Standgewässern verbunden. Aus diesem Grund sind die grundwasserdominierten Bergbaufolgeseen überwiegend stark sauer und hoch mineralisiert. Zudem resultiert aus der geringen Nährstoffverfügbarkeit und infolge seeinterner Mechanismen eine vergleichsweise geringe Primärproduktion. Beides, Acidität und

trophische Bedingungen, führt zu einer Gewässerflora und –fauna die auf wenige angepasste Arten beschränkt ist.

Um dem entgegen zu wirken sind ein frühzeitiger Flutungsbeginn sowie eine zügige, möglichst kontinuierliche Flutung mit Oberflächenwasser die beste Möglichkeit zur positiven Beeinflussung der Beschaffenheitsentwicklung in den Bergbaufolgeseen. Die Vorteile gegenüber dem Grundwassereigenaufgang liegen dabei in der Verdrängung des versauernden Grundwassers und der Verdünnung des Seewassers sowie in der chemischen Kompensation bzw. Neutralisation (Bild 2).

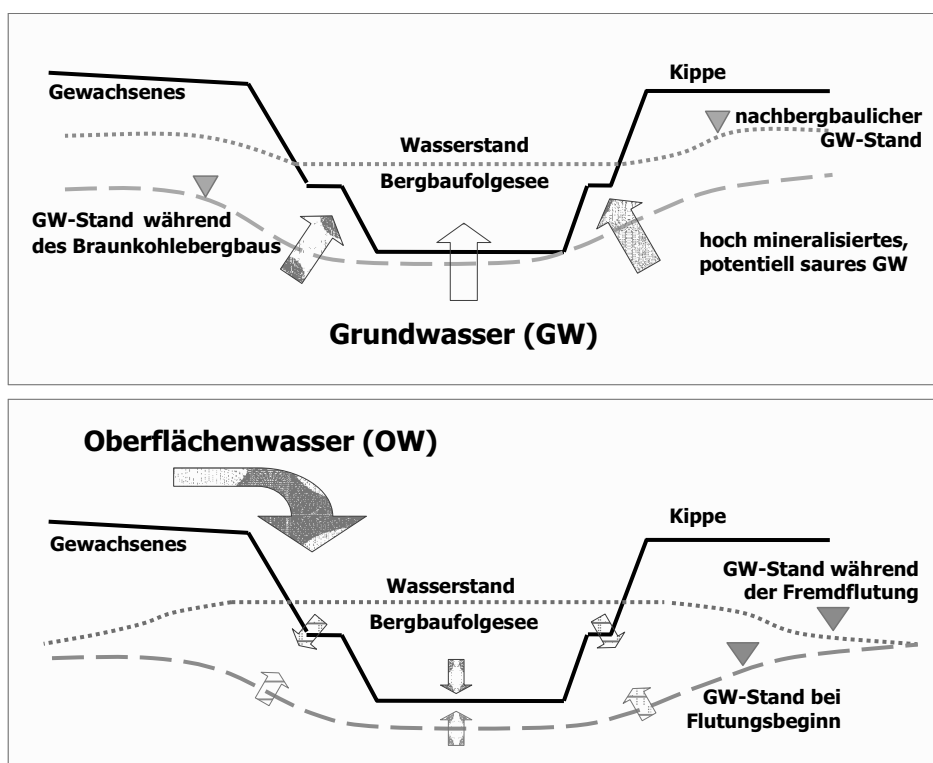


Bild 2: Schematische Darstellung der Beeinflussung entstehender Bergbaufolgeseen durch Grundwassereigenaufgang (oben) und Fremdwasserflutung (unten)

Die bergbauliche Beeinflussung der Fließgewässer zeigt sich neben den punktuellen zunehmend auch in diffusen Stoffeinträgen, die vor allem durch Braunfärbung des Wassers und Eisenhydroxidschlammablagerungen an Ufern und Gewässersohlen sichtbar werden.

Entwicklung komplexer Steuerungs- und Bewirtschaftungskonzepte

Eine zielgerichtete Steuerung- und Bewirtschaftung des (Oberflächen)Gewässernetzes unter Berücksichtigung dieser Wassermengen- und Gewässergüteprobleme erfordert die Vorhersage der Beschaffenheitsentwicklung in den entstehenden Bergbaufolgeseen. Die Flussgebietsbewirtschaftung in den Einzugsgebieten der Spree und der Schwarzen Elster erfolgt in gemeinsamen länderübergreifenden Arbeitsgruppen in enger Abstimmung mit der Lausitzer und Mitteldeutschen Bergbau-Verwaltungsgesellschaft (LMBV), als Sanierungsträger des Bundes). Das einzugsgebietsbezogene Bewirtschaftungskonzept wird so an die sich ändernden Rahmen- und Randbedingungen angepasst und das regionale Flutungs- und Wasserbehandlungskonzept der LMBV iterativ entwickelt und integriert. Daraus resultieren Szenarien des einzugsgebietsbezogenen Wasserdargebotes. Die notwendigen Informationen zum Grundwasserhaushalt liefern die hydrogeologischen Modelle der LMBV und der Vattenfall Europe Mining AG. In Kombination mit Ergebnissen aus dem Monitoring der LMBV und der Länder werden herkunftsraumbezogene Stoffmengenbilanzen aufgestellt. Diese liefern Eingangswerte für hydrogeochemische Reaktionsmodelle. Bild 3 zeigt diesen Integrations- und Iterationsprozess schematisch.

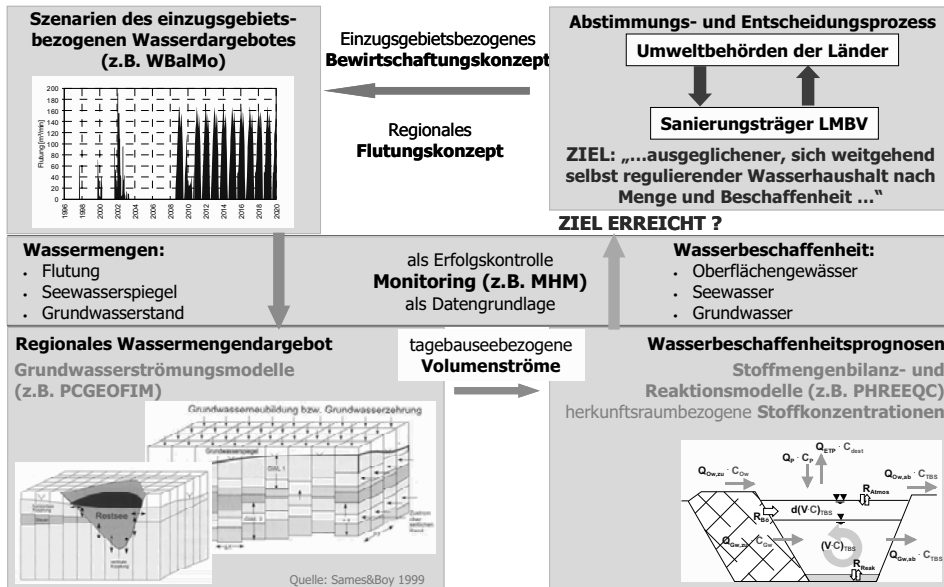


Bild 3: Integrations- und Iterationsprozess der Erarbeitung komplexer Steuerungs- und Bewirtschaftungskonzepte für die zielgerichtete Wiederherstellung eines sich weitgehend selbst regulierenden Wasserhaushalts nach Menge und Beschaffenheit im Lausitzer Revier, nach (Uhlmann, 2008)

Maßnahmen zur Beeinflussung der Wasserbeschaffenheit

Die Flutung birgt ein großes positives Potential für die hydrochemische Entwicklung und Stabilisierung der Bergbaufolgeseen in sich. Bei der mengenmäßigen Verteilung des Wasserdargebotes steht die Flutung der zahlreichen Seen jedoch an letzter Stelle in der Nutzerrangliste. Gegenwärtig wird Wasser aus der Spree, der Schwarzen Elster und der Lausitzer Neiße sowie Sumpfungswasser für die Flutung und Nachsorge der Bergbaufolgeseen genutzt (Bild 4).

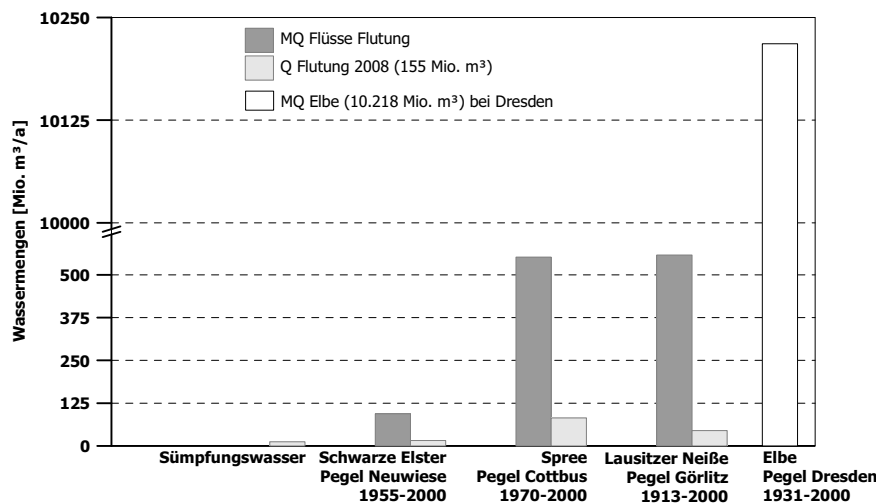


Bild 4: Dargebot der gegenwärtig zur Flutung der Lausitzer Bergbaufolgeseen genutzten Fließgewässer (DGJ, 2000b) und die aus ihnen im Jahr 2008 entnommenen Flutungswassermengen (LMBV, 2009) im Vergleich zum mittleren Dargebot der Elbe am Pegel Dresden (DGJ, 2000a)

Diese ist jedoch dargebotsbedingt nur temporär möglich, so dass zusätzlich technologische Maßnahmen der Wasserbehandlung für den Bedarfsfall vorgehalten werden müssen. Zur Unterstützung der konventionellen Wasseraufbereitung in Grubenwasserreinigungsanlagen werden verschiedene Wasserbehandlungsverfahren, z. B.

in-lake Verfahren, chemotechnische und biologische Verfahren, entwickelt und bereits teilweise im Feldmaßstab getestet. Im großtechnischen Einsatz haben sich diese Technologien bisher jedoch weder als ökonomisch noch als nachhaltig erwiesen. Eine sichere Flutung und effektive Nachsorge für die entstehenden Bergbaufolgeseen erfordert demzufolge die Erschließung zusätzlicher Wasserressourcen ...

Europäische Wasserrahmenrichtlinie und Bergbaufolgeseen

Das Ziel der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL) ist das Erreichen guter ökologischer und physikalisch-chemischer Zustände in allen Gewässerkörpern. Entsprechend EG-WRRL dürfen von den künstlichen Bergbaufolgeseen keine negativen Auswirkungen auf den guten ökologischen Zustand der Unterlieger ausgehen. Im Bewirtschaftungsplan der Elbe für den ersten Bewirtschaftungszeitraum bis zum Jahr 2015 wurden „die Bergbaufolgen ... weitestgehend einheitlich als wichtige Wasserbewirtschaftungsfrage anerkannt“ (ELBE, 2009a). Ihre „vollständige Berücksichtigung ... im Maßnahmenprogramm und im Bewirtschaftungsplan“ erfolgt jedoch „erst nach der Fertigstellung der Gewässer ...“ (ELBE, 2009b). In der Zwischenzeit werden im Rahmen des investigativen Monitorings bereits dafür notwendige Daten erfasst, aufbereitet und ausgewertet.

Literatur

- DGJ, 2000a. Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch Elbegebiet, Teil I von der Grenze zur CR bis zur Havelmündung.
- DGJ, 2000b. Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch Elbegebiet, Teil II Havel mit deutschem Odergebiet.
- ELBE, 2009a. Bewirtschaftungsplan nach Artikel 13 der Richtlinie 2000/60/EG für den deutschen Teil der Flussgebietseinheit Elbe. Herausgeber Flussgebietsgemeinschaft Elbe, 11. November 2009.
- Elbe, 2009b. Maßnahmenprogramm nach Artikel 11 der Richtlinie 2000/60/EG bzw. §36 WHG der Flussgebietseinheit Elbe. Herausgeber Flussgebietsgemeinschaft Elbe, 11. November 2009.
- LMBV, 2009. Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH - Daten und Fakten 2008. Senftenberg, April 2009.
- SAMES, D. & S. Boy, 1999. PCGEOFIM® - Anwenderdokumentation. IBGW GmbH Leipzig.
- UHLMANN, W., 2008. Unterlagen zum LMBV-Weiterbildungsseminar 2008: Bewertung und Prognose der Wasserbeschaffenheitsentwicklung in Bergbauregionen. Unveröffentlicht.
- WRRL, 2000. Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlamentes und Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften, 22.12.2000.

Kvalita vody jezera Chabařovice na konci napouštění

Ivo Příklad

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta České Budějovice

Water quality of the Chabařovice lake at the end of filling

Lake Chabařovice comes into existence via flooding brown coal rest pit lying in southwest margin of Ústí nad Labem. It will have area of 250 hectares and mean depth 16 metres after filling. Lake will be intensively recreational used. Filling started in the middle of the 2010 year. Surface water from reservoir Kateřina and mine water from bore hole near lake margin are used for controlled filling. Next sources are water from catchments and precipitation on water level. All the time of filling water quality was in full details monitored monthly in 3 vertical profiles. Monitoring of inflows was monitored slightly less detailed.

Lake is very shallow and therefore it is predisposed to eutrophication. Due to slow filling trophy is at present low and decreasing. It is related to excellent water quality practically in all monitored hydro chemical, microbiological and hydro biological indicators. Extreme values of some indicators were determined only at start of filling. It was high conductivity and high concentration of nitrate nitrogen (up to hundreds mg per litre) originated from fertilising of cultivated areas on neighbouring dumps. Contrary of the inflows, where many indicators occasionally exceeds limits for surface water, its level in lake successively decreased generally very low below level of actual limits. Lake water is much better than water in inflows. Some problem is only water stratification with low oxygen concentration near the bottom on major part of the lake area. Biodiversity of the new lake is high at present. This may be well demonstrated on species diversity of mollusc.

Preventive measures makes possible to keep present excellent water quality long time after filling of the lake. Oligotrophic state can be predicted after end of filling. Concentration of dissolved matter and maybe also high pH will be regulated. Fundamental importance will be reduction of nutrients input from different sources than inflows.

Charakteristika jezera

Jezero Chabařovice vzniká zatopením jámy po těžbě hnědého uhlí ležící u jihozápadního okraje Ústí nad Labem. Po naplnění bude mít plochu 250 ha, průměrnou hloubku 16 m a nadmořskou výšku hladiny 145,7 m. Jezero má rozměry přibližně 3 x 1 km s podélnou osou ve směru převládajících větrů západ - východ. Předpokládá se jeho intenzivní rekreační využití. Zatápění začalo v polovině roku 2001. K řízenému zatápění je využita povrchová voda z nádrže Kateřina a důlní voda z vrtu u okraje jezera. Neřízeným zdrojem je voda z vlastního povodí a srážky na hladinu jezera.

Materiál a metodika

Příspěvek vychází ze zhodnocení dat z podrobně prováděného monitoringu od začátku zatápění do poloviny roku 2009 zpracovaného pro Palivový kombinát Ústí, s.p. (*I. Příklad, 2009: Jezero Chabařovice - hodnocení vývoje kvality vody, 114 s.*). Po celou dobu zatápění byla v měsíčních intervalech pracovníky laboratoře Povodí Labe, s.p. monitorována kvalita vody ve 3 svislých profilech v 1 až 2 metrových intervalech v jezeře a poněkud méně podrobně v přítocích. Celkem bylo sledováno skoro 150 ukazatelů kvality vody a sedimentu. Základní chemismus a vybrané biologické ukazatele v měsíčních intervalech, cizorodé látky jednou až dvakrát ročně. Hodnocení je založeno na grafické analýze vývoje jednotlivých ukazatelů za celou dobu plnění jezera, hledání případné sezónní variability a vertikálních gradientů. U některých ukazatelů byl vývoj porovnán s modelovanými hodnotami na základě prostého míchání vody z přítoků. V tomto příspěvku jsou v grafech použita pouze data

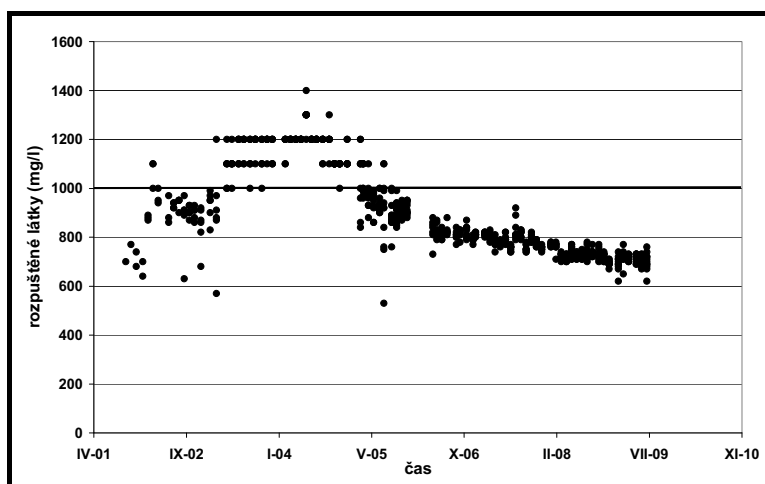
z profilu JCH4 v centrální části jezera, a to vždy všechny stanovené hodnoty za celé období sledování.

Výsledky

Jezero je velmi mělké a následkem toho náchylné k eutrofizaci. Díky pomalému plnění však má voda nízkou postupně klesající trofii (viz grafy 3 a 4). S tím souvisí výborná kvalita vody prakticky ve všech sledovaných hydrochemických, mikrobiologických a hydrobiologických ukazatelích. Na začátku napouštění byly zjištěny u některých ukazatelů extrémní hodnoty a velké rozdíly mezi sledovanými místy. Vedle výchozí vysoké konduktivity šlo především o vysokou koncentraci dusičnanového dusíku (až 146 mg/l ve východní části jezera) pocházejícího z hnojení rekultivovaných ploch na přilehlých výsypkách. Po zvýšení hladiny během prvních dvou let došlo k vyrovnání kvality vody a rozdíly mezi sledovanými profily se minimalizovaly. Po dalším zvýšení hladiny se od roku 2005 vytváří v letním období stabilní teplotní stratifikace a u některých ukazatelů vznikají charakteristické gradienty mezi hladinou a dnem jezera.

Na rozdíl od přítoků, kde řada ukazatelů příležitostně překračuje limity pro povrchové vody, v jezeře se jejich hodnoty postupně snížily, zpravidla výrazně pod úroveň platných limitů. Jezerní voda je tak před ukončením napouštění u většiny ukazatelů výrazně lepší než voda v přítocích (viz grafy 2, 3 a 4). To se týká i cizorodých látek (kovy, specifické organické látky), kde vyšší hodnoty byly zaznamenány jen na začátku napouštění a v současné době jsou zpravidla pod mezí stanovitelnosti nebo v dolní třetině přípustného limitu.

Graf 1: Vývoj koncentrace rozpuštěných látek.



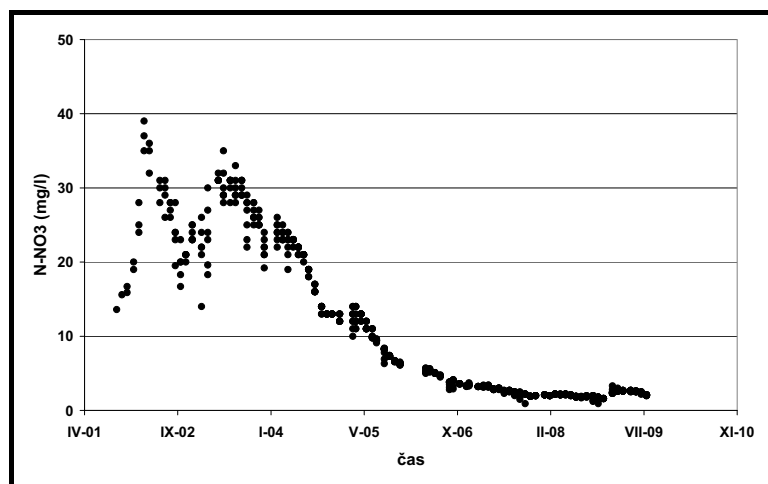
Specifický průběh měla koncentrace rozpuštěných látek. V období od poloviny roku 2002 do poloviny roku 2004 bylo řízené napouštění přerušeno a převážily přítoky z vlastního povodí, kde koncentrace rozpuštěných látek je vysoká. To se projevilo jejich vzrůstem v jezeře nad limit pro povrchové vody (1000 mg/l). Po obnově řízeného napouštění koncentrace rozpuštěných látek postupně klesají (viz graf 1), ale po napouštění se dá opět očekávat růst. Problém se dá řešit zachováním průtoku cca 20 l/s z nádrže Kateřina.

Určitým problémem je stratifikace vody v letním období s nízkou koncentrací kyslíku u dna na většině plochy jezera, což hrozí perspektivně obohacováním vodního sloupce fosforem uvolněným ze sedimentů. Je to způsobeno malou hloubkou nádrže a velmi malým objemem hypolimnia, kde se kyslík z období jarní cirkulace snadno vyčerpá na mineralizaci nepříliš velkého množství organických látek klesajících sem z horních prosvětlených vrstev vody. Po ukončení napouštění jezera se dále sníží jeho trofie a problém by se měl zmenšit. Přesto

bude třeba velmi pečlivě sledovat všechny zdroje přísunu fosforu do jezera a usilovat o jejich minimalizaci.

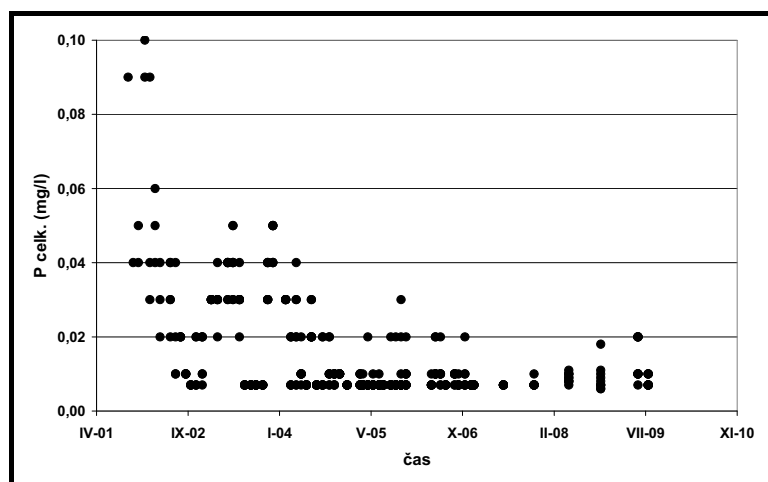
Stejně jako v jiných podobných nádržích s vysokou alkalitou dochází k postupnému zvyšování pH v hladinové vrstvě v letním období. To může být ještě výraznější v nesledované příbřežní zóně díky souvislému pokryvu dna parožnatkami, které dokážou pH zvýšit vysoko přes 9. Vysoké pH by nemělo být považováno za doklad znečištění jezera, ale naopak za jeho specifickou vlastnost. Pokryv dna parožnatkami je velmi užitečný, protože vytvářejí prokysličenou vrstvu již těsně nade dnem a brání uvolňování fosforu ze sedimentů do vodního sloupce.

Graf 2: Vývoj koncentrace dusičnanového dusíku.



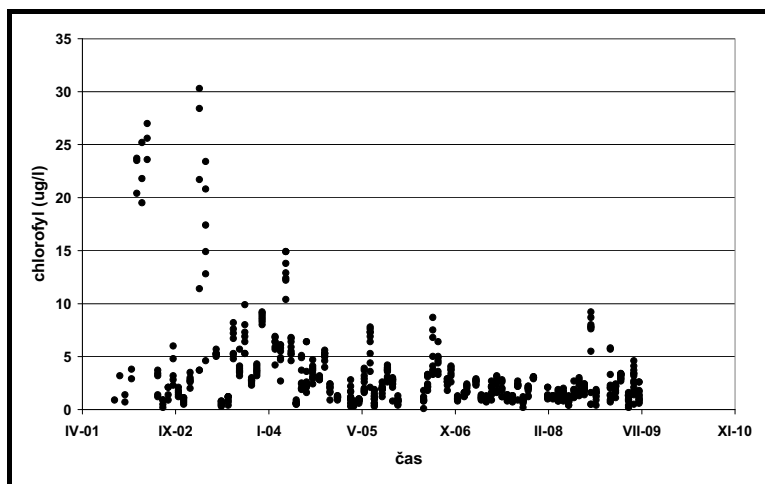
Specifickým problémem jezera Chabařovice byla mimořádně vysoká koncentrace dusičnanového dusíku na začátku napouštění skoro řádově převyšující limit pro povrchové vody. Vysoká koncentrace dusičnanů je zjišťována v přítocích z vlastního povodí a má zdroj v hnojení rekultivovaných ploch (až 220 mg/l, průměr 42 mg/l). V jezeru dochází přesně nezjištěnými mechanismy k poklesu koncentrace dusičnanů přeměnou na jiné formy dusíku (amoniakální, molekulární), které z vody unikají nebo nejsou v hydrochemii běžně stanovovány. Současná úroveň je již nízká a ani do budoucna problém nehrozí (viz graf 2).

Graf 3: Vývoj koncentrace celkového fosforu.



Klíčovou vlastností jezera je jeho trofie. Její vývoj ukazují grafy 3 a 4. Podle koncentrace celkového fosforu bylo jezero v prvních letech eutrofní a ke konci období se pohybuje na hranicích mezotrofie a oligotrofie. Po ukončení napouštění přísun fosforu z přítoků klesne na úroveň cca 5% současného přísunu a dá se očekávat posun jezera do oblasti oligotrofie. Tento stav by mohl být dlouhodobě udržitelný, pokud se v budoucnu budou sledovat všechny zdroje přísunu fosforu (nejen v přítocích) a budou přijímána opatření na jejich účinnou minimalizaci.

Graf 4: Vývoj koncentrace chlorofylu a.



Jezero má již v současnosti vysokou biodiverzitu, což je možno dobře doložit například na druhovém spektru měkkýšů. V rámci pouhého monitoringu bylo dosud zjištěno 17 druhů. Pokud by proběhl jejich speciální výzkum, dá se očekávat jejich další přírůstek. To je vzhledem k charakteru nádrže a jejímu malému stáří mimořádné.

Na jezeře se provádí manipulace rybí obsádky s cílem podpory podílu dravých druhů a snížení podílu drobných kaprovitých ryb. Neměly by se prakticky vyskytovat druhy hledající potravu v hloubce sedimentu (kapr, karas stříbřitý, cejni), které by podporovaly uvolňování fosforu ze sedimentu do vodního sloupce. Manipulace rybí obsádky je zatím úspěšná. To se projevuje i dobrým velikostním složením zooplanktonu, kde převládají velké druhy perlooček rodu *Daphnia* účinně filtrující vodu a přispívající ke snížení primární produkce ve vodním sloupci.

Shrnutí

Dosavadní průběh napouštění jezera je velmi inspirativní i pro plnění dalších zbytkových jam. Mimořádný rozsah sledovaných dat umožnil zachycení i některých efektů, běžně nepozorovatelných. Přijatá opatření pro snížení přísunu fosforu po naplnění jezera (výběr přítoků a limitace jejich průtoku, zařazení přednádrže na přítok z Kateřiny, převedení Modlanského potoka mimo jezero) umožňují udržet dlouhodobě současnou výbornou kvalitu vody. Po napuštění se dá očekávat oligotrofie. Zásadní význam bude mít omezení přísunu fosforu z jiných zdrojů, než je přítok. Pozornost bude třeba věnovat také koncentraci rozpuštěných látek a pH u pobřeží.

Příspěvek byl podpořen projektem 2B08006 „Nové přístupy umožňující výzkum efektivních postupů pro rekultivaci a asanaci devastovaných oblastí.“

Wassergütebewirtschaftung in Bergbaufolgelandschaften: Tagebausee contra Vorfluter ?

*Ina Guderitz¹, Ben Heinrich¹, Kai-Uwe Ulrich¹, Karl-Heinz Pokrandt²,
Lutz Weber²*

¹ BGD Boden- und Grundwasserlabor GmbH, Dresden, Germany

² Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft, Leipzig, Germany

Water Quality Management of Post-mining Landscapes: Pit Lakes versus Rivers ?

According to the EU Water Framework Directive, the quality of national running waters must not deteriorate. Therefore, any discharge of surplus water from mining pit lakes has to meet the quality criteria set by state authorities. To meet this requirement and the targeted purposes, highly acidic pit lakes are neutralized. However, likewise attention has not been paid to the water quality of small rivers in post-mining landscapes. Here, we present results of a longitudinal water quality survey and calculated contaminant loadings of a stream that drains Lake Bockwitz, a neutralized pit lake south of Leipzig (cf. poster by Heinrich et al.). Whereas the lake water is almost free of iron, the river carries high iron loadings received through diffuse groundwater seepage and surface runoff from overburden dumps into subsequent streams. The major lesson learned from this study is that isolated assessment of waterbodies embedded in a post-mining landscape has to be overcome. Instead, the complex interaction of hydrological, geochemical, and biological processes has to be considered for nature-oriented recovery of territorial waters.

Ausgangssituation

Die Untersuchungen wurden am Mordgrund- und Saubach durchgeführt, die das Überschusswasser des als Tagebausee neu entstandenen Bockwitzer Sees ableiten und nach ca. 2 km in die Eula münden. Das Untersuchungsgebiet liegt im Bereich des Grundwasserwiederanstiegs des ehemaligen Tagebaukomplexes Borna-Ost/Bockwitz. Hier wurde Braunkohlen-Bergbau zunächst im Tiefbau (bereits im 19. Jahrhundert) und zwischen 1960 und 1985 im Tagebau betrieben. Beide Bachläufe wurden während der Tagebauzeit trocken gelegt und im Zuge der Sanierungsarbeiten renaturiert. Der Grundwasserflurabstand beträgt zum großen Teil nur 0-2 m, wodurch bisher hohe Abflussschwankungen in Abhängigkeit der zu hydrologischen Situation zu beobachten waren.

Der im ehemaligen Hauptstrestloch entstandene Bockwitzer See hat seinen Endwasserstand von +146 mNHN seit 2005 erreicht. Seit 2007 wird das Überschusswasser dieses Sees (durchschnittlich 120 l/s) in den Mordgrundbach abgeleitet, der nach kurzer Fließstrecke entlang des nördlichen Randes der Tagebaukippe, den Wagnergrundbach aufnimmt (Abb. 1). Nach dem Zusammenfluss dieser beiden Bäche fließt der Saubach durch Wiesen und die Eula-Aue nach ca. 2 km in die Eula, einem Nebenfluss der Wyhra im Süden Leipzigs. Nordwestlich des Bockwitzer Sees sind in Hohlformen des Altbergbaus der „Grüne See“ und der „Blaue See“ entstanden (beide abflusslos), die ebenfalls über das Grundwasser mit dem Bockwitzer See und der Bachaue verbunden sind.

Bedingt durch die aciditätsreichen Grundwasserzuflüsse wies das Seewasser von Beginn der Flutung an (nur Grundwasser-Eigenaufgang) pH-Werte von pH 2,5-3,0 auf und war vor Beginn der Neutralisierung durch eine Acidität von 8 mmol/l sowie durch hohe Eisen- und Aluminium-Konzentrationen gekennzeichnet.

Da das Überschusswasser mit der Eula in ein Gewässer 2.Ordnung abgeleitet wird, war die behördlich geforderte Ausleitqualität im Ablauf des Sees zu gewährleisten.

Als Qualitätskriterien für die Ausleitung aus dem Bockwitzer See waren die Parameter Eisen (gesamt) $< 3 \text{ mg/l}$, Aluminium (gesamt) $< 0,5 \text{ mg/l}$ und $\text{pH} > 6,0$ vorgegeben. Andere, speziell an einen pH-Wert im Neutralbereich gebundene Nutzungen existieren hier nicht. Nach der zwischen 2004 und 2007 durchgeführten Neutralisierung des Sees (im Rahmen eines Pilotversuches, mit Soda) wurden diese Kriterien erfüllt. Aufgrund der inzwischen quantifizierten Aciditätseinträge aus dem Sediment und dem Sickerwasser der z.T. noch unbewachsenen Böschungen (siehe Posterbeitrag Heinrich et al. in diesem Band) machen sich seit 2007 weiterhin regelmäßige Sodadosierungen erforderlich, um die Ausleitkriterien dauerhaft zu erfüllen.

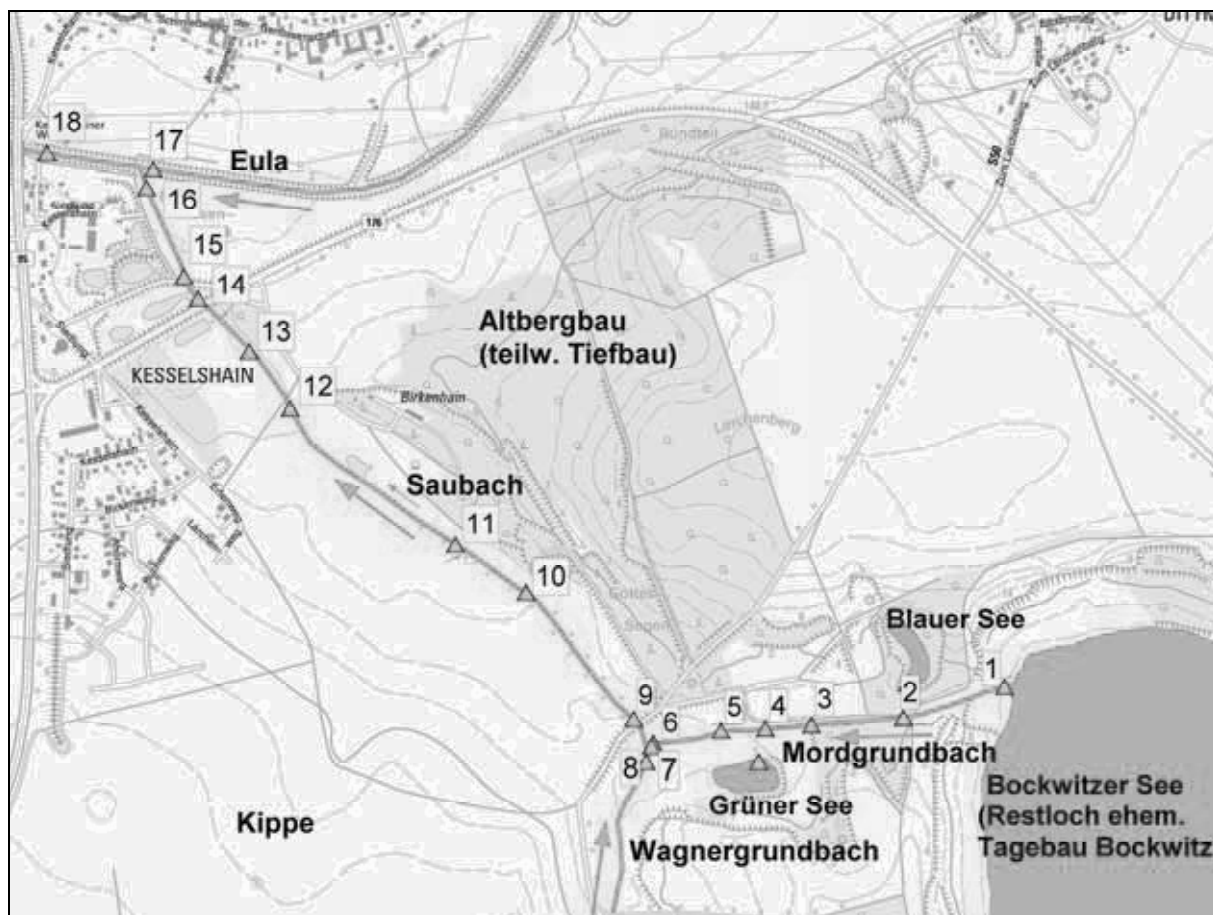


Abb. 1: Übersichtskarte zum Untersuchungsgebiet

Erste Längsschnittbeprobungen im Mordgrundbach und Saubach in den Jahren 2006 und 2007 zeigten deutliche Veränderungen der Wasserbeschaffenheit auf dem Fließweg bis zur Mündung in die Eula. Dabei wurden abschnittsweise ein abnehmender pH-Wert sowie eine über die Fließstrecke zunehmende Eisen-Konzentration festgestellt. Die Ergebnisse der daraufhin monatlich durchgeführten Beprobungen am Auslauf des Bockwitzer Sees sowie kurz vor der Mündung in die Eula zeigten, dass die Gesamteisen-Konzentrationen an der Mündung des Saubaches in die Eula um ein Vielfaches höher als direkt am Auslauf des Bockwitzer Sees sind (Abb. 2). Sie überschreiten zeitweise den für die Eisenkonzentration festgelegten Grenzwert von 3 mg/l , der ursprünglich für den Auslauf des Sees definiert wurde.

Durch diese Untersuchungen ergaben sich bereits erste Hinweise auf die Beschaffenheitsveränderungen, die der Saubach im ersten Abschnitt durch exfiltrierendes, kippenbeeinflusstes Grundwasser erfährt. Sie waren Anlass für das 2009 von der LMBV mbH beauftragte Projekt, dessen erste Ergebnisse im Mittelpunkt dieses Vortrages stehen sollen.

Die Zielstellung der Bearbeitung besteht darin, die Beschaffenheitsveränderungen auf dem Fließweg vom Bockwitzer See bis zur Eula zu charakterisieren und sie bezüglich ihrer beeinflussenden Faktoren zu bewerten.

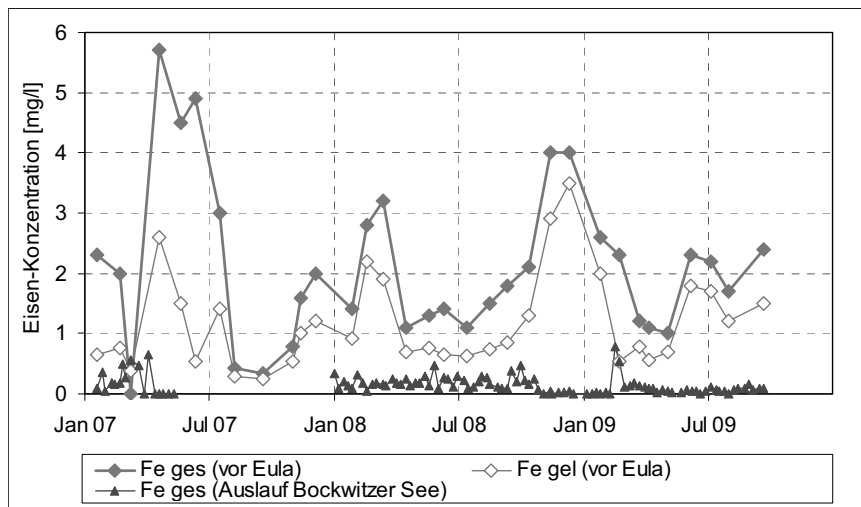


Abb. 2: Vergleich der Eisen-Konzentrationen am Auslauf Bockwitzer See und im Saubach vor Einmündung in die Eula, Zeitraum 2007 – 2009 (Datenquelle: LMBV mbH)

Längsschnitt-Untersuchungen an Mordgrundbach / Saubach

Die Festlegung der 16 Beprobungsstellen entlang des Fließweges erfolgte nach Auswertung der bisherigen Untersuchungsergebnisse und einer Vor-Ort-Begehung, bei der bereits Durchflussmessungen an Mordgrundbach/Saubach sowie an den relevanten Zuflüssen durchgeführt wurden. Gemeinsam mit pH-Wert- und Leitfähigkeitsmessungen entstand daraus eine erste Einschätzung der hydrologischen und hydrochemischen Situation als Grundlage für die Auswahl der Probenahmestellen. Separat beprobt wurden Bachabschnitte unmittelbar vor bzw. hinter Zu- bzw. Zusammenflüssen.

Zur Erfassung der Wasserbeschaffenheit wurden über ca. ein halbes Jahr Bearbeitungszeit (zwischen Dezember 2009 und Juni 2010) insgesamt vier Beprobungszeitpunkte vorgesehen. Diese sollten möglichst bei unterschiedlichen meteorologischen Verhältnissen realisiert werden, um den Einfluss verschiedener hydrologischer Randbedingungen erfassen zu können. Gegenstand der hier vorgestellten Zwischenergebnisse sind die ersten drei Beprobungen.

Im Dezember 2009 wurde als Präzedenzfall der Längsschnitt ohne Zufluss vom Bockwitzer See untersucht. Zu diesem Zweck wurde der Ablauf zwei Tage vor der Beprobung geschlossen, so dass der Abfluss und die beobachteten Beschaffenheitsveränderungen allein auf exfiltrierendes Oberflächenwasser und hypodermischen Abfluss in einer niederschlagsreichen Periode zurückzuführen waren. Der Zeitpunkt der Untersuchungen im März 2010 repräsentiert die Schneeschmelze, im April waren die Messungen durch zahlreiche Niederschläge sowie andauerndes Tauwetter beeinflusst. Zu beiden Terminen im Jahr 2010 wurden am Auslauf des Bockwitzer Sees Abflüsse im Bereich des langjährigen Mittelwertes, zwischen 2 und 3 m³/min gemessen.

Die Längsprofile in Abb. 3 zeigen die deutliche Zunahme des Durchflusses auf den ersten 600 m Fließstrecke, wo bis zur Mündung des Wagnergrundbaches bereits Grundwasser zur Speisung des Baches beiträgt. Der Durchfluss steigt hier um 40-70 % an. Im Dezember, ohne den Zufluss aus dem Bockwitzer See, war dieser Effekt noch stärker. Die auf dem nächsten Fließabschnitt wirksamen Zuflüsse seitens des Wagnergrundbaches und der überwiegend diffusen Einträge aus Richtung des Grünen Sees (feuchte Niederung) führen zu einer weiteren Zunahme des Durchflusses um 20-40 %. Auf der folgenden Fließstrecke, die keine weiteren oberirdischen Zuflüsse aufweist, nimmt der Durchfluss kontinuierlich

durch exfiltrierendes Grundwasser um weitere 50 % zu. Im niederschlagsreichen Dezember war hier sogar eine Verdopplung festzustellen. Auf der gesamten Fließstrecke nahm die Wasserführung im März/April 2010 um das 2,5-3,5-fache zu. Unter den durch starke Niederschläge geprägten Bedingungen im Dezember 2009 war eine Zunahme um den Faktor 40 zu beobachten. Damit beträgt der mengenmäßige Anteil des Wassers aus dem Bockwitzer See im Saubach vor der Mündung in die Eula 30 bzw. 40 %.

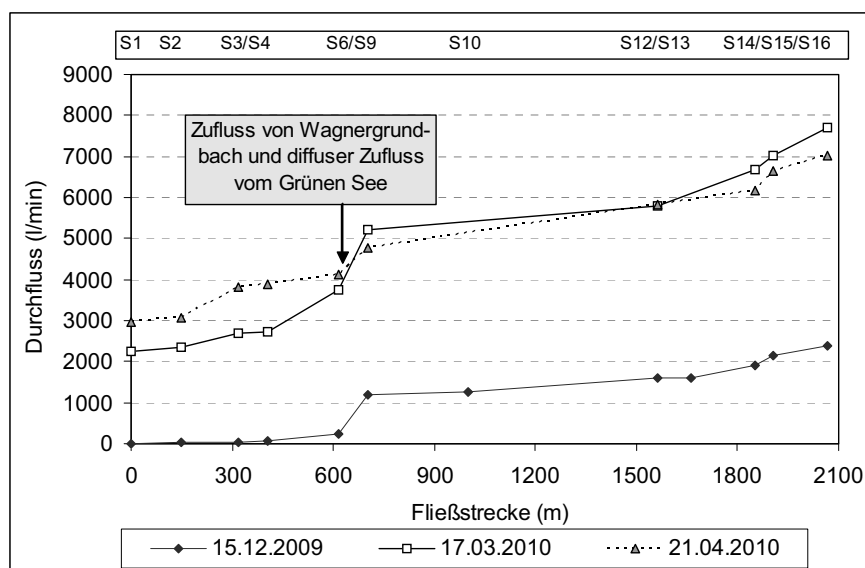


Abb. 3: Zunahme des Durchflusses im Mordgrundbach/Saubach im auf der Fließstrecke

Die nachgewiesenen Beschaffenheitsveränderungen auf der Fließstrecke sind als Ergebnis der starken Grundwasserbeeinflussung in Abhängigkeit der jeweiligen hydrologischen Bedingungen zu interpretieren. Auf den ersten 1500 m Fließstrecke (S1-S13) sind diese Grundwasserzuflüsse durch die angrenzenden Kippenbereiche bergbaulich stark beeinflusst. Das zeigte sich insbesondere an der anhaltend hohen Sulfat-Konzentration sowie der annähernd konstant bleibenden elektrischen Leitfähigkeit. Im devastierten Bereich der Fließstrecke zeigte sich bei unterbundenem Zufluss aus dem Bockwitzer See und während einer niederschlagsreichen Periode eine deutliche Abnahme des pH-Wertes. Entscheidenden Einfluss auf die Entwicklung der Säurepufferung hat der Wagnergrundbach, der mit seiner relativ hohen Alkalinität von 3,5-5 mmol/l zu einer stabilen Alkalinitätsüberschuss auf der gesamten unterhalb gelegenen Fließstrecke führt.

Der im Unterlauf gelegene Fließabschnitt (S14-16), der stärker durch die Zuflüsse aus der Eula-Aue geprägt ist, zeichnet sich durch eine Stabilisierung der Beschaffenheit aus: weitere Zunahme der Säurepufferkapazität (Abb. 4) sowie Abnahme der zwischenzeitlich erhöhten Eisen- und Aluminiumkonzentrationen.

Die bisherigen Auswertungen zeigen, dass unabhängig von den Veränderungen der Wasserqualität im Verlauf der kurzen Fließstrecke, der Eula ein Wasser zugeht, das den vorn genannten Kriterien entspricht. Die Beschaffenheit ist durch die Zuflüsse exfiltrierenden Grundwassers geprägt, sodass der Einfluss des Bockwitzer Sees, gemessen an den Stofffrachten nur gering ist. Der Einfluss der Alkalinitätseinträge, vor allem dominiert durch den Wagnergrundbach, führt mit zunehmender Fließstrecke zu einer verhältnismäßig hohen Pufferkapazität. Frachtbezogene Auswertungen werden nach Vorliegen aller Untersuchungsergebnisse weitere Aufschlüsse zur beschaffenheitsseitigen Beeinflussung durch das Grundwasser in Abhängigkeit vom Fließabschnitt geben.

Die Untersuchungen zeigen bereits jetzt die Notwendigkeit, Gewässer in Bergbaufolgelandschaften nicht isoliert zu bewerten, sondern das komplexe Zusammenwirken von hydro-

logischen, geochemischen und biologischen Prozessen bei der Wiederherstellung und Bewirtschaftung naturnaher Gewässersysteme zu berücksichtigen.

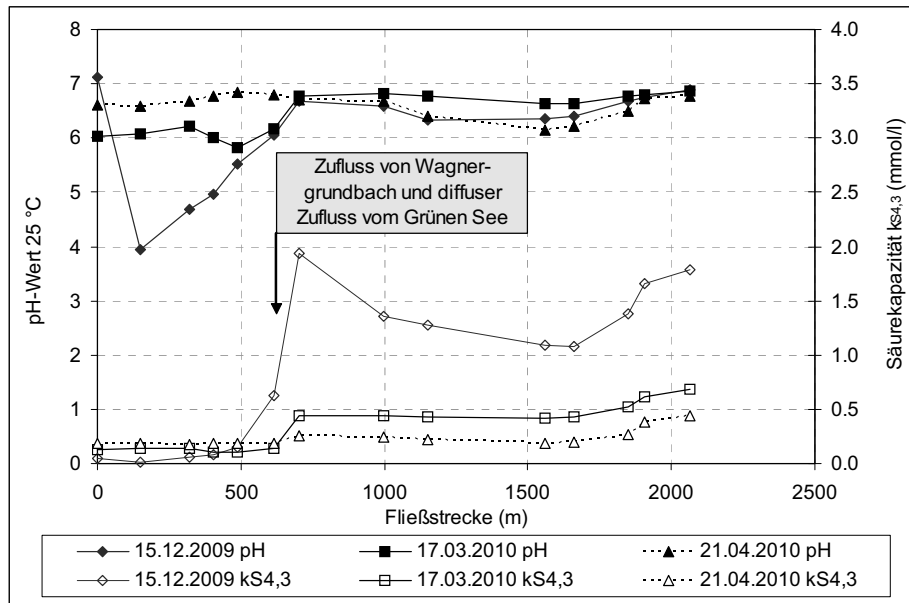


Abb. 4: Veränderung des pH-Wertes und der Säurekapazität im Verlauf der Fließstrecke des Mordgrundbaches/Saubaches

Im Zusammenhang mit dem gegenwärtig ebenfalls von uns bearbeiteten limnologischen Gutachten für den Bockwitzer See stellen diese Arbeiten Grundlagen dar. Es sollen unter Einbeziehung aller vorhandenen Daten und der geplanten hydrochemischen Prognoserechnung neue Empfehlungen zum zukünftigen Ziel-pH-Wert des Bockwitzer Sees und den dafür erforderlichen Maßnahmen (d.h. Menge der weiterhin erforderlichen Sodadosierung) erarbeitet werden. Dabei sind die Ergebnisse der beschriebenen Längsschnitt-Untersuchungen von besonderer Relevanz.

Ryby důlních jezer – nedílná součást funkčního ekosystému

Jiří Peterka, Jan Kubečka, Martin Čech, Vladislav Drašík, Jaroslava Frouzová, Tomáš Jůza, Marie Prchalová, Milan Říha

Hydrobiologický ústav, Biologické centrum Akademie věd České republiky, v.v.i., Na Sádkách 7, České Budějovice 37005, Česká republika

Fish in the coal-mine pit lakes – integral component of a functional ecosystem

After an opencast mining is finished, a question of reclamation of the abandoned mine site arises. Commonly, the hydric way of reclamation is used. In the Northern Bohemia region creation of ten coal-mine pit lakes of the area of hundreds hectares and the volume of millions cubic meters is planned or has already started. For water ecosystems of such dimensions, fish community is their integral and essential component, which will evolve either naturally or with the (advised or inadvertent) help of man. In the case of water quality, the fish can play crucial, both positive and negative role depending on their species composition and abundance or biomass. Therefore, to assure high quality potential of the pit lakes, expert evaluation of the lake ecosystem parameters, followed by complex surveys of the fish community development and controlled manipulation of the fish stock, are highly recommended. In our contribution controlled and biomanipulated development of fish populations in the relatively small and shallow Chabařovice lake is described and plans for development of fish community in the larger, deep and stratified Ležáky-Most lake are introduced and discussed.

Úvod

Povrchová těžba hnědého uhlí znamenala zásadní zásah do životního prostředí severozápadních Čech se zcela katastrofálními dopady na tamní krajinu. Devastující zásahy související zejména s přesuny obrovských mas hornin, které zapříčinily téměř kompletní likvidaci původní krajiny, je třeba po ukončení těžby napravit a krajině vrátit její ekologickou a estetickou hodnotu. Hydrická varianta rekultivace důlních jam je v tomto směru považována za přírodě blízký a velmi perspektivní způsob využití povrchových dolů po ukončení těžby (Šípek 2006). V České republice je takto plánován (ve třech případech již započal) vznik desítky jezer s rozlohou stovek až více jak tisíce hektarů, o objemech desítek miliónů krychlových metrů vody (Valeš 2003). Pro vodní ekosystémy plánovaných rozměrů je rybí společenstvo naprosto nedílnou součástí a jeho vytvoření, ať již přirozenou cestou či za přispění člověka, nelze zabránit. Z hlediska kvality vody, mohou mít ryby, jak pozitivní, tak negativní vliv. Proto, má-li být dosaženo požadovaného vysokého kvalitativního potenciálu důlních jezer, je nanejvýš žádoucí provést expertní zhodnocení ekosystémových parametrů, doplněné o pravidelné komplexní sledování vývoje rybího společenstva a případné kontrolované manipulace vedoucí k požadované rybí obsádce, která by maximalizovala potenciál jezera nejen z pohledu biologického, ale i z pohledu socio-ekonomického a na druhé straně minimalizovala eventuelní negativa spojená zejména s eutrofizací.

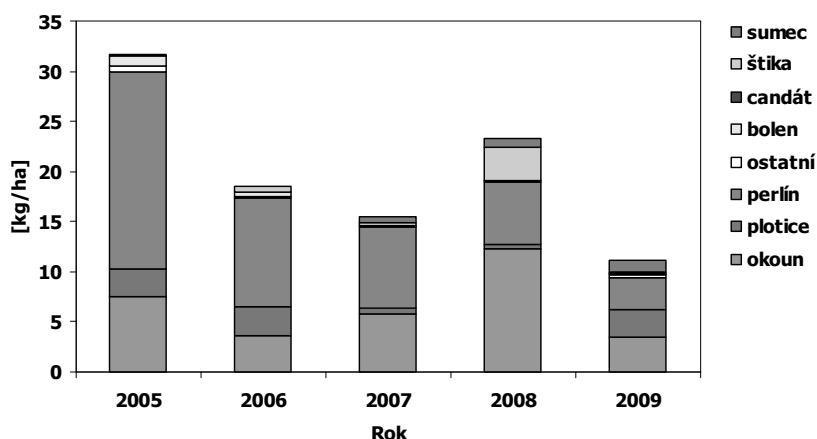
Materiál a metody

Vzorkování rybího společenstva téměř zatopené důlní jámy Chabařovice (248 ha, 14 m prům. a 25 m max. hloubka) bylo prováděno metodou komplexního průzkumu, která spočívá v provzorkování všech podstatných habitatů jezera různými lovnými prostředky (sonarový průzkum, tenatní, záťahové a vlečné sítě) a v odhadu následného složení rybí obsádky váženým způsobem s použitím relativní významnosti jednotlivých habitatů a relativní početnosti nebo biomasy ryb v nich (Kubečka a kol. 2006a). Průzkumy byly prováděny od

roku 2005 vždy v pozdně letním období (srpen až září) podle platných evropských a českých metodik (CEN 2005, Kubečka, Prchalová 2006). Vzorkování rybího společenstva důlní jámy Ležáky-Most (311 ha, 22 m prům. a 70 m max. hloubka), jejíž zatápění aktuálně probíhá, bylo vzhledem ke skutečnosti, že v době započetí napouštění bylo původní nadržení vody bez ryb, provedeno pouze orientačním průzkumem tenatními sítěmi, ovšem za dodržení podmínky průzkumu ve všech habitatech jezera. S ohledem na počátek napouštění zbytkové jámy na podzim roku 2008 byl průzkum proveden již v jarním období (květen) následujícího roku a obdobně pak i v roce 2010. Bližší informace k provedeným průzkumům a jejich podrobné výsledky jsou obsaženy ve zprávách vypracovaných pro Palivový kombinát Ústí, státní podnik (Kubečka a kol. 2006b, 2007, Peterka a kol. 2008, Peterka, Kubečka 2009, Peterka a kol. 2009a, 2010a, b).

Výsledky

Napouštění zbytkové jámy povrchového dolu Chabařovice probíhá od roku 2001 a aktuálně je téměř u konce. V září 2009 zbýval do konečného stavu hladiny již jen necelý metr vodního sloupce a chybělo zatopit poslední přibližně 3% z konečné plochy a 4% z konečného objemu, což bude pravděpodobně uskutečněno v průběhu roku 2010. Dlouhodobé výsledky průzkumů rybí obsádky jezera Chabařovice jasně ukazují, že vedle snižování celkové biomasy ryb v jezeře dochází zejména k velmi pozitivnímu snížení zastoupení druhů s potenciálně negativním vlivem na kvalitu vody v jezeře (perlína a plotice, Obr. 1). Aktuálně se pak rybí obsádka nachází ve velmi dynamickém stavu přechodu mezi dvěma okouními cykly (Peterka a kol. 2010a). Důležitá je skutečnost, že zatím nedošlo k převrácení okounové obsádky v kaprovitou a dominantním druhem jezera z pohledu biomasy i nadále zůstává okoun říční (*Perca fluviatilis*), v těsném závěsu následovaný perlínem ostrobřichým (*Scardinius erythrophthalmus*) a ploticí obecnou (*Rutilus rutilus*). Z potenciálně zcela nežádoucích druhů ryb byl v průběhu sledování vývoje jezera zjištěn výskyt cejna velkého (*Abramis brama*), karasa obecného (*Carassius carassius*) a stříbřitého (*C. gibelio*), a kapra obecného (*Cyprinus carpio*). Z dravých druhů ryb byla v jezeře vysazováním vytvořena silná populace štiky obecné (*Esox lucius*) a sumce velkého (*Silurus glanis*), doplněná o candáta obecného (*Sander lucioperca*). Všechny tři zmíněné dravé druhy ryb se v podmínkách jezera i úspěšně reprodukuje (Peterka a kol. 2010a). Proces napouštění zbytkové jámy povrchového dolu Ležáky-Most byl započat v roce 2008 a v současné době je přibližně ve své polovině. V květnu 2010 tvořila plocha jezera necelých 175 ha, což představovalo 56,3% z celkové plochy, a obdobně objem činil necelých 37 mil. m³ vody tedy 53,6% z celkového objemu. Provedený průzkum v tomto období prokázal výskyt okouna říčního v litorálních (0-3 m) a sublitorálních (3-6 m) habitatech (Peterka a kol. 2010b). K iniciaci rybí obsádky došlo s největší pravděpodobností napouštěnou vodou z řeky Ohře. Záměrné vysazování ryb do jezera prozatím neprobíhá.



Obr. 1 Vývoj biomasy ryb jezera Chabařovice v letech 2005 až 2009 zjištěný komplexním průzkumem. Kategorie ostatní zahrnuje ježdíka obecného, cejna velkého, cejnka malého, křížence cejna a plotice, lína obecného a karasa stříbřitého.

Diskuse

Cílem rekultivace zbytkových důlních jam by měla být vysoká užitná hodnota vzniklého jezera (Příkryl 2007). Předpokládané využití jezer je víceúčelové s důrazem na sportovněrekreační aktivity a s tím souvisejícím předpokladem návaznosti socio-ekonomického růstu regionu.

Vytvoření nového jezera v bývalém důlním prostoru představuje ovšem ve své podstatě rozsáhlý ekologický experiment, v jehož průběhu může dojít k projevům řady specifických faktorů s negativními dopady na jednotlivé organismy i celé potravní řetězce a nakonec i výslednou kvalitu vody, která je tím nejdůležitějším ukazatelem vypovídajícím o zdárném průběhu rekultivačních činností a předurčujícím jezero k jeho budoucímu bezproblémovému využití. K nejdůležitějším faktorům podílejícím se na formování jezera patří jeho úživnost a morfologie, primárně ovlivňující konečnou kvalitu vody (Hejzlar 2006). Kompetiční vztahy a dynamická povaha potravních řetězců vedou k samovolné organizaci společenstev organismů směrem k optimálnímu využívání živin a energie. Stablní stavy vodních ekosystémů rozlišujeme principiálně dvou typů – s vodou čistou a zakalenou. V obou případech hrají velmi důležitou úlohu ryby, a to buď pozitivním či negativním směrem – zpomalováním vs. urychlováním přirozeného procesu eutrofizace (Hrbáček 1981, Mehner a kol. 2004). Vliv rybí obsádky se tedy odvíjí zejména v závislosti na druhovém složení a početnosti vzniklého rybího společenstva, které je zpětně opět určeno zejména úživností a morfologií jezera (Mehner a kol. 2005).

V případě rekultivovaných důlních jam se předpokládá, že hlavní vliv na kvalitu vody bude dán zejména nízkým resp. jednorázovým přísunem živin během napouštění jezera a dále jeho hloubkou a stratifikací. Oligotrofní charakter a tedy vysoká kvalita vody budou dále udržovány zejména velmi omezeným přísunem živin příp. jejich vazbou do sedimentu. I přesto je ale třeba brát na zřetel vývoj, který v minulosti probíhal a v současnosti pokračuje na mnoha desítkách přehradních nádrží a stovkách zatopených šterkovisek, pískoven a v menších zbytkových jamách po těžbě uhlí. Tyto nádrže mívají bezprostředně po napuštění výbornou kvalitu vody, která se však během několika desítek let v důsledku eutrofizace pronikavě zhorší (Příkryl, 2007). V současnosti je závažným především rozvoj sinic – vodního květu, na kterém se vedle nadměrného přísunu živin z povodí pravidelně podílí i zcela nevhodné rybářské hospodaření (Příkryl 2007).

Sukcese rybí obsádky v nově vzniklých vodních tělesech probíhá s postupným nárůstem úživnosti od převahy lososovitých ryb, přes dominanci ryb okounovitých, až po převahu ryb kaprovitých (Persson a kol. 1991, Kubečka 1993). Právě oligotrofní jezera a jejich charakteristické rybí obsádky patří v současné době vlivem eutrofizace povrchových vod k jednomu z nejohroženějších biotopů evropské krajiny. V podmínkách České republiky aktuálně dokonce oligotrofní jezera s vyvinutou rybí obsádkou chybí. Na základě složení rybího společenstva je pak možné ve střední Evropě (Německo, Rakousko a Polsko) vysledovat tři typy oligotrofních jezer – 1) lososová, horská, 2) síhová, hluboká a 3) okouno-štiková, mělká (Barthelmes 1993, Kubečka, Peterka 2009). V případě rekultivovaných důlních jam, pak vzhledem k nízké nadmořské výšce přicházejí v úvahu typ 2 a 3 lišící se především v závislosti na hloubce jezer, přičemž rozdíl spočívá zejména v tom, že v hlubokých jezerech se vyskytuje často systematicky blíže nezařaditelný zástupce rodu síh (*Coregonus* sp.) (typ 2 – síhová jezera), efektivně využívající omezenou nabídku zooplanktonu volné vody těchto jezer případně bentosu. V mělkých jezerech pak síhové chybí a společenstvu dominuje zejména okoun říční a dravci v čele se štikou obecnou (typ 3 – okouno-štiková jezera). Realizace modelů okouno-štikových (příklad jezera Chabařovice) a sího-dravcových jezer (příklad jezera Ležáky-Most a ostatních plánovaných jezer) je pak účelné se držet zejména ze čtyř důvodů:

1) Jedná se o obsádky, které brzdí přirozený proces eutrofizace a umožňují tak dlouhodobé udržení vysoké kvality vody.

2) Odpovídají typologii jezer a vyhoví hodnocení ekologického stavu volných vod, které je recentně vyžadováno Rámcovou směrnicí vodní politiky EU, k jejímuž plnění se Česká republika zavázala (Hejzlar 2006).

3) Jedná se o rybí společenstva, která z jezer a nádrží nejenom České republiky, ale i střední Evropy, vlivem postupující eutrofizace povrchových vod mizí a jejich udržení má zcela nedocenitelný význam ekologický a ochranný.

4) Z pohledu socio-ekonomického a z hlediska trvale udržitelného rozvoje regionu jsou velmi perspektivní a rybářskou veřejností budou velmi kladně hodnocené, neboť typologicky zcela zásadně obohacují naše převážně výhradně kaprové vody.

Poděkování

Rádi bychom poděkovali vedení a pracovníkům Palivového kombinátu Ústí, státní podnik, za vstřícný přístup a asistenci při provádění průzkumů rybních obsádek hydricky rekultivovaných důlních jam lomů Chabařovice a Ležáky-Most.

Literatura

- Barthelmes D, 1993. Naturgemässe Seenbewirtschaftung. Deutscher Rat für Landschaftspflege – Wege zur naturnahen Landnutzung in den neuen Bundesländern 63: 95-102.
- CEN, 2005. Water quality – Sampling of fish with multimesh gillnets. European Norm EN 14757.
- Hejzlar J, 2006. Rámcová směrnice vodní politiky EU a kvalita vody v nádržích. Vodní hospodářství, 6: 190-193.
- Hrbáček J, 1981. Produkční vztahy, výchozí struktura pro posuzování faktorů eutrofizace. Studie ČSAV, 24: 58 str.
- Kubečka J, 1993. Succession of fish communities of Central and East European reservoirs. In: Comparative Reservoir Limnology and Water Quality Management. In: Straskraba, M., Tundisi, J.S., Duncan, A. (Eds.), Kluwer, Dodrecht., str. 153-168.
- Kubečka J, Prchalová M, 2006. Metodika odlovu a zpracování vzorků ryb stojatých vod. Metodika HbÚ BC AV ČR pro MŽP.
- Kubečka J, Peterka J, 2009. Ekologický potenciál rybních obsádek našich nádrží: Mohou nám okolní jezera sloužit jako referenční stavy? Vodní hospodářství 59(4): 125-126.
- Kubečka J, Frouzová J, Hladík M, Čech M, Hohausová E, Ketelaars HAM, Peterka J, Vašek M, Prchalová M, Draščík V, Wagenvoort AJ, 2006a. Fish stock of Biesbosch Reservoirs, the Netherlands: valuable fish stock in highly artificial systems. Extended abstracts of 5th International Conference on Reservoir Limnology and Water Quality. Brno, August 2006.
- Kubečka J, Prchalová M, Draščík V, Jůza T, Peterka J, Říha M, Vašek M, 2006b. Komplexní průzkum rybní obsádky nádrže Chabařovice v roce 2005. Zpráva HbÚ pro Palivový kombinát Ústí, s.p.
- Kubečka J, Peterka J, Draščík V, Jůza T, Prchalová M, Říha M, 2007. Komplexní průzkum rybní obsádky nádrže Chabařovice v roce 2006. Zpráva HbÚ pro Palivový kombinát Ústí, s.p.
- Mehner T, Arlinghaus R, Dörner H, Jacobsen L, Kasprzak P, Koschel R, Schultze T, Skov C, Wolter C, Wysujack K, 2004. How to link biomanipulation and sustainable fisheries management: a step by step guideline for lakes of the European temperate zone. Fisheries Management and Ecology 11: 261-275.
- Mehner T, Deikmann M, Brämick U, Lemcke R, 2005. Composition of fish communities in German lakes as related to lake morphology, trophic state, shore structure and human-use intensity. Freshwater Biology 50: 70-85.
- Persson L, Diehl S, Johansson L, Andersson G, Hamrin SF, 1991. Shift in fish communities along a productivity gradient of temperate lakes – patterns and the importance of size-structured interactions. Journal of Fish Biology 38: 281-293.
- Peterka J, Kubečka J, Čech M, Draščík V, Frouzová J, Jůza T, Prchalová M, 2008. Průzkumy rybní obsádky jezera Chabařovice v roce 2007. Zpráva HbÚ BC AV ČR pro Palivový kombinát Ústí, s.p.
- Peterka J, Kubečka J, 2009. Návrh zarybnění jezera Most-Ležáky – přehled možných řešení. Zpráva HbÚ BC AV ČR pro Palivový kombinát Ústí, s.p.
- Peterka J, Kubečka J, Čech M, Draščík V, Jůza T, Frouzová J, Čech M, Prchalová M, 2009a. Průzkumy rybní obsádky jezera Chabařovice v roce 2008. Zpráva HbÚ BC AV ČR pro Palivový kombinát Ústí, s.p.
- Peterka J, Čech M, Frouzová J, Draščík V, Vašek M, Prchalová M, Matěna J, Kubečka J, Jůza T, Kratochvíl M, 2009b. Monitorování rybních obsádek údolních nádrží v České republice – výsledky prvního roku sledování. In: Kröpferová L, Šulcová J (eds.). Sborník příspěvků z 15. konference České limnologické společnosti a Slovenskej limnologické společnosti, Třeboň 22.-26. 6. 2009, pp. 209-211.
- Peterka J, Kubečka J, Čech M, Draščík V, Čech M, Jůza T, Frouzová J, Prchalová M, 2010a. Průzkumy rybní obsádky jezera Chabařovice v roce 2009. Zpráva HbÚ BC AV ČR pro Palivový kombinát Ústí, s.p.
- Peterka J, Kubečka J, Čech M, Draščík V, Čech M, Jůza T, Frouzová J, Prchalová M, 2010b. Průzkum rybní obsádky jezera Ležáky-Most v květnu 2010. Zpráva HbÚ BC AV ČR pro Palivový kombinát Ústí, s.p.
- Přikryl I, 2007. Návrh rybní obsádky a postupu zarybnění pro jezero Most – Ležáky. Zpráva ENKI o.p.s. pro Palivový kombinát Ústí.
- Šípek V, 2006. Rekultivace, tečka za těžbou uhlí. Vesmír, 85: 304-305.
- Valeš J, 2003. Koncepce řešení ekologických škod vzniklých před privatizací hnědouhelných společností v Ústeckém a Karlovarském kraji – Kapitola 4: Rekultivace uvolněných důlních prostor v souladu s horním zákonem. Koncepční studie pro Fond národního majetku ČR.

Natürlicher Rückhalt und Abbau deponiebürtiger Schadstoffe am Beispiel der submersen Deponie Großkayna (Runstedter See)

Michaela Reichel¹, Grit Uhlig², Andreas Schroeter³, Thomas Wilsnack⁴

Grundwasserforschungsinstitut GmbH Dresden¹, Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH², Gesellschaft für Ingenieur-, Hydro- und Umweltgeologie mbH³, IBeWa-Ingenieurpartnerschaft⁴

Natural retention and degradation of harmful substances from the submerse disposal Großkayna (Lake Runstedt)

The open pit Großkayna is part of the mining pits in the brown coal area Geiseltal, which remain after 1989. After shut down of the coal production in 1956 chemical residues were flushed into the open pit until 1995. The main pollutant of the submerse disposal is ammonium. The remediation concept consists of the flooding, the creation of a lake with no outlet and supported microbiological degradation of NH_4 and NO_3 . As a result of the flooding of the open pit Großkayna in 2001 to 2002 the Lake Runstedt was developed in responsibility of the LMBV. The lake was flooded with water from the river Saale. The hydraulic fluxes around the lake are not yet in steady state due to the flooding process of the lake Geiseltalsee which is located in the northwest of Lake Runstedt. Groundwater inflow and evaporation is managed to keep a stable water balance for Lake Runstedt. The natural nitrification within the water body is enhanced by three deepwater aeration systems. Further, a reed-belt was planted to support the denitrification in the shallow water sediment. Due to the in-stationary groundwater fluxes the future evolution of the water quality of the lake and the groundwater can only be predicted by a simulation model. For this purpose a coupled model system consisting of a lake model and a groundwater-flow model was developed and used.

1. Einleitung

Die Auskohlung und Entstehung des Tagebaurestlochs (TRL) erfolgte zwischen 1908 und 1965. Im Anschluss der Kohleförderung haben sich in der näheren Umgebung Industrie und Kraftwerke niedergelassen. Zu nennen wären in diesem Zusammenhang u. a. die LEUNA-Werke, die BUNA-Werke, das Kraftwerk Großkayna und die Brikettfabrik Beuna. Damit bildete sich der ursprüngliche Lösungsansatz, nämlich die Einspülung von Kraftwerksaschen sowie Produktionsreststoffen zur Restlochverfüllung, heraus. Zwischen 1970 bis 1995 entstand die heutige Spüldeponie Großkayna. Nach 1995 wurde die Idee der vollständigen Verfüllung der Hohlform verworfen. Stattdessen beschließt man, das verbliebene Restloch zu fluten. Das Restlochvolumen des TRL Großkayna betrug noch etwa 55 Mio. m^3 . Der Hauptschadstoff der entstandenen Spüldeponie, welche ein Volumen von etwa 25 Mio. m^3 besitzt, ist Ammonium.

Zum Rückhalt der Schadstoffe wurde 2001 und 2002 die schnelle Flutung mit Fremdwasser aus der Saale durchgeführt. So entstand in der Verantwortung der LMBV mbH der Runstedter See. Er hat eine Fläche von 230 ha und ein Volumen von 55 Mio. m^3 . Sein Endwasserspiegel von +97,0 mNHN wurde im Juli 2002 erreicht. Die Wasserspiegellhöhe von +97 mNHN gewährleistet nach Einstellung der stationären GW-Verhältnisse eine allseitige Grundwasseranströmung (abflusslos) und verhindert so den Schadstoffaustrag in das Grundwasser und die Vorfluter. Die GW-Hydraulik im Umfeld des Sees wird noch mehrere Jahrzehnte vom Flutungsprozess des im Nordwesten gelegenen Geiseltalsees beeinflusst. Im Zeitraum der Flutung erfolgte die Initialisierung eines Schilfgürtels zur Unterstützung der mikrobiellen Denitrifikationsprozesse (Nitratabbau). Zur Belüftung des Hypolimnions wurden

2003 drei Tiefenwasserbelüftungsanlagen des Typs POLYP der Firma Polyplan auf dem See installiert (Fig. 1). Im Planfeststellungsbeschluss von 2001 ist festgelegt, dass „die Tiefenwasserbelüftungsanlagen (...) so zu betreiben sind, dass im Hypolimnion ständig ein Sauerstoffgehalt von mindestens 4 mg/l gewährleistet ist“.

Diese aktiven Maßnahmen, zur Unterstützung der natürlichen Abbauprozesse werden als Enhanced Natural Attenuation (ENA) bezeichnet.



Fig. 1 Tiefenwasserbelüftungsanlage auf dem Runstedter See, links unten: Lage der Tiefenwasserbelüftungsanlagen

Im Rahmen des FuE-Vorhabens des BMBF „Untersuchung des natürlichen Rückhaltes und Abbaus deponiebürtiger Schadstoffe am Beispiel der Deponie Großkayna“ (KORA) sollte ein modelltechnisches Prognosewerkzeug geschaffen werden, das die Beschaffenheitsentwicklung im See (instationäre und stationäre GW-Situation) und das für den Zeitraum der Nachsorge erforderliche Monitoring und die technischen Maßnahmen prognostiziert. Hierbei steht die Laufzeit der Tiefenwasserbelüftungsanlagen und der damit einhergehenden Betriebskosten im Vordergrund. Das Prognosewerkzeug wurde am Grundwasserforschungsinstitut GmbH Dresden (Müller 2004) entwickelt. Während des FuE-Vorhabens wurde das Modell in Zusammenarbeit mit der IBeWa Ingenieurpartnerschaft modifiziert. Dieses Modell (MODGLUE) beruht auf der Kopplung eines dreidimensionalen Grundwassermodells (MODMST), eines hydrochemischen Reaktionsmodells (PHREEQC) und eines zweidimensionalen Seemodells (CE-QUAL-W2).

2. Standortbeschreibung

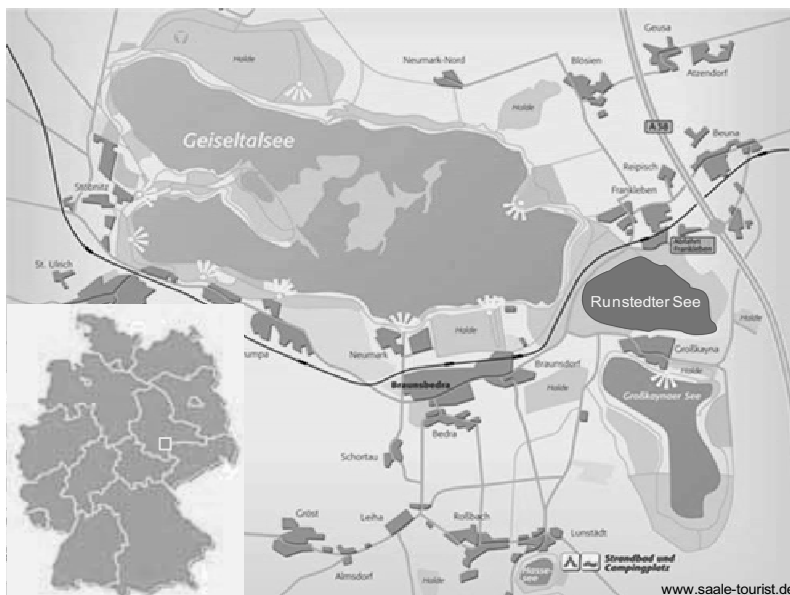


Fig. 2 Lage des Runstedter Sees

Das ehemalige Tagebaurestloch Großkayna befindet sich im Braunkohlerevier des Geiseltals westlich von Leipzig und südlich von Halle und Merseburg. Fig. 2 zeigt seine Lage zum nordwestlich gelegenen Geiseltalsee und zum Großkaynaer See im Süden.

Die wässrigen Phasen der Spüldeponie wurden im Rahmen der Gefährdungsabschätzung untersucht. Die Wässer sind dem Ca-NH₄-Na-SO₄-Cl-Typ zuzuordnen (Ca = 597 mg/l, NH₄ = 362 mg/l, Na = 400 mg/l, SO₄ = 1870 mg/l, Cl = 543 mg/l). Der pH-Wert ist stark alkalisch.

Es wird angenommen, dass die Freisetzung von organischen Stoffen keine signifikanten Konzentrationen im Seewasser erzeugen wird. Alle bisher durchgeführten Messungen bestätigen diese Annahme. Der Austrag von Ammonium aus der Spüldeponie in den Seewasserkörper gilt als wichtigstes Gefährdungsmoment für die langfristige Seewasserbeschaffenheit (KORA 2008).

Durch die 2001/2002 erfolgte Flutung des Tagebaurestloches mit Flusswasser der Saale, ist die Seewasserbeschaffenheit bis heute durch die Flusswasserbeschaffenheit geprägt.

3. Modellkonzept

Im Rahmen des FuE-Projektes „*Untersuchungen des natürlichen Rückhaltes und Abbaus deponiebürtiger Schadstoffe am Beispiel der Deponie Großkayna*“ wurde ein gekoppeltes Modellsystem (MODGLUE – **MODEL** for Prediction of **G**roundwater an Erosion influenced **L**ake **W**ater **Q**uality **U**sing **E**xisting **M**odels) am Grundwasserforschungsinstitut entwickelt. MODGLUE koppelt eigenständige Programmsysteme miteinander. Hier wurde das Grundwassermodell MODMST – **MOD**ular **F**low and **M**ulti **S**pecies and **T**emperature – (Häfner & Boy 2005), das Seemodell CE-QUAL-W2 (Cole & Buchak 1995) und das hydrochemische Reaktionsmodell PHREEQC (Parkhurst & Appelo 1999) miteinander gekoppelt.

3.1 Teilmodell Aquifer

Das Teilmodell Aquifer wurde als Lupe Großkayna aus dem Großraummodell Geißeltal (IHU GmbH) ausgekoppelt und wird von IBeWa gepflegt. Das Aquifer-Modell bildet die Spüldeponie als Stoffquelle und das umgebende Grundwasser dreidimensional ab. Der geohydraulische Aufbau des Deponiekörpers erfolgt räumlich differenziert. Um die Freisetzung von Schadstoffen aus der Stoffquelle zu beschreiben, werden geochemische Reaktionen in der Spüldeponie sowie Stoffaustauschprozesse zwischen stagnierendem und strömendem Porenwasser (dual porosity) berücksichtigt (KORA 2008).

3.2 Seemodell

Das Programmsystem CE-QUAL-W2 ist ein zweidimensionales, vertikal-ebenes Modell zur Modellierung der Hydrodynamik und der Beschaffenheit von Oberflächengewässern (Parkhurst & Appelo 1999). Vertikal-eben heißt, dass die hydrodynamischen Größen, wie Strömungsgeschwindigkeit und Druck sowie Stoffkonzentrationen in transversaler Richtung gemittelt werden. Zudem ist das Modell in der Lage biologische Umsetzungsprozesse, wie z. B. den Abbau von Biomasse und das Wachstum von Algen, abzubilden. Die Prozesse bestimmen maßgeblich die Sauerstoffzehrung und -bildung im Gewässer.

Die auf die Seeoberfläche wirkende Windenergie beeinflusst die hydrodynamischen Verhältnisse im See und bestimmt maßgebend die Ausbildung einer Schichtung. Die Dauer der Schichtungsperiode bestimmt die Sauerstoffzehrung im Hypolimnion. Auch die Mächtigkeit des Epilimnions wird durch die an der Seeoberfläche wirkenden Windenergie bestimmt. Somit ist die Kalibrierung der Temperaturschichtung ein grundlegendes Kriterium der Prognosefähigkeit des Modells.

4. Prognoseergebnisse

Nach der Einstellung der stationären Grundwasserverhältnisse im Geiseltal etwa im Jahr 2050 wird der Runstedter See nur noch Grundwasserzustrom haben und sich über Verdunstung im Gleichgewicht halten. Eine Schwankung des Wasserspiegels zwischen +96 und +97 mNHN ist aufgrund von Nass- und Trockenjahren zu erwarten. Bei der Bewertung der Prognoseergebnisse ist deshalb zu beachten, dass die Entwicklung der regionalen Wetterlage

Auswirkungen auf den Wasserhaushalt haben können. Zudem ist das Modell nicht in der Lage Algenblüten sowie die Entwicklung von bestimmten Algenarten (Diatomeen, Cyanobakterien, etc.) über mehrere Jahre bzw. Jahrzehnte abzubilden. Die biologischen Wachstums- und Zerfallsprozesse bestimmen jedoch in höchstem Maße die Sauerstoffbildung und – zehrung im Seewasserkörper. Die Prognose des gekoppelten Modellsystems zeigt deshalb lediglich die generelle Entwicklung der Seewasserbeschaffenheit (KORA 2008). Die Modellrechnungen im FuE-Vorhaben haben ergeben, dass der Austrag von Ammonium aus der Spüldeponie in den See bis etwa 2032 auf etwa 31 kg NH₄/d stetig ansteigt und dann nur sehr langsam abnimmt. Bis 2050 würde sich somit eine Ammonium-Konzentration im Hypolimnion von 0,16 mg/l im Frühjahr und 0,2 mg/l im Herbst ergeben. Die Sauerstoffkonzentration im Hypolimnion beträgt 2050 zwischen 9 - 10 mg/l im Frühjahr und knapp 6 mg/l im Herbst. Bei einer Volldurchmischung des Sees erfährt dieser eine nahezu vollständige Sauerstoffsättigung. Daraus ist abzuleiten, dass der Betrieb der TWBA für die Sommerstagnation erforderlich ist. Für den notwendigen Betrieb der TWBA nach 2050 bestehen weiterhin Unsicherheiten. Nach Erreichen des maximalen Frachteintrages kann die Einschätzung der Betriebsführung mit höherer Aussagekraft erfolgen, als es heute möglich ist (KORA 2008).

5. Danksagung

Die Arbeiten im Rahmen des KORA-Verbundprojektes wurden vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) der Bundesrepublik Deutschland gefördert und finanziert sowie von der LMBV mbH kofinanziert. Dafür sind die Bearbeiter der GFI GmbH Dresden, der IBeWa und der IHU mbH sehr zu Dank verpflichtet.

6. Literatur

- Cole & Buchak (1995): CE-QUAL-W2: A Two-Dimensional, Laterally Averaged, Hydrodynamic and Water Quality Model, Version 2.0, US Army Corps of Engineers, Waterways Experiment Station
- CUI mbH (2009): Dokumentation zu den charakteristischen Merkmalen für die Entwicklung des Runstädter Sees unter limnologischen Gesichtspunkten für den Zeitraum 2002 bis 2007/2008, unveröffentlichter Bericht im Auftrag der LMBV, 30. April 2009
- Häfner & Boy (2005): Simulation des dichteabhängigen Stofftransportes im Grundwasser und Verifizierung am Beispiel der Saltpool-Experimente, Zeitschrift Grundwasser 02/2005
- KORA (2006): Untersuchung des natürlichen Rückhaltes und Abbau deponiebürtiger Schadstoffe am Beispiel der Deponie Großkayna – Statusbericht, Forschungsvorhaben gefördert durch das Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF), Förderkennzeichen 330505, Projektleitung LMBV, Projektbearbeitung GFI GmbH Dresden, IBeWa und IHU GmbH, Bestell-Nr. 45028543, LMBV, 13. April 2006
- KORA (2008): Untersuchung des natürlichen Rückhaltes und Abbau deponiebürtiger Schadstoffe am Beispiel der Deponie Großkayna – Abschlussbericht, Forschungsvorhaben gefördert durch das Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF), Förderkennzeichen 330505, Projektleitung LMBV, Projektbearbeitung GFI GmbH Dresden, IBeWa und IHU GmbH, Bestell-Nr. 45028543, LMBV, 20. Juni 2008
- Müller (2004): Modellierung von Stofftransport und Reaktion mit einem neuentwickelten, gekoppelten Grund- und Oberflächenwassermodell am Beispiel eines Tagebaurestsees, Dissertation, ISSN 1430-0176
- Parkhurst & Appelo (1999): Users's guide to PHREEQC (Version 2) – A computer program for specification, batch-reaction, one-dimensional transport, and inverse geochemical calculation, U. S. Geological survey, Water-Resources Investigation Report 99-4259, Denver, Colorado

Hydrická rekultivace bývalého hnědouhelného lomu Ležáky – Most – JEZERO MOST

Ing. Lucie Kružíková, Ing. Jiří Kloš, Ing. Josef Švec

Palivový kombinát Ústí, státní podnik

Hydro Reclamation of the former brown coal mine Ležáky – Most – The Lake Most

The theme of today's conference is „Hydro Reclamation of the former brown coal mine Ležáky – The Lake Most“. The conference consists of 3 parts. The first part briefly presents the history of an interesting area for hydro reclamation. The second part describe the redevelopment and the preparatory workings, which were necessary for the beginning of the saturation of the residual pit and former mine Ležáky Most, including description of the development and technical equipment for the transfer of the water from the river Ohře into the Lake Most. The last and the most important is the third part which deals with saturation of the Lake Most itself. This part contains not just the specification of the basic parameters and rising the lake, but also summary of qualitative and quantitative parameters of the water in the Lake Most, including estimation almost 2 years of the saturation of the lake. (The opening ceremony of the saturation – on the 24. 10. 2008). The aim of this conference is to introduce you the unique water creation, that has been rising on the area where even in the last century used to be brown coal mining in a progress. At the close of this conference I would like to mention the plans for the future of the Most Lake area.

Historie zájmového území

Na lokalitě lomu Ležáky - Most byla povrchovým způsobem těžena kvalitní a mocná uhelná sloj od poloviny 20. století. Restrukturalizace uhelného hornictví vedla po roce 1989 k útlumu těžby hnědého uhlí. Usnesením vlády ČR z 9. 12. 1992 byl proces útlumu na lomu Ležáky – Most zahájen 1. 7. 1995. Aktivní těžba byla v dané lokalitě ukončena 24. 8. 1999. Na území o rozloze 1 264 ha byla následně zahájena celková revitalizace území. Dokončení likvidace lomu Ležáky – Most provádí Palivový kombinát Ústí, státní podnik, který převzal odpovědnost za lokality Důl Kohinoor a Lom Ležáky 1. 1. 2004. Lokalita bývalého hnědouhelného lomu se nachází v centrální části severočeské hnědouhelné pánve severně od města Most a jihovýchodně od areálu závodu Unipetrol Orlen Group, s. r. o.

Již od počátku sanace tohoto území bylo počítáno s hydrickou rekultivací – se vznikem jezera. Pro rekultivaci zbytkové jámy lomu byl zpracován v dubnu 1996 společností Hydroprojekt a. s. „Technický projekt likvidace lomu Ležáky“ a „Dokumentace E I A“. Vznikly tři varianty hydrické rekultivace zájmového území – varianta suchá, projektová a hluboká. S drobnými úpravami byla přijata varianta projektová. Z důvodu zachování kontinuálního napouštění zbytkové jámy v průběhu celého roku a z hlediska dodržení kvality povrchových vod dle přílohy č. 3 Nařízení vlády č. 61/2003 Sb., ve znění Nařízení vlády č. 229/2007 Sb., vše v platném znění, byla jako zdroj vody pro napouštění zvolena řeka Ohře místo projekčně navržené řeky Bíliny.

Sanační a přípravné práce

Nezbytným předpokladem, pro vytvoření jezera, bylo dotěsnění části dna jezera, které nebylo vnitřní výsypkou utěsněno, dále výstavba opevnění břehové linie, odclonění možných průsaků kontaminovaných podzemních vod pomocí podzemní těsnicí stěny, výstavba přivaděče z Průmyslového vodovodu Nechranice a výstavba přivaděče z dolu Kohinoor.

V první fázi těsnění zbytkové jámy bylo založeno minerální těsnění mezi 137 m n. m. a 167 m n. m. Ve druhé fázi bylo utěsněno dno nacházející se zhruba ve 2/3 lomu, které bylo vlivem vertikálních anomálií uloženo výše než již sanované území (150 m n. m.). Těsnění bylo provedeno navezením, rozprostřením a zhutněním tří vrstev jílu o celkové mocnosti 800 mm. Z důvodu ochrany jílového těsnění před vysušením a následným rozpukáním a tím ztracením těsnících schopností bylo do doby zaplavení toto minerální těsnění překryto krycí vrstvou neuhněných zemin o mocnosti 400 mm.

Monitoring a analýzy průsakových vod, zjištěných v průběhu těsnění dna, prokázaly, že parametry průsakových vod jsou nevyhovující pro zahájenou akumulaci vod v budoucím jezeře. Pro zachycení průsaků a zabránění jejich vnikání do vodní retence byla zvolena jako pasivní ochranný prvek podzemní těsnicí stěna (dále jen PTS), jejímž hlavním prvkem konstrukce je postupná montáž jednotlivých dílů různé délky podle proměnlivého horizontu báze kvartéru, složená z vrstev odlišných fyzikálně mechanických vlastností s obsypem bentonitem a jílových zemin. Byl zvolen typ COMBISEAL – vrstvený celistvý pás PE fólie tloušťky 2 mm s bentonitovou rohoží, chráněný geotextilií a vybavený monitorovacím systémem SENSOR DDS. Ve vzdálenostech 60 – 75 m jsou monitorovací kabely vyvedeny nad terén pomocí ochranného potrubí do šachtic s poklopem. Pasivní prvek je vetknut minimálně 1 m pod rozhraní propustných a nepropustných vrstev horninového prostředí. Stavba PTS byla realizována ve třech etapách. Pod úrovní horního okraje návodní strany PTS je zhotoven drén sloužící k převedení podzemních vod s vydatností 2 l.s^{-1} a zabraňující vzednutí těchto vod o více než 25 cm. Před řekou Bílinou je drén opatřen revizní šachtou, využitou pro monitorování kvality vod a výpustním objektem situovaným v levém břehu říčního koryta.

Opevnění břehové linie je souborem staveb protiabrazivních opatření, obvodové komunikace a odvodnění. Opevnění bylo vybudováno z důvodu ochrany břehů proti působení větrem vyvolaných vln včetně opatření pro stabilizaci břehů. V místech s největší předpokládanou intenzitou vln způsobených větrem je provedeno opevnění základními a vratnými rozrážeci, jejichž patky z lomového kamene jsou z jedné poloviny zahlobeny pod terén a z druhé poloviny vyčnívají nad okolní opevnění. Základní a vratné rozrážěče se střídají zhruba po 100 m a jsou proti sobě výškově posunuté. Zbývající část opevnění do úrovně obvodové komunikace tvoří kamenný pohoz o minimální mocnosti 0,5 m. Celé opevnění je od základové spáry odděleno geotextilií. Od kóty 195 m n. m. až ke kamennému opevnění je proveden biologický nástřik – hydroosev, který je před případným odplavením ochráněn perforovanou geotextilií. V délce 9 815 m je podél jezera vybudována obslužná obvodová komunikace s krycí vrstvou z drceného štěrku. Podél komunikace je proveden systém odvodnění.

Přivaděče vody do jezera Most

Hlavním zdrojem pro napouštění jezera Most je řeka Ohře. Voda z řeky Ohře je přiváděna přes Čerpací stanici Stranná pod Nechranickou přehradou Průmyslovým vodovodem Nechranice (dále jen PVN) DN 1200. Na PVN je v katastrálním území Třebušice napojen přivaděč DN 800, kterým je voda dopravována do jezera Most. Výstavba tohoto přivaděče probíhala v letech 2006 - 2008. Trasa přivaděče začíná v Třebušicích v rozdělovací šachtě napojením na PVN. Dále pokračuje k nádrži Matylda, u jejího bezpečnostního přelivu kříží

silnici Most - Chomutov a železniční trať ČD. Přivaděč pokračuje podél přelivu, kde v místě podchodu tohoto přelivu dochází ke změně materiálu trubního přivaděče z PVN. Po následném podchodu silnice Most – Litvínov, tramvajové tratě a železniční tratě ČD podchází přivaděč řeku Bílinu, a poté již směřuje do koncové části, kterou je regulační šachta. Za regulační šachtou je vystavěna ukliďňovací nádrž sloužící k utlumení zbytkové energie přiváděné vody. Z ukliďňovací nádrže postupuje voda dále otevřeným přivodním kanálem jihozápad o celkové délce 1 716,34 m, který je ukončen na kótě 145,00 m n. m., do zbytkové jámy lomu Ležáky – Most. Vzhledem k tlakovým poměrům je v první části přivaděče, o délce 3 900 m, potrubí polyetylenové. Na tuto část navazuje potrubí ocelové s cementovou vystýlkou o délce 1 028,85 m. Celková délka přivaděče z PVN je 4 928,85 m. Dalším kvalitním zdrojem vody pro napouštění jezera Most jsou důlní stařinové vody ze zatopeného bývalého dolu Kohinoor v Mariánských Radčicích, které po nastoupení hladiny na kótu – 20,00 m n. m. budou čerpány pomocí čerpací stanice umístěné v bývalé jámě MR 1 a převedeny do prostoru jezera Most přes Růžodolskou výsypku přivaděčem DN 400 o celkové délce 3 107 m. Prostor dolu Kohinoor je z hydrogeologického hlediska nejvhodnějším místem pro udržování hladiny důlních vod na úrovni vyhovující plánovaným postupům povrchového hnědouhelného lomu Bílina i rozvoji těžební lokality lomu Československé armády v mosteckém regionu. Účelem čerpací stanice je zajištění stanovené úrovně hladiny důlních vod a udržování hladiny vody v jezeře v době, kdy výpar vody převyší přirozenou dotaci deštěm. Po naplnění jezera Most budou nadbytečné vody nevyužité pro dotaci výparu z hladiny jezera Most odváděny v ř. km 3,2 do Mračného potoka prostřednictvím přepadového kanálu gravitační větve „B“ se zaústěním potrubí do retenční nádrže pod popelovou skládkou K4 sever. Čerpání důlních vod je řešeno osazením třech ponorných čerpadel s výkonem každého čerpadla $60 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$. Každé čerpadlo má samostatné výtlačné potrubí DN 175, které se nad úroveň terénu spojí ve společný výtlačný řad DN 400. Výtlačný řad a gravitační řad větev „A“ jsou provedeny z HDPE. Ze sklolaminátu je vystavěna gravitační větev „B“. Délka výtlačného řadu je 1 786,9 m, gravitační větev „A“ má celkovou délku 1 303,9 m a gravitační větev „B“ 1 464 m. Větev „A“ je ukončena otevřeným příkopem o délce 472 m, který je vyspádován do jezera Most. Dlouhodobá potřeba čerpání vod z dolu Kohinoor se očekává v maximálním množství cca $175 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$.

Jezero Most

Na území bývalého lomu Ležáky – Most vzniká vodní plocha o celkové výměře 311,1 ha, objemu vody $68,9 \text{ mil. m}^3$ a maximální hloubce 75 m. Maximální rychlost napouštění jezera Most je $1,2 \text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$. Předpokládané ukončení napouštění jezera Most je v prosinci roku 2011. Vzniklé jezero bude neprůtočné s kótou hladiny stálého nadržení vody 199,00 m n. m. Hladina vody může kolem kóty stálého nadržení oscilovat v rozsahu $\pm 30 \text{ cm}$. Napouštění jezera Most z řeky Ohře bylo slavnostně zahájeno 24. 10. 2008. Vzhledem k nepředpokládanému pomalému stoupání hladiny důlní vody bude čerpání důlních vod zahájeno v 2. polovině roku 2010.

Pravidelně je od roku 2004 monitorována kvalita vody ve zbytkové jámě lomu Ležáky – Most. Akumulace vody, na dně zbytkové jámy, vykazovala před zahájením napouštění zvýšenou vodivost, vysoký obsah síranů, dusičnanového dusíku, amonných iontů, rozpuštěných látek, vápníku a hořčíku, dále nízkou hodnotu fosforu a chlorofylu a. Významné koncentrace kovů, NEL, fenolů, PCB, PAU a TOL nebyly v akumulaci zjištěny. Kvalita vody byla ovlivněna prostředím zbytkové jámy lomu Ležáky - Most. Vzniklou vodní plochu tvořily atmosférické srážky, průsaky a přítoky z povodí jezera. V současné době má voda v jezeře Most mezotrofní charakter. Kvalita vody se výrazně zlepšuje, a to až do vrstvy tzv. chemokliny, která se nachází do výšky zhruba 10 m nade dnem zbytkové jámy. Podmínkou udržení

oligotrofního či mezotrofního charakteru jezera je zachování kvalitního zdroje napouštěné vody a po napuštění jezera bude nutná ochrana vodního díla před možnými přítoky vod, které by nevyhovovaly stanoveným limitním koncentracím dle platné legislativy. Zejména se bude jednat o zamezení přísunu živin do jezera Most.

V následující tabulce je přehledně uveden vývoj základních parametrů jezera Most po jednotlivých čtvrtletích od zahájení napouštění do června roku 2010.

	Plocha [ha]	Množství vody [mil. m ³]	Obvod [m]	Kóta hladiny vody [m n. m.]
plánovaný konečný stav	311	68,9	9 815	199,00
před zahájením napouštění	21,60	1,8		145,12
konec roku 2008	45,42		3 146	155,27
I. čtvrtletí 2009	68,56	10,6	4 068	163,37
II. čtvrtletí 2009	96,50	19,4	5 100	173,30
III. čtvrtletí 2009	119,90	23,7	7 390	176,78
IV. čtvrtletí 2009	139,30	27,8	7 496	179,61
I. čtvrtletí 2010	155,50	32,4	7 595	182,52
Stav k 31. 5. 2010	175,20	36,9	7 939	185,20

Budoucnost

Rekultivované území bývalého lomu Ležáky – Most, bude využíváno pro rekreaci, jako místo oddychu, turistiky, sportu a sportovního rybolovu nejen obyvatel města. Je snahou vytvořit krajinu ekologicky a esteticky rozmanitou s dominantní vodní plochou. V okolí jezera Most se předpokládá výstavba přístaviště lodí, vybudování MINIMOSTU – replika starého Mostu, postavení pravoslavného kostela a pamětního místa původního postavení děkanského kostela či vybudování arboreta. Vzniknou zde také parkoviště, ubytovací zařízení, restaurace, pláže a v neposlední řadě i rodinné domky. Byly vytvořeny předpoklady pro vybudování nové komunikace Most – Mariánské Radčice a rozšíření mosteckého cykloturistického okruhu.

Závěr

Celkově lze realizaci rekultivace bývalého lomu hodnotit jako pozitivní. Jezero Most nebude plnit pouze funkci rekreační a hospodářskou, ale také se stane výrazným stabilizačním prvkem v krajině, neboť je zde předpoklad úspěchu vlhkomilných společenstev. Jezero bude mít příznivý vliv na klimatické, hydrologické a hydrogeologické poměry dotčeného území.

V průběhu celého roku je veřejnost informována prostřednictvím internetových stránek Palivového kombinátu Ústí, státní podnik, o vývoji napouštění jezera Most. Na internetové adrese www.pku.cz lze najít aktuální údaje o základních parametrech jezera Most, o odstávkách napouštění jezera Most z důvodu údržby technologie pro napouštění, ale také informace o akcích plánovaných v rámci zatápění zbytkové jámy. Dne 1. 6. 2009, v rámci prvního dne otevřených dveří, byla pro veřejnost zpřístupněna část lokality lomu Ležáky – Most po naučné stezce, která vede od přesunutého mosteckého kostela Nanebevzetí Panny Marie až k napouštěcímu objektu jezera Most.

Jezero Most bude mít po svém napuštění na dobu zhruba dvaceti let označení jezero největší. A i když časem o toto privilegium zajisté přijde, zůstane navždy, z té rodiny velkých vodních ploch v Severních Čechách, tím, které bylo první.

Literatura

SVOBODA, Ivan. *Monitoring kvality vody v jezeru zbytkové jámy lomu Ležáky – Most tj. v období před jejím napouštěním vodou z řeky Ohře*. R-PRINCIP Most, 2009.

KLOŠ, Jiří. *Historie lomu Ležáky – Most, Jezero Most*. Palivový kombinát Ústí, s. p., 2008.

KOZA, Václav; ŠUBRT, Jaroslav. *Pololetní zpráva – Vývoj jakosti vody v jezeře Most – Ležáky v zimním období 2008/2009*. Povodí Labe, státní podnik, 2009.

KOZA, Václav; ŠUBRT, Jaroslav. *Pololetní zpráva - Vývoj jakosti vody v jezeře Most – Ležáky ve vegetačním období 2009*. Povodí Labe, státní podnik, 2009.

KRUŽÍKOVÁ, Lucie. *Diplomová práce - Monitoring průsaků kontaminovaných vod z popelové skládky společnosti Chemopetrol, a. s. do podzemních vod*. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2007.

Zbytkové jámy po těžbě hnědého uhlí

Ivan Svoboda, Marie Vrbová

R-Princip Most, s.r.o.

Residual pits after brown coal opencast mining

The landscape under range Krušné hory is the location of both Czech brown coal districts. The territory is characterized by dense population, developed infrastructure, and large industrial production. One of the priorities of the remediation and reclamation activities are to restore the water regime in post-mining landscape. These include flooding of the residual pits. However, it is a complex task, and in the North Bohemian brown coal basin (SHP), optimum conditions are not yet entirely created. In the Sokolov basin (SP) is the situation much better. One of the problems of the SHP is the lack of water for flooding of the residual pits and often also the quality of such water. In total, there will be eight residual pits flooded: two are at SP and six are at SHP. Three residual pits are presently already flooded. The first of these (Chabařovice mine) will likely reach the desired water level early next year, Ležáky-Most mine and Medard-Libík mine in a further two to three years. Creating the lakes of residual pits will have some common aspects, but, mostly each lake will have to be specific and individualist solution.

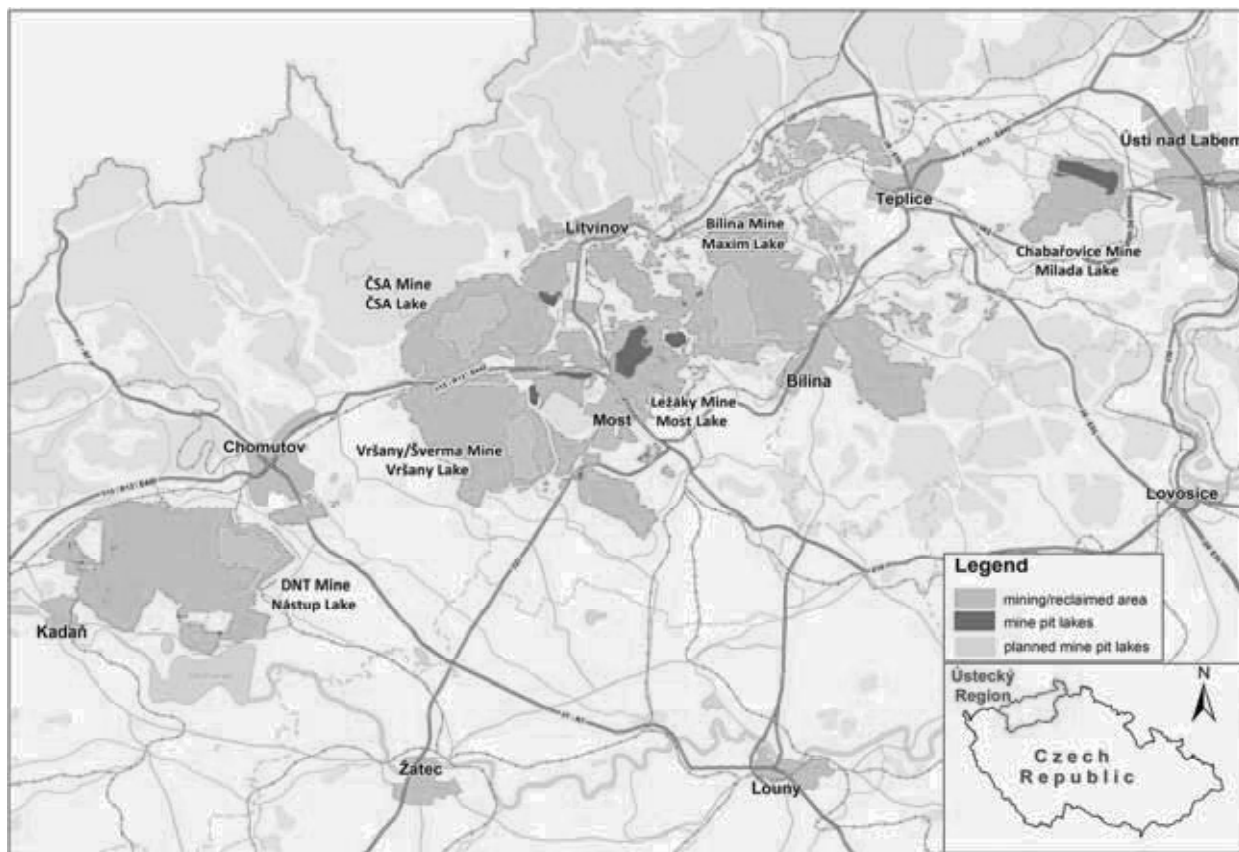
Charakteristika hlavních problémů zbytkových jam po povrchové těžbě

Oba české hnědouhelné revíry jsou situovány v krajině pod Krušnými horami, která se vyznačuje hustým zalidněním, rozvinutou infrastrukturou, rozsáhlou průmyslovou výrobou, kde nejen povrchová těžba uhlí, ale i energetika, chemická a další výroba negativně ovlivňuje všechny složky životního prostředí včetně vodního režimu a potažmo i klimatu. Navíc, toto území leží ve srážkovém stínu Krušných hor. Před zahájením průmyslové revoluce bylo charakterizováno množstvím rybníků, mokřadů, meandrujících vodních tolu s vysokou úrovní mělké podzemní vody a fungujícím malým uzavřeným oběhem vody.

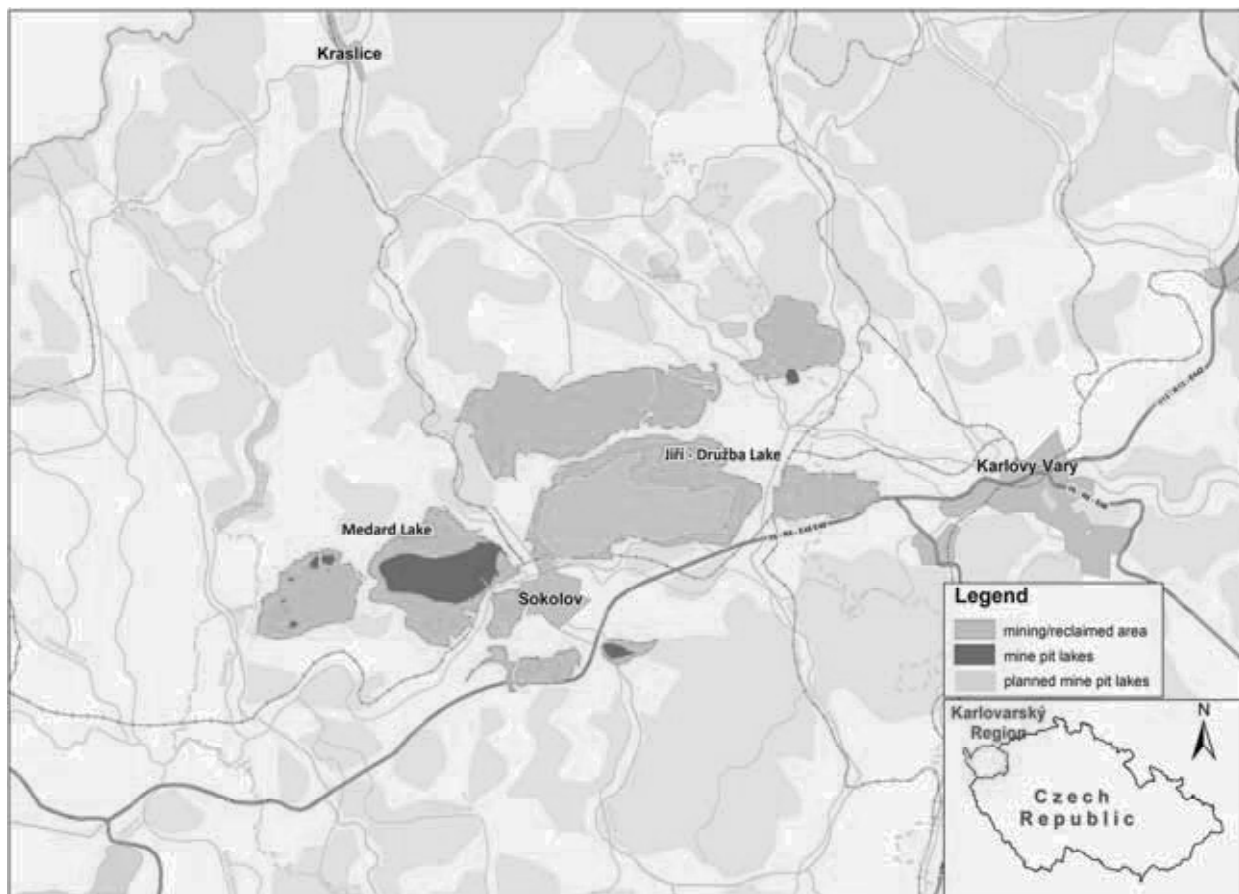
Proto jedním ze základních úkolů zahlazování následků hornické činnosti je alespoň částečný návrat do takových harmonických podmínek. Složitější to bude v tom, že podle prognóz vývoje klimatu se předpokládá zvyšování podílů intenzivních srážek a přesun objemů srážek z vegetačního období do podzimních a zimních měsíců.

V rámci sanačních a rekultivačních aktivit je obnova vodního režimu v pánevní krajině dotčené hlubinnou i povrchovou těžbou hnědého uhlí jednou z priorit. Patří sem – po ukončení aktivní těžby - zatápění zbytkových jam vodou. Tím vzniknou jezera, z nichž některá by mohla mimo jiné plnit podmínky částečné akumulace srážkových přívalových vod a zároveň v obdobích sucha umožňovat využívání této vody pro průmysl, zemědělství i obyvatelstvo. Je to však složitý úkol, ke kterému nejsou v severočeské hnědouhelné pánvi (SHP) vytvořeny všechny optimální podmínky. V sokolovské pánvi (SP) je situace výrazně lepší.

Jedním z problémů SHP je nedostatek vody pro zatápění zbytkových jam a často i její kvalita. Jediným ekonomicky výhodným zdrojem vody pro zatápění je řeka Bílina a její krušnohorské přítoky. Ty však zdaleka nestačí a proto bude nutné k zatápění využívat i čerpané vody z Ohře. Vodou ze stejné řeky bude možno bezproblémově zatopit obě zbytkové jámy po těžbě hnědého uhlí na Sokolovsku.



Obr. 1 – jezera zbytkových jam v SHP



Obr. 2 - jezera zbytkových jam v SP

Celkem bude v obou podkrušnohorských revírech zatopeno osm zbytkových jam po velkolomové činnosti, z toho dvě s SP a šest v SHP (viz tabulka):

Tabulka 1 – Fyzikální charakteristiky budoucích jezer

Lokalita	Počátek zatápění	Vodní plocha (ha)	Objem vody (mil.m ³)	Průměrná/maximum hloubka (m)
Bílina (SHP)	2037 nebo 2050*	1 145,0	645,0	56,0/170,0
Chabařovice (SHP)	2001	226,0	35,0	15,6/23,3
Ležáky-Most (SHP)	2008	311,1	68,9	22,4/75,0
ČSA (SHP)	2020 nebo 2065*	701,0	236,8	33,7/130,0
Vršany (SHP)	2050	390,0	73,6	18,8/40,0
Libouš (SHP)	2038	1 083,2	248,0	22,9/75,8
Medard-Libík (SP)	2010	485,5	136,5	26,5/50,0
Jiří (SP)	2038	1 322,3	514,9	40,6/93,0

*) v závislosti na rozšíření územně ekologických limitů těžby z roku 1991

Jak vyplývá z tabulky, tři zbytkové jámy jsou v současné době již zatápěny. První z nich (Chabařovice) dosáhne konečné hladiny vody pravděpodobně již v tomto roce. Zbytkové jámy lomů Ležáky-Most a Medard-Libík budou zatopeny v dalších dvou až třech letech.

Vytváření jezer zbytkových jam bude mít některé společné aspekty, ale převážně bude každé jezero řešeno individuálně a specificky. Nejsložitější podmínky se předpokládají u jezera zbytkové jámy velkolomu Bílina.

Změny hydrogeologické situace po ukončení těžební činnosti

Každé ukončení provozu hlubinného nebo povrchového dolu, které je zpravidla provázáno také ukončením čerpání důlních podzemních vod, jednoznačně změní hydrogeologickou situaci v daném území. Mezní stav potom nastane, když se po plošném ukončení čerpání zaplní celý systém uhelné sloje i propustného nadloží a voda se přelije na povrch do vodotečí. Právě při zatápění zbytkových jam po těžbě vodou hraje tento problém významnou roli. V řadě případů bude nezbytné vody v jezerech zbytkových jam oddělit od systému důlních stařinových vod těsněním uhelné sloje, a to zejména jako ochranu dosud aktivních dolů před zatápěnými těžebními lokalitami. Je nutno brát v úvahu, že oba hnědouhelné revíry mají za sebou staletou historii hornictví, kdy zpočátku byly využívány především hlubinné způsoby dobývání. Hlubinné doly bylo třeba chránit před průniky a průvaly vody, což spočívalo zejména v odčerpávání vody z důlních prostorů na povrch. Optimální podmínky pro obnovu funkce krajiny po ukončení těžby však vyžadují pravý opak – voda musí být v daném prostoru zadržena v maximálním možném rozsahu a její odtok musí být zpomalován. Jen tak bude možné, aby voda plnila své – hlavně ekologické funkce v krajině postižené předchozí těžbou.

Základním problémem je dostatek kvalitní vody pro zatápění. Jak bylo zmíněno, v SHP řeka Bílina se svými přítoky nepředstavuje příliš vhodný zdroj, i když se očekává postupné zlepšování kvality vody v Bílině a počítá se i se samočisticími procesy v budoucích jezerech. Nicméně, navíc je nutno zabezpečovat vodu pro řadu průmyslových podniků, pro obyvatelstvo a kromě toho zajistit minimální průtoky v těchto tocích nutné pro ředění odpadních vod z komunálních i průmyslových čistíren. Pokud má být napouštění jezer

zbytkových jam v tomto regionu realizováno v přijatelném časovém období, bude nezbytné využívat i vodu čerpanou z řeky Ohře. Bude to však finančně značně náročné.



Obr. 3 - jezero Chabařovice

Závěry

Cílem krajnotvorného a rekultivačního úsilí po těžbě hnědého uhlí v podkrušnohorských revírech je dosažení stavu zdravé a nově kultivované krajiny. Její vize je neustále aktualizována a vyžaduje realizaci řady opatření. Obnovená krajina musí umožňovat udržitelné využívání, dosahovat ekologické stability, odrážet specifický charakter regionu.

Za 60 let historie české rekultivační školy bylo potvrzeno, že víceúčelové užití musí být udržováno ve vyváženém a harmonizovaném vztahu. Aktuálně je nejnáročnějším úkolem příprava hydrické rekultivace velkých zbytkových jam po ukončení povrchové těžby hnědého uhlí. V tomto ohledu je třeba v tvorbě zdravých jezer překonat ještě dost problémů:

- projektování stabilních svahů a dna budoucích jezer,
- vliv starých hlubinných důlních děl, specifických pro určité části podkrušnohorských pánví a konsekvantně i pro plánovaná jezera zbytkových jam,
- zabezpečení stabilní kvality dodávek vody z řek a horských potoků k naplnění a dotování nových jezer,
- technologie zatápění se samočistící schopností jezerní vody pro co nejvčasnější dosažení permanentní stratifikace,
- instalování sofistikovaného hydrologického zařízení pro monitorování funkcí jezer v krajině.

Po ukončení fáze zatápění (kolem roku 2050 respektive 2070 – v závislosti na uvolnění či zachování územně ekologických limitů těžby) bude podkrušnohorská krajina zvýrazněna osmi velkými, krásnými a ekologicky kompatibilními jezery. Jezera se stanou součástí bohatého a rozmanitého rázu krajiny s obnovenými přirozenými ekosystémy.

Poděkování

Autoři děkují za podporu v rámci projektu financovaného Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy České republiky 2B08006 Nové přístupy umožňující výzkum efektivních postupů pro rekultivaci a sanaci devastovaných oblastí (2008-2011, MSM/2B).

SBORNÍK

TAGUNGSBAND

Odborné příspěvky

Fachbeiträge

Magdeburský seminář o ochraně vod v Teplicích 4. - 6. října 2010



Povodí
Ohře



**Správa povodí se zaměřením
na hydromorfologické aspekty**

**Flussgebietsmanagement mit Schwerpunkt
auf hydromorphologische Aspekte**

Magdeburger Gewässerschutzseminar in Teplice 4. bis 6. Oktober 2010

Der "Masterplan Wanderfische Rhein": Auf dem Weg zu sich selbst erhaltenden, stabilen Populationen

Dr. Nathalie Plum, Dr. Anne Schulte-Wülwer-Leidig

Internationale Kommission zum Schutz des Rheins - IKSR

The "Master Plan Migratory Fish Rhine": Towards self sustaining, stable populations

Der Masterplan Wanderfische Rhein soll aufzeigen, wie in einem überschaubaren Zeit- und Kostenrahmen wieder sich selbst erhaltende stabile Wanderfischpopulationen im Rheineinzugsgebiet bis in den Raum Basel angesiedelt werden können. Als wichtigste Maßnahmen sind zu nennen: die Wiederherstellung der Durchgängigkeit stromaufwärts und stromabwärts, die Reduktion des fischereilichen Drucks sowie die quantitative und qualitative Entwicklung von Laich- und Aufwuchshabitaten.

Ziele des "Masterplans Wanderfische Rhein"

Der Masterplan Wanderfische Rhein soll aufzeigen, wie in einem überschaubaren Zeit- und Kostenrahmen wieder sich selbst erhaltende stabile Wanderfischpopulationen im Rheineinzugsgebiet bis in den Raum Basel angesiedelt werden können. Die Rheinministerkonferenz vom 18. Oktober 2007 haben ihren Willen bekräftigt, die Durchgängigkeit im Rheinhauptstrom bis Basel und in bestimmten Programmgewässern schrittweise wiederherzustellen und sich dafür einzusetzen, dass die dafür erforderlichen Finanzmittel bereitgestellt werden. Der Lachs steht dabei als Symbol stellvertretend für viele andere Wanderfischarten wie Meerforelle, Meerneunauge und Maifisch, während im Bereich des Alpenrheins und des Bodensees die Seeforelle als Leitart anzusehen ist.

Ausgehend vom bisher Erreichten setzt der "Masterplan" Prioritäten für eine phasenweise Realisierung der Maßnahmen, benennt die Größenordnung der Kosten und zeigt zusätzlichen Untersuchungsbedarf auf.

Als wichtigste Maßnahmen sind zu nennen:

- die Wiederherstellung der Durchgängigkeit stromaufwärts und stromabwärts;
- die Reduktion des fischereilichen Drucks;
- die quantitative und qualitative Entwicklung von Laich- und Aufwuchshabitaten.

Die Maßnahmen für die Wiedereinführung des Lachses und der Seeforelle wirken sich außerdem auf das Vorkommen vieler weiterer Tier- und Pflanzenarten positiv aus und sind geeignet, die Gesamtökologie des Rheins nachhaltig zu verbessern. Die Durchgängigkeit und Strukturvielfalt sind wichtige Elemente der ökologischen Funktionsfähigkeit von Fließgewässern, einschließlich der erheblich veränderten Wasserkörper. Damit wird die Zielerreichung der europäischen Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL) wesentlich unterstützt.

Für das Überleben und die Verbreitung von Wanderfischen wie Lachs, Meerforelle, Meerneunauge, Maifisch und Aal, die jeweils eine Lebensphase im Süßwasser und eine im Salzwasser verbringen, ist ein intaktes Fließgewässersystem einschließlich des möglichen Wechsels in das Meer von existenzieller Bedeutung. Für den Aal, der seine Aufwuchsphase im Süßwasser verbringt und im Meer ablaicht, ist das Umweltziel gemäß EG-Aalverordnung die Sicherstellung, dass 40% der Blankaale das Meer erreichen. Die Bodensee-Seeforelle als Leitfischart für das Bearbeitungsgebiet Alpenrhein / Bodensee wird mitberücksichtigt. Dort ist sie der einzige Langdistanz-Wanderfisch, dessen Lebensraum im Vergleich zur historischen Verbreitung heute stark reduziert ist.

Durchgängigkeit

Knapp 200 Querbauwerke im Rheineinzugsgebiet wurden in den vergangenen Jahrzehnten bereits so umgestaltet, dass sie für Fische passierbar sind. Bis zum Jahr 2015 werden über 300 weitere Querbauwerke im Rhein und seinen Nebenflüssen umgebaut. Die wichtigsten Baustellen werden sein:

- die Zugänge zum Rheinsystem an der Küste (Haringvlietschleusen, Abschlussdeich des IJsselmeers)
- die oberhalb von Gamsheim liegenden nächsten beiden Staustufen im Oberrhein (Straßburg bis 2015, Beginn der Arbeiten in Gerstheim vor 2015, um das Elz-Dreisam-System im Schwarzwald wieder zu erschließen)
- die Staustufen im Hochrhein (hauptsächlich Verbesserung vorhandener Fischpässe)
- zahlreiche große Staustufen in den deutschen Bundeswasserstraßen (Mosel, Main, Lahn, Neckar usw.)
- kleinere Staustufen in den Programmgewässern für den Lachs und die Seeforelle.

Knapp 400 weitere Querbauwerke sollen im Zuge der weiteren Umsetzungsphasen bis 2021 und 2027 umgebaut werden.

Habitatqualität

Nur rund 22% der ca. 1000 ha geeigneten Laich- und Jungfischhabitate für Lachs und Meerforelle in den Programmgewässern sind aktuell erreichbar. Neben der Wiederherstellung der Durchgängigkeit unterhalb dieser Lebensräume werden vielerorts Maßnahmen zur Verbesserung der Habitatqualität durchgeführt.

Beifänge und illegale Fänge

Aufgrund der von der IKSr ausgearbeiteten "Empfehlungen zur Reduzierung der Beifänge und unzulässigen Fänge von Salmoniden" haben einige Rheinanliegerstaaten bereits Kampagnen zur Aufklärung der Bevölkerung, insbesondere Angler, über das Lachsfangverbot gestartet und Schongebiete an Wanderfisch-"Hot spots" eingerichtet.

Weitere Details zu den einzelnen Maßnahmen in den Programmgewässern sind dem 1.

Bewirtschaftungsplan für die IFGE Rhein, Teil A, sowie dem Masterplan Wanderfische Rhein (IKSR-Bericht Nr. 179, www.iksr.org) zu entnehmen.

Karte 1 (links): Ergebnis der „Fischökologische Gesamtanalyse einschließlich Bewertung der Wirksamkeit der laufenden und vorgesehenen Maßnahmen im Rheingebiet mit Blick auf die Wiedereinführung von Wanderfischen“ (IKSR-Bericht Nr. 167, www.iksr.org): Räumliche Prioritäten für zukünftige Maßnahmen für Wanderfische im Einzugsgebiet des Rheins

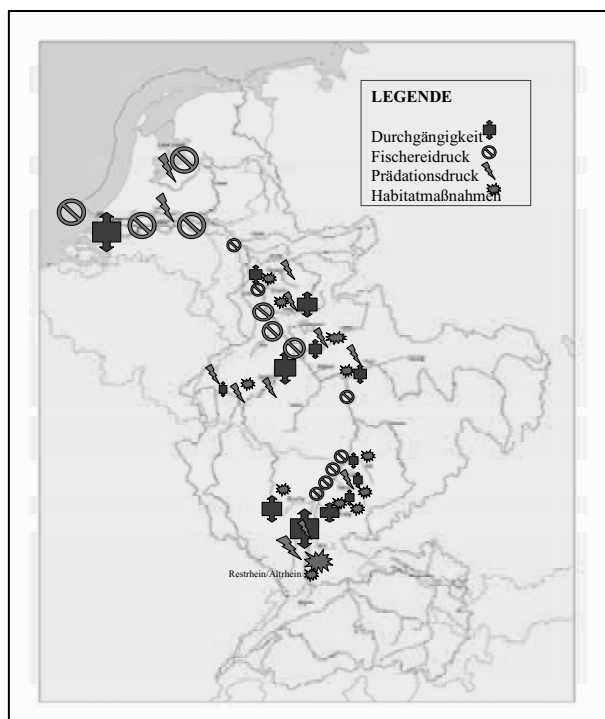
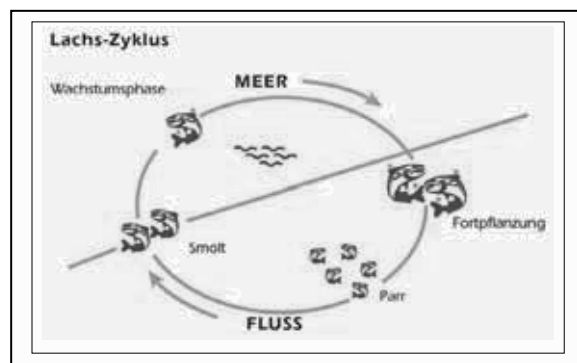


Abb. 1 (rechts oben): Der Lebenszyklus des Atlantischen Lachs (*Salmo salar*)

Tab. 1 (rechts unten): Durchgeführte und geplante hydromorphologische Maßnahmen in den Programmgewässern für anadrome Wanderfische im Rheineinzugsgebiet. * Die Kosten umfassen auch Maßnahmen zur Verbesserung der Habitatstruktur



Querbauwerke	Stand der Umsetzung	Kosten (Mio. €)*
175	bereits umgesetzt	91
7	Umsetzung läuft (Stand: Dez. 2009)	6
304	Umsetzung bis 2015 geplant	138
17	Einleitung der Arbeiten vor 2015 geplant	30
390	Umsetzung bis 2027 vorgesehen	151
3	Umsetzung langfristig vorgesehen	94
896	Summe	510

Karte 2 : Historisch belegte Verbreitung von Lachs und Meerforelle sowie Bodensee-Seeforelle im Einzugsgebiet des Rheins.

Karte 3 : Durchgängigkeit der Programmgewässer für Lachs, Meerforelle und Bodensee-Seeforelle im Einzugsgebiet des Rheins

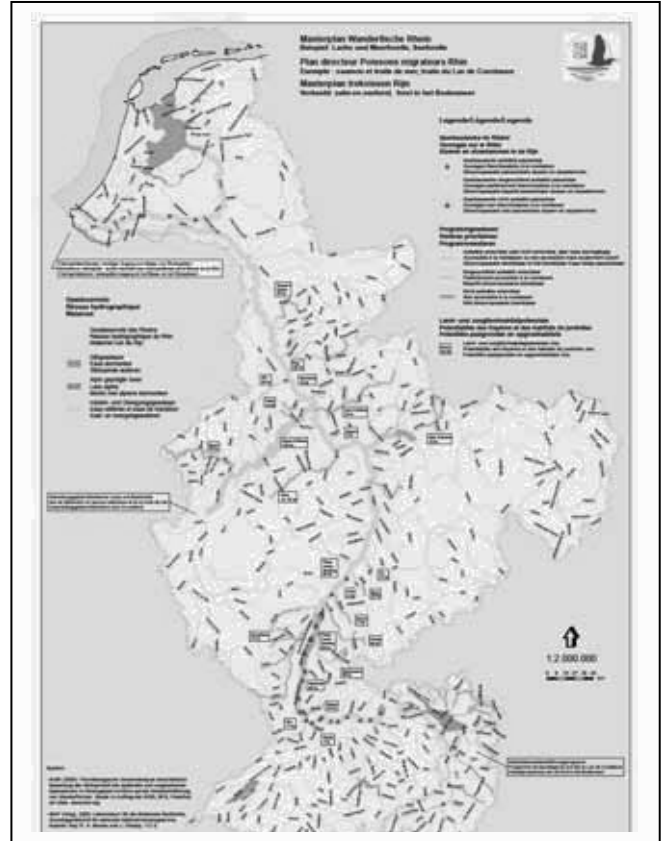
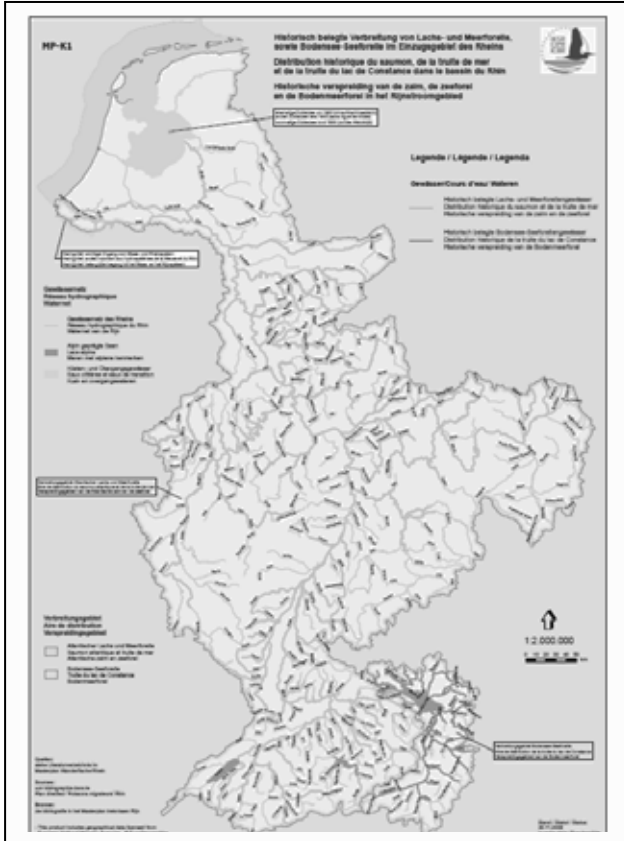
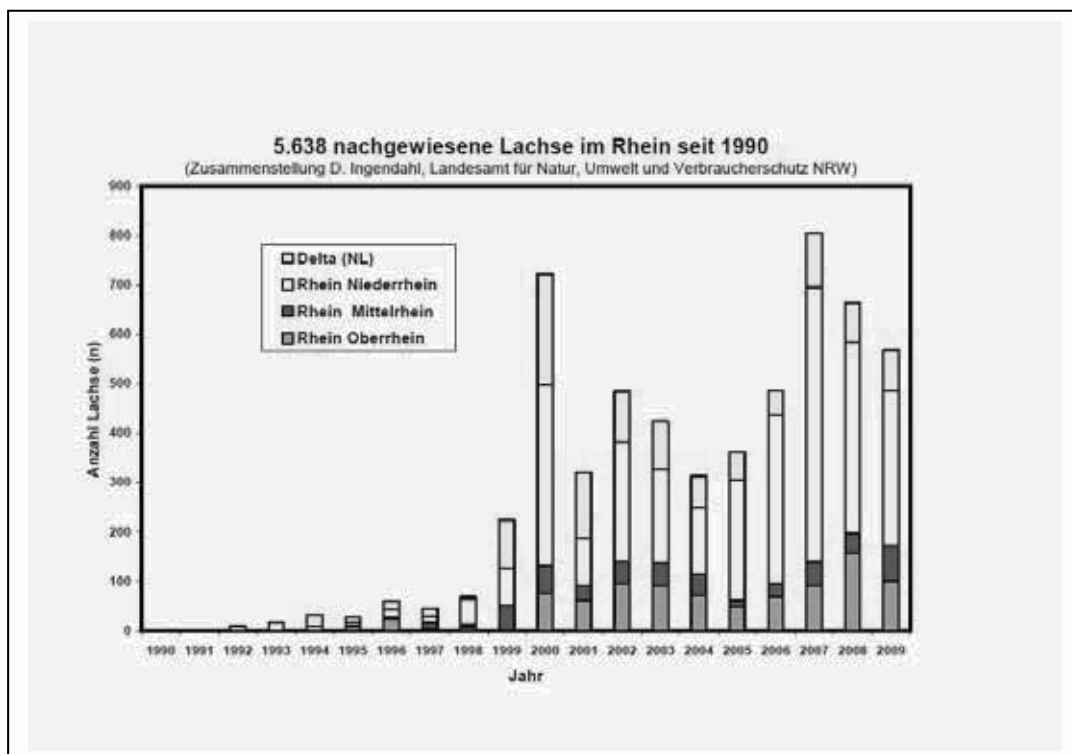


Abb. 2: Lachsnachweise im Rheinsystem 1990 - 2009



Die Wiederherstellung der Durchgängigkeit für Fische und Rundmäuler in Vorranggewässern der Elbe

Thomas Gaumert

Flussgebietsgemeinschaft Elbe - Geschäftsstelle - Außenstelle Hamburg

Einleitung

Im Rahmen der Umsetzung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie waren u. a. für die ökologische Durchgängigkeit in den Oberflächengewässern der Flussgebietseinheit Elbe überregionale Bewirtschaftungsziele zu formulieren. Nachfolgend soll näher auf die Notwendigkeit der Durchgängigkeit für die aquatischen Organismen eingegangen und das damit verbundene Handlungsziel sowie die ersten Umsetzungsschritte in den Vorranggewässern der Elbe dargestellt werden.

Voraussetzungen für einen guten fischökologischen Zustand

Die longitudinale Durchgängigkeit eines Fließgewässersystems ist neben einer natürlichen Gewässermorphologie unabdingbare Voraussetzung für eine standortgerechte Ausbildung der Fischzönose (Fischzönose hier einschließlich der Rundmäuler), aber auch für die benthische wirbellose Fauna, wie Flohkrebse, Wasserasseln und Köcherfliegen sowie im Einzelfall auch für bestimmte Säugetierarten, wie Biber und Fischotter. Sind diese Bedingungen gestört, zum Beispiel durch Ausbaumaßnahmen oder Querbauwerke, verliert der Fluss ein Stück seiner ökologischen Funktionsfähigkeit und damit einen Teil seines Wertes im Naturhaushalt.

Unter den Fischen und Rundmäulern sind von Querbauwerken besonders die Arten wie Flussneunauge, Meerneunauge, Atlantischer Stör, Maifisch, Finte, Atlantischer Lachs, Meerforelle, Schnäpel, Quappe, Rapfen, Stint, Aal, Dreistachliger Stichling und Flunder betroffen, die im Rahmen ihrer Fortpflanzung lange Wanderungen stromauf in die Flüsse (anadrom) und stromab ins Meer (katadrom) ausführen müssen. Aber auch innerhalb der einzelnen Fließgewässerabschnitte vollziehen viele Arten ausgeprägte stromauf- und stromabgerichtete saisonale Wanderbewegungen (potamodrom), um geeignete Laichgründe, Nahrungsgründe oder Winterlager zu erreichen.

Alle o. g. Arten, die zum Teil auch nach der europäischen Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie und der Bundesartenschutzverordnung einen besonderen Schutzstatus genießen, müssen nach EG-Wasserrahmenrichtlinie zu den störungsempfindlichen Arten gezählt werden.

Ohne sie ist ein guter ökologischer Zustand oder ein gutes ökologisches Potenzial nicht erreichbar. Die Wiederherstellung der longitudinalen Durchgängigkeit der Fließgewässer sowie die Wiederherstellung von angemessenen Lebensräumen mit geeigneten Laichhabitaten und Aufwuchsgebieten für Fische ist daher ein in der nationalen Flussgebietsgemeinschaft Elbe, aber auch in der internationalen Flussgebietseinheit Elbe identifiziertes wichtiges Bewirtschaftungsziel von überregionaler Bedeutung.

Handlungsziel für überregionale Vorranggewässer

Zur Konkretisierung dieses Handlungszieles wurden zunächst die sog. überregionalen Vorranggewässer identifiziert (ARGE ELBE/FGG Elbe 2008). Dies sind per Konvention Fließgewässer, die verschiedene Bundesländer queren und aus ökologischer Sicht vor allem für überregionale Zielfischarten als Wanderkorridore zwischen ihren verschiedenen Lebensräumen bzw. intakten Laichhabitaten von hoher Bedeutung sind. Zusätzlich wurden auch Gewässer benannt, die keine Landesgrenzen überschreiten, aber im Elbeeinzugsgebiet spezifische ökologische Funktionen für die Fischfauna im Bereich der Flussgebietsgemeinschaft Elbe übernehmen.

Allein im deutschen Teil des Elbeeinzugsgebietes wurden neben dem Elbestrom 33 Nebenflüsse als sog. überregionale Vorranggewässer ausgewiesen, in denen 276 Querbauwerke im Sinne der allgemein anerkannten Regeln der Technik für einen Fischauf- bzw. Fischabstieg nicht durchgängig sind (FGG Elbe 2009). Davon sollen 135 Querbauwerke im Rahmen des ersten Bewirtschaftungsplanes bis 2015 durchgängig gemacht werden. Die anderen sollen im Rahmen der nachfolgenden Bewirtschaftungspläne umgesetzt werden. Eine ähnliche Aufstellung gibt es auch für den tschechischen Bereich des Elbeeinzugsgebietes.

Bedeutung des Wehres Geesthacht für die Fischmigration

Im Zusammenhang mit der Durchgängigkeit des Elbestromes kommt dem im Jahre 1960 in Betrieb genommenen Wehr Geesthacht (Strom-km 585,9) eine Schlüsselstellung zu. Dieses etwa 140 km oberhalb der Mündung gelegene Querbauwerk, das die Schnittstelle zwischen der Tideelbe und der tidefreien Elbe darstellt, ist das einzige Hindernis auf bundesdeutscher Seite im Elbestrom. Die Passierbarkeit des Wehres Geesthacht ist demnach von entscheidender Bedeutung für die gewässerökologische Anbindung der mittleren und oberen Elbe sowie ihrer Nebengewässer an die Tideelbe und die Nordsee. Oberhalb des Wehres Geesthacht befinden sich 135.013 km² des Elbeeinzugsgebietes; dies entspricht 91 % der Flussgebietseinheit (ARGE ELBE/FGG Elbe 2008).

Im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung in Richtung Referenzzönosen - insbesondere der störungsempfindlichen Arten – ist die derzeitige Fischwechsellkapazität am Wehr Geesthacht kritisch zu betrachten. Zurzeit befindet sich lediglich auf der linken Uferseite eine entsprechende Anlage, die aus heutiger Sicht trotz guter Funktionstüchtigkeit im Hinblick auf die Gewässerdimensionen und die Bedeutung des Standortes als nicht ausreichend angesehen werden muss. Dies hat folgenden Grund:

Aus der Nordsee kommend durchwandern die Langdistanzwanderer zunächst den unteren Bereich der Tideelbe. Dabei ist davon auszugehen, dass sich die Fische bis auf wenige sehr leistungsstarke Arten aus energetischen Gründen in der Nähe des Uferbereiches bewegen, also dort, wo das Rauheitselement des Gewässerbodens einen dämpfenden Einfluss auf das Geschwindigkeitsprofil des Wasserkörpers ausübt. Entsprechend der Aufgabelung des Elbestromes innerhalb Hamburgs teilen sich auch die stromauf ziehenden Fischströme. Bei Bunthaus (Strom-km 609) wird die Elbe wieder einarmig. In der Ausleitungsstrecke des Wehres Geesthacht sind die Strömungsgeschwindigkeiten gegenüber dem nachfolgenden unterstromigen Bereich deutlich erhöht. Aus diesem Grunde richten sich die stromauf wandernden Fischzüge immer mehr zum

Uferbereich hin aus, so dass von einer gewissen Zweiteilung unterhalb des Wehrfeldbereiches ausgegangen werden muss.

Am linken Ufer stromaufwärts wandernde Fische können bereits heutzutage die dort vorhandene funktionstüchtige Fischwechseleinrichtung als Eintritt in den tidefreien Abschnitt der Binnemelbe nutzen. Auf der rechten Seite hingegen fehlt derzeit den Fischen noch eine vergleichbare Fischwanderhilfe. Das bedeutet, dass gut die Hälfte der aufstiegswilligen störungsempfindlichen Arten im Unterwasser den Einstieg in das oberhalb des Wehres Geesthacht gelegene Einzugsgebiet nicht findet.

Weitere Verbesserung für den Fischwechsel am Wehr Geesthacht

Inzwischen zeichnet sich aber auch eine angemessene Lösung für den Bereich des Nordufers ab. Mit der Errichtung des Kohlekraftwerkes Moorburg durch die Vattenfall Europe Generation AG & Co. KG im Hamburger Stromspaltungsgebiet wurde der Konzern verpflichtet, im Zuge einer Schadensbegrenzungsmaßnahme eine entsprechend großzügig dimensionierte Fischwechseleinrichtung am Nordufer des Wehres Geesthacht zu errichten und zu unterhalten. Diese wird insgesamt 46 Stufen mit einem Höhenunterschied von jeweils 0,1 m aufweisen. Die Länge der einzelnen Stufen wird 16 m, die Breite 9 m und die Tiefe 1,75 m betragen (Stör-Durchgängigkeit). Voraussichtlich soll diese Anlage in der 2. Jahreshälfte des Jahres 2010 in Betrieb genommen werden, durch die eine erhebliche Verbesserung, insbesondere der Aufstiegssituation nach Oberstrom und damit auch für das oberhalb gelegene Einzugsgebiet erwartet wird.

Inzwischen werden aber auch an vielen anderen Standorten im überregionalen Gewässernetz entsprechende Anstrengungen unternommen, um die Durchgängigkeit in den Fließgewässern für die Qualitätskomponente Fischfauna zu verbessern. Ein weiteres eindrucksvolles Beispiel ist der Bau einer Wanderhilfe am Auslaufbauwerk des Muldestausees in Sachsen-Anhalt.

Das „Sauerstofftal“ in der Tideelbe – eine ökologische Barriere

Neben den ortsfesten, durch den Menschen errichteten Querbauwerken, die die Fischwanderungen behindern, gibt es aber im Bereich der Tideelbe bei Hamburg auch noch eine ökologische Barriere in Form eines sog. Sauerstofftales (ARGE ELBE/FGG Elbe 2007). In warmer Jahreszeit finden dort im Wasser intensive biochemische Umsetzungsprozesse statt, die mit einem hohen Sauerstoffverbrauch verbunden sind.

Da das Zusammenspiel der verschiedenen Faktoren, die zur Ausprägung des Sauerstofftales führen, insgesamt recht komplex sind, hat im Jahre 2008 die Flussgebietsgemeinschaft Elbe und die Arbeitsgemeinschaft für die Reinhaltung der Elbe einen Sauerstoff-Workshop in Hamburg durchgeführt, auf dem verschiedene Experten Vorschläge, Visionen und Anregungen vorgetragen haben, durch die eine Verbesserung der Situation herbeigeführt werden könnte (FGG Elbe/ARGE ELBE 2008). Die Ergebnisse dieses Workshops werden zurzeit auf ihre Umsetzbarkeit hin überprüft. Unstrittig ist in jedem Fall, dass mit der Reduzierung der Nährstoffeinträge in das Elbeeinzugsgebiet auch eine Verbesserung des Sauerstoffhaushaltes der Tideelbe erreicht werden kann.

Ausblick

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass es in der Flussgebietsgemeinschaft Elbe einen ausgeprägten Willen gibt, die Durchgängigkeit für Fische und Rundmäuler nicht nur in den überregionalen Vorranggewässern, sondern auch in dem sich daran anschließenden Gewässernetz wiederherzustellen. Dieses Handlungsziel wurde im derzeit gültigen Bewirtschaftungsplan mit Maßnahmenprogramm festgeschrieben. Es ist ein wichtiger Beitrag zur Erreichung des guten Zustandes im Sinne der EG-Wasserrahmenrichtlinie.

Literatur

ARGE ELBE/FGG Elbe (2008): Ermittlung überregionaler Vorranggewässer im Hinblick auf die Herstellung der Durchgängigkeit für Fische und Rundmäuler im Bereich der FGG Elbe sowie Erarbeitung einer Entscheidungshilfe für die Priorisierung von Maßnahmen. – Hintergrundbericht zum Bewirtschaftungsplan nach Artikel 13 der Richtlinie 2000/60/EG für den deutschen Teil der Flussgebietseinheit Elbe, www.fgg-elbe.de.

FGG Elbe (2009): Bewirtschaftungsplan nach Artikel 13 der Richtlinie 2000/60/EG für den deutschen Teil der Flussgebietseinheit Elbe. - www.fgg-elbe.de.

ARGE ELBE/FGG Elbe (2008): Die Notwendigkeit der Erhöhung der Fischwechselkapazität am Wehr Geesthacht. – Wassergütestelle Elbe, Hamburg, Bearbeiter Th. Gaumert und Mitzeichner, www.arge-elbe.de

ARGE ELBE/FGG Elbe (2007): Sauerstoffgehalte der Tideelbe – Entwicklung der kritischen Sauerstoffgehalte im Jahr 2007 und in den Vorjahren, Erörterung möglicher Ursachen und Handlungsoptionen. - Wassergütestelle Elbe, Hamburg, Bearbeiter Th. Gaumert und M. Bergemann, www.arge-elbe.de.

FGG Elbe/ARGE ELBE (2008): Workshop zum Sauerstoffhaushalt der Tideelbe am 22. April 2008 in Hamburg. – Vorträge der Referenten finden sich unter www.arge-elbe.de.

Dipl.-Biologe Thomas Gaumert
Flussgebietsgemeinschaft Elbe
Geschäftsstelle – Außenstelle Hamburg
Neßdeich 120-121
21129 Hamburg
thomas.gaumert@fgg-elbe.de

Zprůchodnění migračních překážek na českém úseku Labe

Ing. Karel Dohnal, Ing. Růžena Divecká, Ing. Martin Karafiát

Česká republika (ČR) se přijetím evropské legislativy zavázala ke snížení enormní fragmentace vodních toků. Koncepce zprůchodnění říční sítě ČR předložená Ministerstvem životního prostředí ČR (MŽP) vymezila jako nadregionální prioritní biokoridory v Mezinárodním povodí Labe dvě hlavní větve:

Labskou větev, která zahrnuje hlavní tok **Labe** od státní hranice až do pramenné oblasti, **Tichou Orlicí a Divokou Orlicí po VD Pastviny**. Tato větev je dále rozšířena o toky, kde je realizován Projekt Losos 2000 t. j. řeky **Kamenice a Ploučnice** a toky, které jsou zahrnuty do návrhu opatření pro obnovu populace úhoře říčního, a to jsou řeky **Jizera a Ohře**.

Další hlavní větví je část **Vltavská**, do které je zahrnut tok **Vltavy** od soutoku s Labem až po přítok Berounky a dále tok **Berounky** až k pramenným oblastem toků **Úhlavy a Úslavy**.

Dále se věnujeme větvi Labské, konkrétně části Labe od VD Střekov po vodní dílo Brandýs nad Labem. Tato část českého Labe byla vybrána MŽP jako prioritní pro zprůchodnění do roku 2015 tzn. v prvním plánovacím cyklu plánů oblastí povodí. Zprůchodněním tohoto úseku pro ryby bude umožněna migrace dále do Ohře a Jizery. Tím bude zohledněna i migrační vazba na mořské prostředí po proudu i proti proudu a ekologický význam vybraných vodních toků.

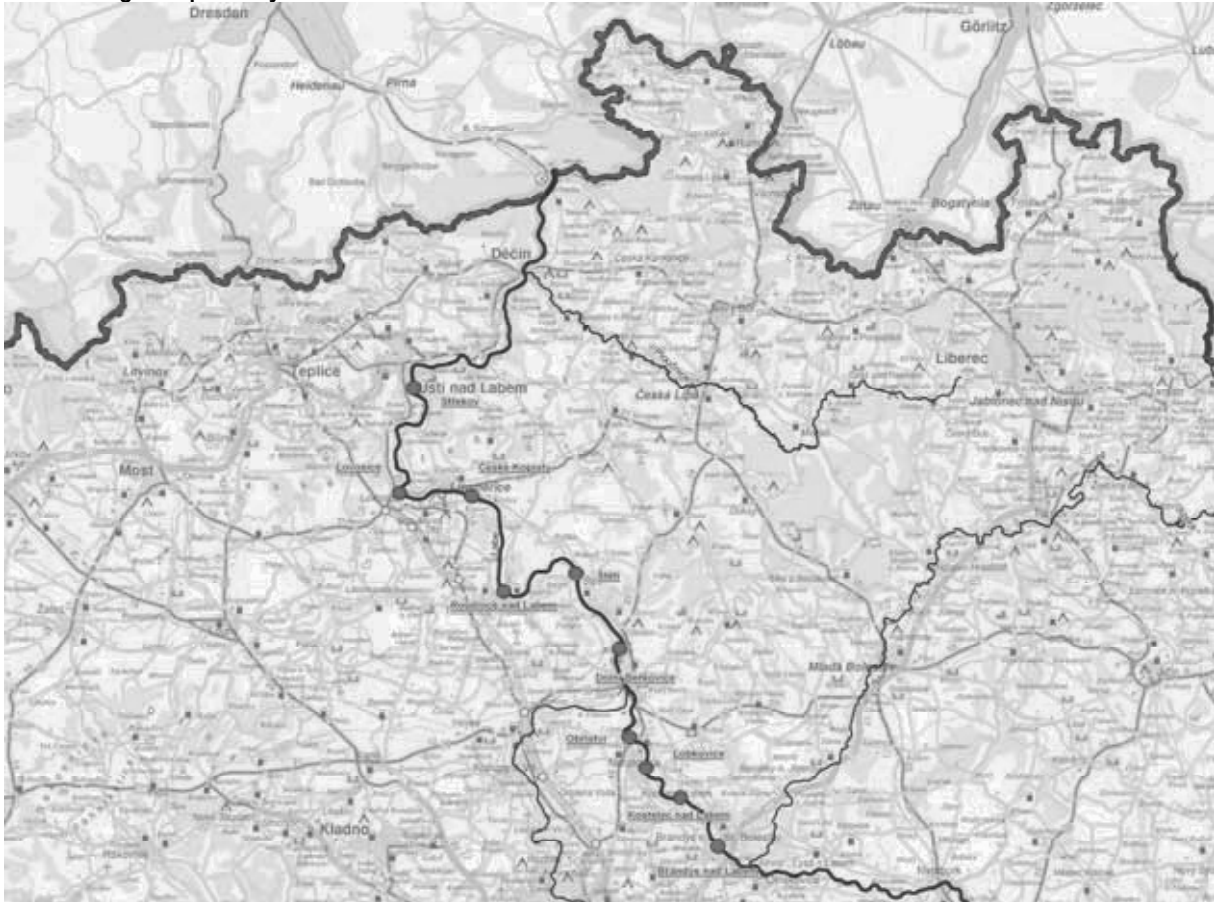
V souladu s Koncepcí zprůchodnění říční sítě ČR je v plánech oblastí povodí připravována řada dalších opatření pro zlepšení nejen migračních podmínek, ale také na podporu stanovištních a rozmnožovacích možností rybí populace. V plánech oblastí povodí jsou navrženy celé soubory morfologických úprav labských biotopů právě v souvislosti s jeho zprůchodněním pro ryby. Konkrétní akce v jednotlivých zdržích vodních děl jsou směřovány do úseků bývalých trdlišť a vytypovaných míst příbřežní zóny jako jsou odstavená ramena, ostrovy, mělčiny, koncentrační hráze apod. Jde o morfologické zásahy typu odstranění bahnitých nánosů podél břehových zón, odstranění nánosů za koncentračními hrázemi za účelem vytvoření přírodních biotopů vhodných pro rozmnožování a úkryty ryb. Opatření jsou v jednotlivých zdržích vodních děl navržena tak, aby vznikl co nejširší soubor biotopů a tím se vytvořily vhodné podmínky pro zvětšení celkové biodiverzity mokřadních a vodních společenstev.

V úseku od Střekova po Brandýs nad Labem bylo v minulosti postaveno 10 vodních děl, která neumožňovala plnohodnotnou rybí migraci proti proudu Labe. Jde o vodní díla

- Střekov (ř. km 767,679)
- Lovosice (ř. km 787,543)
- České Kopisty (ř. km 795,688)
- Roudnice nad Labem (ř. km 809,729)
- Štětí (ř. km 818,938)
- Dolní Beřkovice (ř. km 830,576)
- Obříství (ř. km 843,504)
- Lobkovice (ř. km 850,306)

- Kostelec nad Labem (ř. km 857,430)
- Brandýs nad Labem (ř. km 865,205)

Obr. č. 1 Migrační překážky na českém úseku dolního Labe



Dále je popsána problematika migrační průchodnosti těchto vodních děl a jsou upřesněna doprovodná biologická a morfologická opatření připravovaná v jednotlivých zdržích.

STŘEKOV (ř. km 767,679)

Původní rybí přechod (RP) na vodním díle (VD) **Střekov** byl umístěn u levobřežního dělícího pilíře mezi jezem a malou vodní elektrárnou (MVE) a pro svoji přílišnou strmost, hlavně v horní části trasy, byl značně selektivní. Nově vybudovaný rybí přechod je umístěn u levobřežní zdi a je komůrkového typu. Po povodni v roce 2002, kdy byla mimo jiné poškozena i naváděcí podvodní hrázka, i tento RP vykazuje prvky selektivity.

Provedené ichtyologické průzkumy na VD Střekov ukázaly i další nedostatky funkce RP např. nedostatek vábící vody, přílišná rychlost proudění v komůrkách apod. V současné době je připravováno jejich odstranění. V Plánu oblasti povodí Ohře a dolního Labe je řešeno umístění a konstrukce doplňkového rybího přechodu v této lokalitě. Ukazuje se, že vhodným řešením bude rybí přechod typu „Fish Lock“, který bude situován v trase původního rybího přechodu. VD Střekov je chráněno státem jako kulturní památka, a proto je nutné další stavební úpravy tomuto faktu přizpůsobit.

V rámci Plánu oblasti povodí Ohře a dolního Labe jsou ve střekovské zdrži připravena revitalizační opatření ke zlepšení celkové morfologie a biodiverzity. Jde o soubor akcí k obnově bývalých trdlišť, a to včetně možnosti využití tzv. „mrtvého dřeva“, čímž dojde ke zlepšení a rozrůznění stanovištních podmínek.

LOVOSICE (ř. km 787,543)

VD Lovosice bylo v minulosti vybudováno bez RP. V současné době je rozestavěná stavba MVE soukromé firmy RenoEnergie a. s. na pravém břehu u obce Pišťany. Její součástí je i stavba nově navrženého RP typu obtokový kanál (bypass) s navrženým průtokem 2 m³/s. Jako doplňkový je navržen technický RP štěrbinového typu, který bude situován u pilíře mezi tělesem jezu a MVE. Stavba MVE a RP má být dokončena v roce 2012.

V rámci Plánu oblasti povodí Ohře a dolního Labe jsou ve pro zlepšení morfologického stavu koryta v lovosické zdrži připravena tři revitalizační opatření – revitalizace a propojení odstaveného ramene v Žalhosticích s vlastním tokem Labe a revitalizace okolí Písečného a Střeleckého ostrova v Litoměřicích. Mimo Plán oblasti povodí Ohře a dolního Labe je dále uvažováno s revitalizací bývalé pískovny u VD Lovosice a jejím částečným propojením s Labem.

ČESKÉ KOPISTY (ř. km 795,688)

VD České Kopisty bylo také v minulosti vybudováno bez RP. V současné době je zahájena stavba MVE soukromé firmy Dolnolabské elektrárny s.r.o. Součástí stavby je technický RP štěrbinového typu umístěný u pravého břehu. Navrhovaný průtok RP je 500 l/s. Stavba MVE a RP má být dokončena v roce 2012. Mimo Plán oblasti povodí Ohře a dolního Labe je dále v této lokalitě uvažováno s doplňkovým RP technického typu na levém břehu.

V rámci Plánu oblasti povodí Ohře a dolního Labe jsou pro zlepšení morfologického stavu koryta v této zdrži navrženy tři revitalizační akce. Jde o obnovu bývalých písčitých trdlišť u Křešic a Třeboutic, která byla při povodni 2002 překryta bahnitým sedimentem, a dále revitalizaci příbřežní zóny u Vědomic a Černěvsí. V této lokalitě však došlo k významné redukci navrhovaných morfologických opatření vzhledem k výskytu vzácných a chráněných druhů živočichů zvláště zástupců rodů *Coleoptera* a *Carabidae*.

ROUDNICE NAD LABEM (ř. km 809,729)

VD Roudnice nad Labem má vybudovaný RP komůrkového typu, který je situován v levobřežním pilíři jezu v délce 36 m. Ichtyologickými průzkumy je hodnocen jako selektivní zvláště pro jeho strmost a umístění v proudové tišině. U pravého břehu je vorová propust s průtočnou kapacitou 20 m³/s, která má umělou slalomovou dráhu s členitou trasou. Vorová propust je ichtyologickým průzkumem hodnocena jako selektivně průchozí pro větší druhy ryb. V rámci Plánu oblasti povodí Ohře a dolního Labe je navrženo opatření na zprůchodnění migrační překážky – RP. Ten je navržen jako technický štěrbinového typu se zalamanou trasou u levého břehu.

V rámci Plánu oblasti povodí Ohře a dolního Labe je, pro zlepšení morfologického stavu koryta v jezové zdrži, připraveno revitalizační opatření k obnově biotopu významného jako trdliště především pro podoustve a parmy. Tato lokalita byla při povodni v roce 2002 překryta bahnitým sedimentem.

ŠTĚTÍ (ř. km 818,938)

VD Štětí má stávající RP komůrkového typu u pravého břehu mezi vorovou propustí a jezem. Je hodnocen jako nefunkční z důvodu nevhodného umístění v proudové tišině mimo migrační trasu. V současné době je vydáno stavební povolení pro soukromou firmu Energia o.p.s. ke stavbě MVE a RP, který je navržen technický šterbinového typu. Stavba je situována k pravému břehu.

V rámci Plánu oblasti povodí Ohře a dolního Labe jsou pro zlepšení morfologického stavu koryta v této zdrži navržena dvě revitalizační opatření. Jde o revitalizaci příbřežní zóny přímo ve Štětí, která by měla obnovit akvatické prostředí u pravého břehu, a revitalizaci prostor u koncentračních hrází poblíž obce Počeplice.

DOLNÍ BEŘKOVICE (ř. km 830,576)

VD Dolní Beřkovice má vybudovaný RP komůrkového typu, který je umístěn v dělicím pilíři mezi pravým jezovým polem a vorovou propustí. Délka rybího přechodu je 23 m. Je hodnocen jako nefunkční z důvodu nevhodného umístění v proudové tišině mimo migrační trasu a zároveň pro přílišnou strmost. V této lokalitě je plánovaná akce soukromé firmy Mercator s.r.o. na výstavbu MVE a RP. Ten je navržen jako balvanitá rampa ve vorové propusti s umístěním u pravého břehu. Stavební povolení je vydáno do roku 2012. Komise pro rybí přechody doporučuje vybudovat další RP šterbinového typu v této lokalitě na levém břehu.

OBŘÍSTVÍ (ř. km 843,504)

VD Obříství má vybudovaný RP komůrkového typu, který je umístěn na levém břehu u dělicí zdi MVE, která je ve vlastnictví ČEZ – obnovitelné zdroje s.r.o. Tento RP je hodnocen jako selektivní z důvodu velkého sklonu a nevhodně umístěného horního výstupu. V Plánu oblasti povodí Horního a středního Labe je navrženo opatření na zprůchodnění migrační překážky, které uvažuje s různými variantami řešení. Na levém břehu je navržen technický typ šterbinový a na pravém břehu typ kanálový (bypass).

LOBKOVICE (ř. km 850,306)

VD Lobkovice má vybudovaný RP komůrkového typu, který je umístěn mezi levým jezovým polem a elektrárnou. Ichtyologické průzkumy jej hodnotí jako nefunkční pro přílišnou strmost a umístění v proudové tišině. Návrh nového RP kanálového typu je součástí záměru rekonstrukce MVE soukromé firmy Kasper s.r.o. Alternativně je navržen technický šterbinový RP u budovy MVE.

KOSTELEC NAD LABEM (ř. km 857,430)

VD Kostelec nad Labem má vybudovaný RP komůrkového typu u pravého jezového pilíře a v levé dělicí zdi plavební komory na pravém břehu. Je hodnocen jako selektivní z důvodu strmosti a umístění v proudové tišině mimo migrační trasu. V Plánu oblasti povodí Horního a středního Labe je navržen RP kanálového typu na levém břehu u stávající MVE. Uvažuje se o úpravě stávajícího RP na šterbinový.

BRANDÝS NAD LABEM (ř. km 865,205)

VD Brandýs nad Labem má stávající RP situován v sousedství pilíře u levého jezového pole. RP je komůrkového typu a ichtyologickými průzkumy je hodnocen jako zcela nefunkční z důvodu přílišné strmosti a umístění mimo migrační trasu v proudové tišině. V Plánu oblasti povodí Horního a středního Labe je navržen nový

RP kanálového typu na pravém břehu v prostoru stávající MVE a úprava stávajícího RP na štěrbinový.

Zajištění průchodnosti vodních děl pro ryby je jedním ze zásadních opatření ke zlepšení ekologického stavu vodních útvarů. Opatření, která vedou ke zprůchodnění říční sítě pro migrující druhy, umožní rybám a dalším obratlovcům volný pohyb v rámci povodí. V souladu s tím však musí dojít k obnově reprodukčních ploch a prostředí, kde je umožněn vznik a vývoj juvenilních stádií. Náprava v této oblasti je významná a má prokazatelný ekologický efekt, jako je umožnění návratu původních druhů labských ryb, zajištění genetické výměny mezi dosud izolovanými populacemi ryb, stabilizace početnosti úhořů, zlepšení celkové biodiverzity, a tím i zajištění požadované stabilizace říčních ekosystémů.

Studie proveditelnosti zprůchodnění migračních překážek na vodních tocích v povodí Vltavy

*RNDr. Milan Hladík, PhD.¹, Ing. Jan Cihlář¹, Ing. Kateřina Hánová¹,
Ing. Robin Hála¹, Ing. Martin Tomek¹, Mgr. Jiří Vait²*

Organizace:

¹Vodohospodářský rozvoj a výstavba, a.s.

²Povodí Vltavy, státní podnik

Feasibility study of solving fish migration through migration barriers in the Vltava river-basin

The morphological modifications of rivers and mainly migration barriers were designated as the main important pressure on the good ecological status in all waters in the Czech Republic.

The extensive building of fish passes is limited by several aspects, namely by lack of space in the surrounding of migration barriers, by construction of individual migration barriers and by conflicts with users of the water, mainly with owners of water power plants. Since 2007, Povodí Vltavy, státní podnik, has been testing at Sázava River the usage of the “bristle fish passage”, an innovative technology developed by Dr. R. Hassinger from University Kassel, Germany. “Bristle fish pass” was applied into different canoe or gravel passage already existing in the construction of weir at four subsequent weirs. Fish migration through these four fish passages was successfully tested in spring 2010.

Povodí Vltavy, státní podnik, organises a feasibility study focused on a proposal of solution of fish migration for every migration barrier in five stretches of important rivers with accent to the usage of “bristle fish passages”. Contractor of the study is VRV a.s. in cooperation with VÚV T. G. M, v.v.i. and Envisystém s.r.o. Structure of this study, approach to main problems and partial results will be presented on the examples from the Berounka River.

Mezi nejzávažnějšími faktory, které negativně ovlivňují ekologický stav vod v České republice, patří nevhodné změny v morfologii koryt vodních toků a zejména migrační bariéry, které brání volnému pohybu vodních živočichů. V rámci České republiky byla Ministerstvem životního prostředí zpracována Koncepce zprůchodnění říční sítě ČR, která v mezinárodním oblasti povodí Labe navazuje na aktivity Mezinárodní komise pro ochranu Labe (MKOL). Hlavním cílem je zprůchodnění vhodných úseků vodních toků pro anadromní a katadromní

druhy ryb, jako jsou losos atlantský a úhoř říční. Současně byly stanoveny cíle pro zprůchodnění vodních toků významných z hlediska ochrany druhů a stanovišť v rámci soustavy NATURA 2000.

V návaznosti na tuto koncepci a jako důležitý krok pro naplnění cílů stanovených v rámci plánů oblastí povodí a v národních plánech mezinárodních oblastí povodí je vhodné pro jednotlivé vodní toky vypracovat studie proveditelnosti, které vyhodnotí stav jednotlivých migračních překážek a navrhnou řešení jejich zprůchodnění, včetně ekonomického posouzení a časového aspektu. Na tyto studie proveditelnosti by pak měly navazovat konkrétní projekty pro jednotlivé migrační překážky.

Příprava, výstavba a následný provoz rybích přechodů se setkávají s mnoha komplikacemi. Mezi nejzávažnějšími jsou nedostatek prostoru a zástavba v okolí migračních překážek, technické řešení migračních překážek omezující možnost výstavby vhodného rybiho přechodu a problémy se zajištěním dostatečného průtoku ve vazbě na platná povolení k nakládání s povrchovými vodami, zejména k využití jejich energetického potenciálu. Přípravu mohou komplikovat majetkové případně restituční spory.

Technologií, která může omezit tyto komplikace a tím urychlit a usnadnit výstavbu rybích přechodů, je tzv. „kartáčový rybí přechod“ vyvinutý Dr. R. Hassingerem z University Kassel v Německu. Použití této technologie ve stávajících propustech na jezích je testováno na čtyřech jezích na řece Sázavě. V letech 2007 – 2009 byly postaveny čtyři kartáčové rybí přechody dvou typů (ve sportovní a šterkové propusti), investorem výstavby byl státní podnik Povodí Vltavy. Na jaře roku 2010 byl proveden rozsáhlý monitoring jejich funkčnosti pod vedením Výzkumného ústavu vodohospodářského T.G.Masaryka, v.v.i.

Technologie umístění kartáčových rybích přechodů do stávajících sportovních nebo i jiných propustí (při jejich vhodné poloze a parametrech) umožňuje elegantní a časově a finančně méně náročné zprůchodnění migračních bariér pro vodní živočichy.

Některé vodní toky jsou významné nejen z hlediska migrací vodních živočichů, ale i z hlediska rekreace a vodáckého sportu. Kartáčové rybí přechody je možné instalovat do stávajících vorových nebo sportovních propustí při zachování jejich původní funkce. Kartáčové rybí přechody tak představují řešení, které zlepšuje migrační prostupnost pro vodní živočichy a zároveň zlepšuje i podmínky pro pohyb vodáků tím, že zvyšují bezpečnost stávajících propustí.



Obr. 1: Jez Černé Budy – pohled na RP a detail konstrukce (Weir Černe Budy, fish pass and detail of construction)



Obr. 2: Jez Kavalier, umístění štěrkové propusti uprostřed jezu a detail konstrukce RP (Weir Černé Budy, location of fish pass and detail of construction)

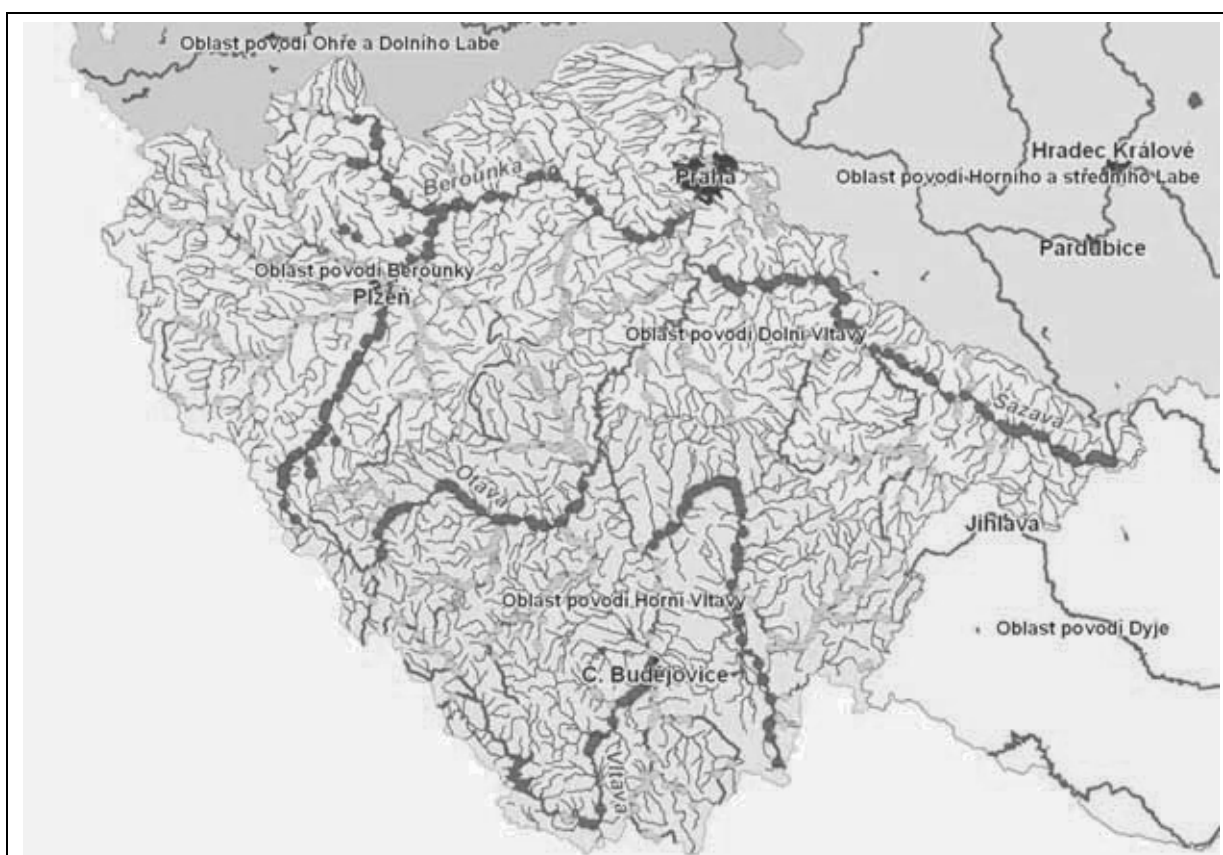
S ohledem na tyto skutečnosti, Povodí Vltavy, státní podnik v roce 2009 vyhlásil výběrové řízení na zpracování Studie proveditelnosti zprůchodnění příčných překážek na vybraných vodních tocích v povodí Vltavy, jehož vítězem se stala VRV, a.s. Vodní toky, pro které bude studie zpracována, byly vybrány na základě schválené Koncepce zprůchodnění říční sítě ČR a atraktivity pro vodácký sport. Cílem studie je navrhnout způsob a postup zprůchodnění příčných překážek na tocích pro vodní živočichy a zároveň vyhodnocení možností jejich překonání pro vodáky s důrazem na použití kartáčových rybích přechodů na těchto úsecích vodních toků:

1. Berounka od soutoku Mže a Radbuzy po ústí do Vltavy a na jejích přítocích – Úhlava od VN Nýrsko po ústí do Radbuzy, Radbuza od ústí Úhlavy po soutok se Mží, Třemošná po ústí do Berounky a Střela od VN Žlutice po ústí do Berounky
2. Vltava od hráze VN Lipno 1 po Jiráskův jez v Českých Budějovicích (včetně jezu)
3. Otava od Sušice po ústí do VN Orlík
4. Lužnice od Suchdolu nad Lužnicí po VN Orlík
5. Sázava od Zruče nad Sázavou po VN Vrané.

Studie pro jednotlivé vodní toky bude vypracována v těchto bodech:

- A. Zajištění a analýza podkladů, návrh katalogu příčných překážek
- B. Sestavení katalogu příčných překážek a získání dostupných informací k jednotlivým migračním překážkám
- C. Vyhodnocení příčných překážek z hlediska vhodnosti k instalaci kartáčových rybích přechodů
- D. Návrh vhodného technického řešení pro ostatní příčné překážky
- E. Navržení splavnění jezů pro vodáky
- F. Ekonomické zhodnocení a projednání
- G. Posouzení vlivu na ekologický stav (ekologický potenciál) příslušného vodního útvaru
- H. Návrh vhodného časového postupu při řešení migrační prostupnosti jednotlivých toků

Na studii se z hlediska migrací ryb a technického řešení rybích přechodů expertně podílí Výzkumný ústav vodohospodářský T.G.Masaryka, v.v.i a Envisystém s.r.o., otázky splavnění jezů pro vodáky jsou konzultovány s Regio Písek,o.p.s. Podrobný přístup k řešení projektu v rámci jednotlivých bodů a získané výsledky budou prezentovány na vybraných příkladech na tocích v povodí Berounky.



Obr. 3: Mapa migračních překážek řešených v rámci studie (Map of weirs evaluated during study)

Rybí společenstvo jako indikátor degradace toku

**Jurajda, P.¹, Janáč, M.¹, Ondračková, M.¹, Adámek, Z.¹, Valová, Z.¹
Streck G.², Machala, M.³ Wenger, M.⁴, Segner H.⁴**

¹ Institute of Vertebrate Biology, Academy of Sciences CR, Brno, Czech Republic

² Department Effect-Directed Analysis, Helmholtz Centre for Environmental Research – UFZ, Leipzig, Germany

³ Veterinary Research Institute, Brno, Czech Republic

⁴ Centre for Fish and Wildlife Health, University of Bern, Switzerland

Fish community as an indicator of river degradation

The evaluation of fish communities is an important component of the ecological status assessment in aquatic habitats. The Bílina River is strongly influenced by multiple anthropogenic stressors such as chemical pollution, canalization, regulation etc. Sixteen sites were sampled in 2006 and 2007 to assess the fish community structure. Condition and immunological response of a model species (chub, *Leuciscus cephalus*) were compared between sites with different level of river degradation. Parallel chemical, toxicological and geomorphologic surveys were performed. Twenty one species were documented in the fish assemblage with roach (*Rutilus rutilus*), perch (*Perca fluviatilis*), chub and gudgeon (*Gobio gobio*) being the most common. The lowland reservoir changed the structure of fish community from salmonid to cyprinid type. Point source pollution affected water quality including complete fish absence due to the oxygen deficit. A sustainable fish community was documented only in the lowermost site; paradoxically with the highest level of PAH contamination. In the case of suitable oxygen conditions, geomorphological habitat degradation of the river was the main determinant for fish abundance and density. Fish community proved to be an appropriate and rapid bioindicator of general ecological status. However, to indicate chemical organic compounds, it is necessary to use specific individual parameters.

Úvod

Rybí společenstvo je důležitou součástí hodnocení ekologického stavu vodního prostředí dle Rámcové směrnice o vodách. Přestože během posledních desetiletí došlo v České republice k výraznému zlepšení kvality vody v tocích, stále zůstávají, a to i v povodí Labe, některá kritická místa. Právě levostranný přítok Labe, řeka Bílina je významně ovlivněna více antropogenními vlivy současně (průmyslové a komunální znečištění, zatrubnění, kanalizace a regulace toku). Řeka Bílina se stala jednou z případových studií v rámci mezinárodního projektu 6. Rámcového programu EU.

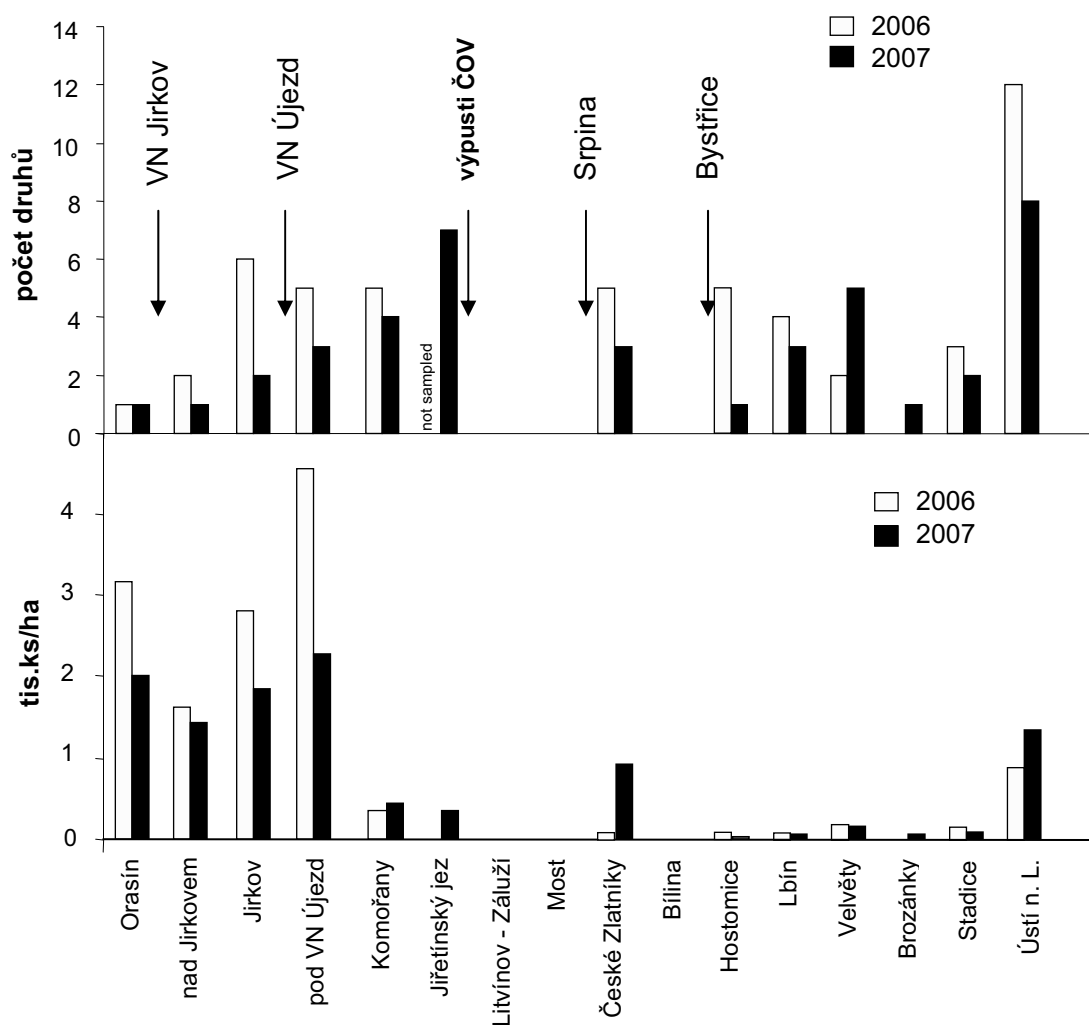
Materiál a metodika

Šestnáct lokalit v podélném profilu řeky Bíliny bylo vzorkováno v červnu 2006 a 2007 s cílem získat informace o charakteru rybích společenstev (druhová pestrost, početnost, velikostní složení populací) a u modelového druhu jelce tlouště též o individuálním kondičním, imunologickém a zdravotním stavu. Současně byl proveden hydrobiologický, chemický, toxikologický a geomorfologický průzkum na odlovovaných lokalitách (Jurajda a kol. 2010, Wenger a kol. 2010).

Výsledky

Rybí společenstva Bíliny se během dvou sledovaných let zásadně nezměnila a velmi dobře korespondovala s antropogenními vlivy. V hlavním toku Bíliny bylo potvrzeno celkem dvacet jedna druhů ryb, přičemž plotice obecná (*Rutilus rutilus*), okoun říční (*Perca fluviatilis*), jelec tloušť (*Leuciscus cephalus*) a hrouzek obecný (*Gobio gobio*) patřili k dominantním druhům.

Na podhorských lokalitách nad i pod vodárenskou vodní nádrží Jirkov byl zjištěn především výskyt pstruha obecného potočního (*Samo trutta m. fario*) o poměrně vysoké hustotě a ojedinělý výskyt mřenky mramorované (*Barbatula barbatula*). Tento úsek odpovídá nenarušenému úseku pstruhového pásma a ani přítomnost vodárenské nádrže Jirkov charakter rybiho společenstva významně neovlivnila.



Obr. 1. Počet druhů (nahore) a početnost (dole) rybiho společenstva v podélném profilu řeky Bíliny v letech 2006 a 2007.

Naopak nížinná VN Újezd významně změnila strukturu rybiho společenstva ze pstruhového na společenstvo plotice obecné, cejna velkého (*Abramis brama*) a okouna říčního s velmi vysokou hustotou ryb. Pod zatrubněným úsekem v Komořanech byla již hustota ryb významně nižší s převahou plotice a okouna. Je otázkou, zda tyto ryby mohou pocházet z výše položeného úseku (zatrubnění, MVE) nebo pocházejí pouze z níže položeného úseku a přilehlé nádrže Jiřetín II ležící na dolním toku Loupnice.

Na lokalitě pod Jiřetínským jezem bylo zjištěno sedm druhů ryb. Jedná se o zajímavé společenstvo žijící na omezeném úseku řeky, nahoře limitovaném jezem a dole výpustěmi odpadní vody z ČOV Litvínov – Záluží vytvářejícími chemickou bariéru deficitem kyslíku ve vodě. Vyšší druhová pestrost je dána přítomností nádrže na Loupnici (Jiřetín II) a jejích přítoků s poměrně bohatým rybím společenstvem (Jiřetínský potok). Ve vzorku byl zjištěn i na čistotu vody poměrně náročný candát obecný (*Sander lucioperca*) či hrouzek obecný.

Od sledovaného úseku Litvínov - Záluží, kde byl zjištěn výrazný pokles rozpuštěného kyslíku ve vodě a zvýšený obsah solí, se stabilní říční rybí společenstvo směrem po proudu nevyskytuje. Pouze jednotlivé kusy několika druhů ryb byly zjištěny v Bílině u ústí rybnatých přítoků, např. Srpiny a Bystřice (Obr. 1). Je poněkud překvapující, že ani na níže položených lokalitách v Brozánkách či Stadicích nebylo zjištěno stabilní, druhově typické společenstvo ryb, přestože kvalita vody by život rybiho společenstva umožňovala. Pestré společenstvo ryb s převahou typických říčních druhů jako je jelec tloušť, parma obecná (*Barbus barbus*) a hrouzek obecný bylo zjištěno až na nejniže položené lokalitě nad ústím do Labe, tj. paradoxně na lokalitě s nejvyššími hodnotami kontaminace vody a sedimentu polycyklickými aromatickými uhlovodíky (Obr. 2). Zvýšená kontaminace u modelového druhu byla zjištěna i použitím biomarkerů expozice (indukce EROD aktivity a Cyp1A mRNA v hepatopankreatu) a imunologickými ukazateli. Nicméně populace ryb na této lokalitě mohou být průběžně dotovány migranty z přilehlého úseku Labe.

Závěr

Rybí společenstvo v podélném profilu je významně ovlivněno antropogenní činností a jeho stav je dobrý nebo uspokojivý pouze v horní a dolní části toku. Ukázalo se, že v případě dostatečné kvality vody (v případě Bíliny dostatek rozpuštěného kyslíku), je právě kanalizace toku hlavní příčinou absence či pomalé rekolonizace rybami, a to i bez zjevných vlivů chemického znečištění (především PAH), které v podélném profilu stoupalo. Naopak intenzita parazitace ryb v podélném profilu toku klesala. Celkový zdravotní stav (imunologická odezva) se v podélném profilu u modelového druhu významně neměnil (Obr. 2). Ryby zůstávají v dolním širším a mělčím úseku s lepší potravní nabídkou a výše položené hlubší kanalizované úseky s vysokou rychlostí proudu kolonizují velmi slabě. Díky tomu, že na vlastním toku Bíliny je jen minimum jezů a první nepřekonatelná bariéra od Labe je až v Chánově, je možné v případě zlepšení kvality vody a revitalizace toku v budoucnu očekávat migrace ryb proti proudu a osídlování i středního úseku toku.

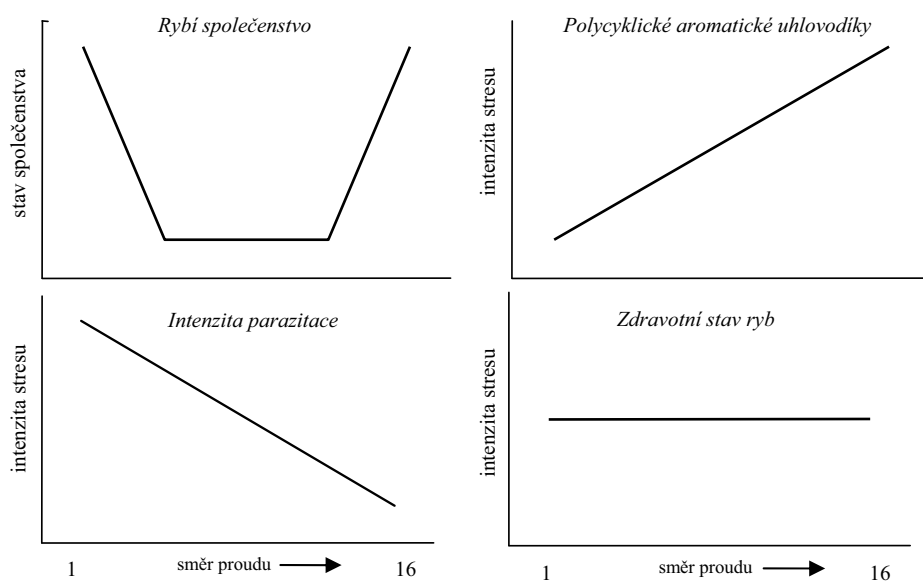
V příkladové studii na Bílině se ryby na úrovni společenstva projeví jako dobrý a rychlý indikátor celkového ekologického stavu toku, avšak pro indikaci chemických látek v řece je nutné hodnotit specifické parametry na úrovni jedince.

Poděkování

Práce byla finančně podpořena projektem 6. RP EU "MODELKEY" (511237 (GOCE)) a projektem MŠMT ČR (LC522). Autoři děkují za spolupráci pracovníkům Povodí Ohře s.p. (L. Vondrák, E. Janeček), Krajského úřadu Ústeckého kraje (T. Krydlová) a Severočeského územního svazu ČRS (T. Kava, M. Urych). Za pomoc v terénu děkujeme M. Urychovi, J. Humlovi, M. Duškové, J. Bednářové, L. Polačikové, M. Pečínkové a J. Sychrovi.

Použitá literatura

- Jurajda, P., Adámek, Z., Janáč, M., Valová, Z. (2010): Longitudinal patterns in fish and macrozoobenthos assemblages reflect degradation of water quality and physical habitat in the Bílina river basin. *Czech Journal of Animal Science* 55: 123-136.
- Wenger, M., Ondračková, M., Machala, M., Neča, J., Hyršl, P., Šimková, A., Jurajda, P., von der Ohe, P., Segner, H. (2010): Assessing relationships between chemical exposure, parasite infection, fish health, and fish ecological status: A case study using chub (*Leuciscus cephalus*) in the Bílina River, Czech Republic. *Environmental Toxicology and Chemistry* 29: 453-466.



Obr. 2. Schematické porovnání stavu rybiho společenstva se stresory prostředí v podélném profilu řeky Bíliny.

Nízké průtoky na malých a středních tocích z pohledu hodnocení ekologického stavu toků prostřednictvím biologických složek

Jan Špaček a Pavel Hájek

Povodí Labe, státní podnik; Odbor vodohospodářských laboratoří, Hradec Králové

Minimum flows on small and middle - size streams in focus of assessment of ecological status by biological elements.

In recent years we have been ever more often encountering problems with minimum flows. This primarily happens on small and middle - size streams and depends on current hydrological conditions. This natural phenomena strongly affects biological elements status in the streams. It depends on chemical, ecological and hydromorphological impacts and level of damage of biological elements and level of reconstruction. It is necessary to take into account the effect of minimum flows during assesment of ecological status.

Úvod

V posledních letech se v rámci monitoringu povrchových vod stále častěji setkáváme s problémem nízkých nebo nulových průtoků. Tento jev je patrný zejména na malých a středních tocích. Tyto situace jsou v přírodě běžné a závisí na aktuální hydrologické situaci. Výrazným způsobem však ovlivňuje stav biologických společenstev v tocích. Záleží na celém souboru chemických, ekologických, hydromorfologických vlivů a době trvání, do jaké míry budou společenstva poškozena a jakým způsobem bude probíhat jejich rekonstrukce. Problém nízkých nebo nulových průtoků je třeba zohlednit při hodnocení ekologického stavu toků. V následujícím textu se pokusíme uvést problémy, které tyto jevy s sebou přinášejí a na základě vlastních zkušeností nastínit, jakým způsobem je při práci na monitoringu povrchových vod zohlednit.

Obecné vlivy nízkých a nulových průtoků na biotu toků

Základní regulační mechanismy se shodují s mechanismy, které fungují v periodických tocích. Záleží na tom, zda jde o nulový nebo nízký průtok. A především jak dlouhá je doba sníženého průtoku. V případě jednodenního nulového průtoku je například pro rekonstrukci společenstva třeba tři až čtyř týdnů. Při období sucha trvajícím čtyři týdny dochází k úplné likvidaci bentického společenstva. K obnově je třeba minimálně šesti týdnů (KUBÍČEK, 1988; KUBÍČEK, 1991, LELLÁK & KUBÍČEK, 1991). Tyto údaje se týkají toků v přírodním stavu. Další významnou okolností je období, ve kterém k problému došlo. Limitujícím faktorem je i celkový stav toku. Jde-li o tok antropicky ovlivněný a jakým způsobem (chemicky, hydromorfologicky, apod.)

K hlavním negativním vlivům na organismy patří:

- změny základních fyzikálně-chemických parametrů prostředí
- objektivní zmenšení životního prostoru a počtu mikrohabitátů
- zvýšená koncentrace živin a dalších znečišťujících látek
- zvýšená sedimentace unášených látek
- únik organismů z ovlivněného úseku (odplutí, drift, přesun do hyporeálu)

- přímý úhyn organismů
- zvýšený predační tlak suchozemských organismů na vodní společenstva
- intenzivnější rozvoj parazitů a snadnější přenos chorob

Změny základních fyzikálně-chemických parametrů prostředí a objektivní zmenšení životního prostoru a počtu mikrohabitátů

Jde většinou o zvýšení teploty, pH a vodivosti. O změnu kyslíkového režimu. Obvykle snížení množství rozpuštěného kyslíku ve vodě a nasycení kyslíkem. Vliv má i snížení rychlosti proudění. Dochází k objektivnímu zmenšení prostoru zaplaveného vodou. A postupně jsou oddělovány tůně od vlastního toku.

Zvýšená koncentrace živin a dalších znečišťujících látek

Koncentrace živin se zvyšuje díky menšímu naředění a také vzhledem k úhynu organismů v toku ovlivněném nízkým průtokem. To samozřejmě dále ovlivňuje chemismus toku. Vzhledem k přítomnosti rozkládající se organické hmoty a probíhajícím redukčním procesům může docházet k vysrážení kovů. Zejména železa a manganu. Sraženiny mohou mechanicky znepřístupňovat mikrohabitáty pro organismy a může dojít i k vysrážení kovů přímo na organismech.

U dalších znečišťujících látek dochází ke zvýšení koncentrace. Může být tedy snáze dosaženo hodnot přímo letálních pro organismy, nebo může být vliv jednotlivých stresorů kumulován.

Zvýšená sedimentace unášených látek

Při zpomalení proudu dochází ke zvýšené sedimentaci. Tím se opět mechanicky znepřístupňují mikrohabitáty. A zvyšuje se ukládání živin i dalších látek.

Přímý úhyn organismů

Velká část organismů pod vlivem nepříznivých fyzikálních i chemickým podmínek hyne. Jako první hynou řasové nárosty a makrofyta. Potom měkké typy živočichů jepice (*Ephemeroptera*), pošvatky (*Plecoptera*), bezschránkaté druhy chrostíků (*Hydropsychidae*, *Polycentropodidae*), muchničky (*Simuliidae*) a pakomáři (*Chironomidae*). Dále pak druhy neschopné proniknout do hyporeálu plži (*Gastropoda*), korýši (*Isopoda*, *Amphipoda*).

Únik organismů z ovlivněného úseku (odplutí, drift, přesun do hyporeálu)

Organismy obvykle reagují s určitým předstihem. Dochází k únikovým reakcím. Odplutím po proudu u ryb, odletem imag hmyzu, driftem nebo přesunem do tůní a hyporeálu u bentosu.

Při pokračujícím ústupu vody reagují doposud živé permanentní organismy urychlenou tvorbou diaspor. Příkladem může být tvorba statoblastů u mechovek (*Bryozoa*), gemulí u houbovců (*Porifera*) nebo vaječných kokonů u kroužkovců (*Annelida*). Krátkodobou aestivací u mlžů (*Bivalvia*). Temporární organismy reagují obvykle zakuklením a urychleným dokončením vývoje např. některé druhy chrostíků (*Trichoptera*).

Řasy reagují urychlenou tvorbou diaspor.

Zvýšený predační tlak suchozemských organismů na dostupnější vodní společenstva

Do vyschlého koryta toku nastává invaze suchozemských predátorů a saprofágů, využívajících snadnou dostupnost uhynulých a hynoucích vodních druhů.

Z bezobratlých jsou to zejména pavouci, mravenci, draví brouci a saprofágní mouchy (LELLÁK & KUBÍČEK, 1991). Z obratlovců jde o řadu druhů ptáků. Často i druhů, které se jinak vodními organismy neživí. Je zde lepší dostupnost potravy pro vodní predátory např. vydra, ondatru a norka.

Intenzivnější rozvoj parazitů a snadnější přenos chorob

K tomuto jevu vytváří předpoklady kumulace organismů v tůních. Dobře je to patrné na příkladu raka říčního (*Astacus astacus*). Při malých průtocích se populace raka shromažďuje v tůních a dochází ke snadnějšímu přenosu parazitů rodu *Branchiobdella*, račího moru (*Aphanomyces actaci*), ale i dalších (ŠTAMBERKOVÁ ET AL., 2009)

Význam hydromorfologického stavu toku

Již desítky let převládá při úpravách ekonomické a v poslední době často i politické hledisko. Hlavní záminkou pro úpravy toků je ochrana před povodněmi. Toky jsou obvykle napřimovány a opevňovány pevnými materiály s vidinou dostatečné kapacity koryta pro velké průtoky. Dlouholeté zkušenosti naše i zahraniční ukazují na minimální funkčnost těchto úprav v případě, že nerespektují ekologické vztahy v toku a v krajině (OGLESBY & AL., 1972, HELAWELL, 1986, DOSTÁL, 2008, VRÁNA ED., 2004). Z hlediska biologických složek dochází hlavně k drastické devastaci společenstev vodních i pobřežních. Díky této devastaci není možné dosáhnout dobrého ekologického stavu požadovaného Rámcovou směrnicí o vodách. Přístup k hydromorfologickým úpravám toků je často zásadní překážkou k nápravě.

Příkladem pro fungování a schopnost rekonstrukce společenstva benthických organismů může být porovnání tří malých toků, které jsme v rámci monitoringu povrchových vod sledovali. Jejich hlavním rozdílem je míra hydromorfologických úprav. Jde o sledování z roku 2008 podzimní odběr, 2009 jarní odběr a 2009 podzimní odběr. Jarní odběr z roku 2009 byl pořízen za nulových průtoků. Podzimní odběry byly pořízeny za normálních průtoků. Na regeneraci společenstva bylo tedy přibližně půl roku. Výhodou bylo, že v období podzim 2008 až podzim 2009 nedošlo k žádným extrémním průtokům ani na jednom z toků. Paběnický potok je bez jakýchkoliv hydromorfologických úprav břehů i dna. Převažuje skalnaté a balvanité podloží, které je v přírodních podmínkách poměrně málo osídlené a charakterem by se mohlo blížit tvrdému opevnění používanému při úpravách toků. Okolním porostem je bukový les a břehové porosty jsou přirozeného charakteru. Brložský potok je upraven polovegetačními tvárnici umožňujícími alespoň částečnou komunikaci toku s okolním prostředím. Břehový porost tvoří linie olší s dalším podrostem. Břehová vegetace je neupravená. Jásenná je tok zcela vydlážděný betonovými panely, vylučujícími jakoukoliv komunikaci toku s prostředím. Tok protéká intravilánem.

Počty druhů v jednotlivých odběrech ukazuje tabulka č.1. K rekonstrukci společenstva bentosu došlo u Paběnického potoka z 84,8%, u Brložského potoka z 50% a u Jásenné z 33,3%. Nejde o dlouhodobou studii s dostatečným statistickým souborem. Nicméně i daný výsledek poukazuje na míru ovlivnění hydromorfologickými úpravami.

Tabulka č.1

Datum odběru	Počet druhů		
	Paběnický p.	Brložský p.	Jásenná
podzim 2008 (normální průtok)	33	26	18
jaro 2009 (nulový průtok)	7	0	0
podzim 2009 (normální průtok)	28	13	6

Závěr

Významnou překážkou k dosažení dobrého ekologického stavu toků podle Rámcové směrnice o vodách je hydromorfologický stav našich toků. Tento stav má drastický dopad na biotu zejména v období malých a nulových průtoků. Jako opatření pro nápravu tohoto stavu by měli být využity revitalizace. Ovšem revitalizace, které obnoví vzájemné fungování vodního a terestrického ekosystému. Tedy především odstranění pevných opevnění dna a břehů pro obnovu hyporeálu a vytvoření větší škály mikrohabitatů. Dále zmírnit napřímení koryt a přehnanou péči o břehové porosty. Naprosto nežádoucí jsou „revitalizace“, kdy dochází pouze k odtěžení již osídlených sedimentů z dlážděných nebo betonových koryt.

Pokud jsou odběry biologických složek pro hodnocení ekologického stavu prováděny v období malých nebo nulových průtoků, je třeba dle našeho názoru, vyloučit tyto případy z hodnocení a odběry provést opětovně po spolehlivé rekonstrukci spojení. To obvykle znamená až v následujícím roce. Dále je nutné zhodnotit hydromorfologický stav toku. Tam, kde je přerušena komunikace toku s hyporeálem, nemůže být dosaženo dobrého ekologického stavu.

Literatura

- Dostál T., 2008: Zásady revitalizace drobných vodotečí. ČVUT. Praha, pp. 22.
- Helawell J.M., 1986: Biological indicators of freshwater pollutions and environmental management. London, New York, Elsevier Appl. Sci. Publ., pp. 546.
- Kubiček F., 1988: Vliv nulových průtoků na biocenózu toku. *Studia oecologica* 1: 27 – 36.
- Kubiček F., 1991: Problematika minimálních průtoků ve vztahu k biotě a zejména k makrozoobentosu tekoucích vod. Sborník 5. determinačního kurzu PřF MU v Brně, Helešic J. (ed.), 26 – 31.
- Lellák J., Kubiček F., 1991: *Hydrobiologie*. Univerzita Karlova. Praha, pp. 257.
- Oglesby T.R. et al., 1972: *River ecology and man*. New York and London, AP, pp. 465.
- Štamberková M., Svobodová J., Kozubíková E., 2009: *Raci v České republice*. AOPK ČR. Praha, PP. 255.
- Vrána K. (ed.), 2004: *Revitalizace malých vodních toků – součást péče o krajinu*. Consult. Praha, pp. 60.

Problematika živin a sinic v nádrži Skalka – výsledky mezinárodního projektu

Ing. Vlastimil Zahrádka

Povodí Ohře, státní podnik, Bezručova 4219, Chomutov

PROBLEMS CONCERNING NUTRIENTS AND BLUE-GREEN ALGAE IN THE SKALKA RESERVOIR – RESULTS OF AN INTERNATIONAL PROJECT

Since its establishment in 1962-1965 the Skalka Reservoir has been significantly burdened with a mass development of blue-green algae. This state is due to eutrophication of the reservoir. This is caused by pollution from both the Bavarian and Bohemian part of the reservoir's catchment area. In the 1970s, the situation was handled through the application of copper with no respect for the environment. A study was prepared in previous years, seeking the causes for this state with the aim of outlining possible solutions. A whole complex of possible measures was put forward. Thereafter, the possibilities of implementation and efficiency of the individual measures were examined as part of an international project last year. Sources of pollution on both sides of the border were mapped; feasibility studies on an upstream impoundment and the separation of bathing zones were prepared; mesocosm experiments directly in the reservoir and experiments in defined areas in the reservoir with a great number of preparations for the elimination of blue-green algae were conducted. This has resulted in a detailed material, which provides an estimation of the efficiency of the individual measures and feasibility thereof in practice.

Historie výskytu sinic ve VN Skalka

Vodní dílo Skalka bylo vybudováno v letech 1962 až 1964 na řece Ohři v ř.km 242,410. Hlavním účelem vodního díla Skalka je nadlepšování průtoků v řece Ohři. Dalším hlavním účelem vodního díla je částečná ochrana území pod profilem hráze před povodněmi. Vedlejšími účely vodního díla Skalka jsou výroba elektrické energie, rekreace včetně provozování vodních sportů, likvidace následků případného havarijního zhoršení jakosti vody v toku Ohře a zajištění podmínek pro rybochovné hospodaření na nádrži.

Vodní nádrž (VN) Skalka má plochu povodí 672,52 km², přitom asi 90,4 % (tj. cca 608,14 km²) se nachází na území Spolkové republiky Německo. Hlavní přítoky do nádrže jsou řeka Ohře a řeka Reslava. Řeka Ohře má po soutok s Reslavou plochu povodí 323,8 km², řeka Reslava po ústí cca 314 km². Zbytek povodí je odvodňován drobnými přítoky nádrže na českém území. Povodí na české straně má rozlohu 64,38 km².

Výstavba vodního díla Skalka na řece Ohři byla dokončena v prosinci 1964. Již po napuštění nádrže došlo ke vzniku podmínek, které velmi výrazně podporovaly rozvoj vodního květu sinic. Relativně mělkou prohřátou nádrž zatěžovalo vysoké znečištění z obou hlavních přítoků Ohře a Reslavy. Ideální teplotní podmínky pro rozvoj sinic navíc byly podpořeny vypouštěním oteplených chladících vod z německé tepelné elektrárny v Arzbergu. Všechny tyto okolnosti přispěly k tomu, že došlo k rozvoji vodního květu sinic již v prvních letech po naplnění nádrže Skalka. Proto bylo již v roce 1969 u nádrže Skalka přistoupeno k algicidním zásahům modrou skalicí, a to bez ohledu na zatížení životního prostředí toxickou mědí. Tyto zásahy byly pak každoročně opakovány minimálně do roku 1974. Algicidní zásahy však měly vždy jen krátkodobou účinnost. V 80. letech minulého století bylo od algicidních zásahů ustoupeno. V 90. letech byla nádrž už jen ojediněle využívána ke koupání vzhledem ke zhoršujícímu se stavu rozvoje vodního květu sinic, který zasahoval vodní sloupec v celém profilu. Neblahý vliv to mělo i na vodní tok pod hrází, který byl tímto vodním květem zasažen. V této době začali obyvatelé města čím dále více poukazovat i na tzv. „zelenou“ a mnohdy i páchnoucí řeku. Na nátlak veřejného mínění pocítovala samospráva Města Chebu potřebu řešit tuto situaci obdobně jako v 70. letech pomocí algicidního zásahu skalicí modrou. Vzhledem k možnému negativnímu vlivu na vodní

ekosystém s tímto způsobem nesouhlasil státní podnik Povodí Ohře a zásah nebyl povolen.

Studie potlačení masového rozvoje sinic v nádrži Skalka

V roce 2003 začal správce toku Povodí Ohře, státní podnik a Krajský úřad Karlovarského kraje, odbor životního prostředí společně s Městem Cheb hledat východisko z tohoto problému. Byla zahájena jednání s Centrem pro cyanobakterie a jejich toxiny, Brno. Výsledkem byla „Studie potlačení masového rozvoje sinic v nádrži Skalka“, zpracovaná v roce 2006 Doc. Ing. Blahoslavem Maršálkem, CSc. a kolektivem.

Tato studie navrhla soubor opatření vedoucích k potlačení masového rozvoje sinic:

Tabulka vybraných metod pro potlačení rozvoje sinic v nádrži Skalka

Metoda	Výhody	Nevýhody
Pasportizace zdrojů živin v povodí	Zjistí aktuální stav a kvantifikaci zdrojů	Precizní provedení je časově náročné
Technologický mokřad s přednádrží	Na pozemku ve správě Povodí, možnost ovlivnění přítoku	Vysoké provozní náklady, nutnost uložení sedimentů
Separace rekreační zóny	Lehčí ovlivnění kvality vody v menším objemu	Řeší pouze část nádrže
Snížení hladiny vody v nádrži trvale o cca 1-3 m, tvorba kultivační zóny	Vytvoří území ve správě správce nádrže, zmenší zatopenou plochu, umožní rozliv vysokých průtoků	Provozní náklady – aktivní kultivace a sklizeň rostlin
Algiproprealgicid	Biodegradovatelný	Neúplné reference pro přímé aplikace, cena
Modifikované huminové látky	Přírodní, selektivní proti sinicím	Neúplné reference pro přímé aplikace
Koagulanty	Zkušenost z Máchova jezera i ze zahraničí	Neselektivní, krátkodobé řešení
Oxidace inokula sinic v sedimentu	Poškození sinic v sedimentech, dlouhodobý efekt	Náročná aplikace
Informace veřejnosti – snížení zatížení živinami z okolí nádrže	Neinvestiční a „dobře viditelné“ opatření	Těžko definovatelná efektivnost

Po této definici potřebných opatření bylo nutno zjistit jejich realizovatelnost.

Nejjednodušší se jeví realizace posledního opatření. Informace veřejnosti s cílem vyvolat pocit odpovědnosti za „svou“ nádrž je v případě Skalky omezena malým podílem povodí na české straně hranice.

V rámci činnosti správce nádrže bylo posouzeno opatření „Snížení hladiny vody v nádrži trvale o cca 1-3 m a tvorba kultivační zóny“. Bylo konstatováno, že toto opatření je v přímém rozporu s hlavními i vedlejšími účely vodního díla Skalka. Nutně by rovněž došlo k výraznému omezení rekreačních možností (koupání), kvůli kterému je hlavně opatření činěno. Proto bylo všemi třemi zúčastněnými stranami rozhodnuto toto opatření dále nesledovat.

Pro možnosti vybudování technologického mokřadu s přednádrží a separace koupacích zón bylo rozhodnuto zpracovat studii proveditelnosti. Rovněž pasportizace zdrojů znečištění je studijním materiálem, který vyžadoval delší dobu zpracování. Situaci navíc komplikovala nutnost zapojení bavorské strany, neboť hlavní zdroje znečištění leží v Bavorsku. Pro posouzení jednotlivých (uvedených i neuvedených) metod likvidace sinic v nádrži navrhl Doc. Ing. Blahoslav Maršálek, CSc. realizaci tzv. mezokosmových pokusů, při kterých by se přímo v podmínkách nádrže zjistila účinnost a ekologická nezávadnost různých přípravků a zjistil se nejefektivnější způsob případné realizace tohoto opatření. I příprava těchto pokusů je časově, organizačně i legislativně náročná.

Mezinárodní projekt „Problematika živin a sinic v nádrži Skalka“

Komplikace v podobě nutnosti zajištění pasportizace zdrojů znečištění rovněž na bavorské straně nakonec přispěla k řešení i ostatních problémů se zajištěním studií a mezokosmových pokusů. Po jednáních s německou stranou bylo totiž přistoupeno k začlenění celé problematiky do jednoho přeshraničního projektu „Problematika živin a sinic v nádrži Skalka“ financovaného z programu evropské územní spolupráce Cíl 3 Česko – Bavorsko. V rámci tohoto projektu byly v letech 2008 a 2009 zadány a uskutečněny všechny potřebné studie, pasporty i pokusy včetně návrhů opatření.

Pasportizace zdrojů znečištění

V rámci projektu bylo provedeno bilancování fosforu (P) a dusíku (N) v bavorském dílčím povodí vodní nádrže Skalka a navržena opatření v bavorské části povodí, zaměřená hlavně na plošné zdroje.

Inventarizace zdrojů na české straně byla vzhledem k blízkosti nádrže i k malé ploše povodí výrazněji zaměřena na jednotlivé i menší bodové zdroje znečištění.

Výsledkem jsou seznamy všech bodových zdrojů znečištění včetně jejich zaměření, způsob současné praxe a návrhy na nejhodnější likvidaci odpadních vod. Obdobně u plošných zdrojů znečištění vznikl přehled všech malých vodních nádrží (rybníků) v povodí včetně uvedení jejich vlastníků a přehled všech zemědělsky hospodařících subjektů a ploch (parcelní čísla), na kterých hospodaří. Mezi nejdůležitější návrhy opatření u bodových zdrojů patří návrh na připojení nejbližšího okolí nádrže na kanalizační síť města Cheb.

Studie proveditelnosti technologického mokřadu a separace koupacích zón

Další významnou částí celého projektu byla studie proveditelnosti technologického mokřadu a separace rekreační zóny. Zhodnocením jednotlivých problémových okruhů byla konstatována řada důležitých závěrů:

VN Skalka je velmi průtočná nádrž s krátkou dobou zdržení vody a s velkou fluktuací hladiny. Nejvýznamnějším zdrojem fosforu je přítok, tedy Ohře. Dominantním zdrojem fosforu v povodí Ohře jsou bodové zdroje na území Německa, což znamená, že maximální koncentrace fosforu v řece jsou nacházeny pravidelně v létě. Trend snižování koncentrací fosforu v Ohři způsobený zlepšeným nakládáním s odpadními vodami už se zastavil a bez dalších investic do této sféry nebude dále pokračovat. Koncentrace fosforu v nádrži Skalka je poměrně těsně závislá na jeho přísunu z povodí. Tento přísun je tak velký (12-24 t ročně, tj. 4,1-8,2 g.m⁻².rok⁻¹), že rozvoj fytoplanktonu v nádrži není fosforem limitován. K vnitřnímu zatížení nádrže Skalka fosforem (uvolňováním ze sedimentu) nedochází ani v suchých letech, čemuž odpovídá také poměrně vysoká retenční kapacita nádrže pro fosfor v průběhu vegetační sezóny (cca 50 %). Hodnocení úživnosti VN Skalka s využitím Vollenweiderova diagramu jednoznačně ukazuje tuto nádrž jako silně eutrofní, jejíž stav lze zlepšit pouze razantním omezením přísunu fosforu, a to zejména v létě. Zřetelné zlepšení je možné očekávat teprve při snížení zatížení nádrže fosforem zhruba na polovinu, tedy snížení koncentrace fosforu v přítékající vodě na cca 0,040 mg.l⁻¹. Toho lze dosáhnout jedině zvýšením účinnosti odstraňování fosforu z odpadních vod, a to zpřísněním limitu pro fosfor u největších ČOV na 0,5 mg.l⁻¹, u menších alespoň na 1 mg.l⁻¹, neboť tyto ČOV produkují ročně cca 15 t P (rok 2001). Zároveň se nedoporučuje snižování přísunu dusíku (NO₃-N) do VN Skalka.

Technologický mokřad není možné vytvořit přehrazením horní části nádrže pro nepříznivou morfologii, ovšem lze vytvořit běžný typ tzv. předzdrže. U navržených variant předzdrží je z pohledu zachycování P neúčinnější největší z nádrží, přičemž lze očekávat v průměru zhruba 10-15 % účinnost s tím, že za zvýšených průtoků vody může být tato účinnost i negativní. Právě zvýšené průtoky jsou zásadním rizikem pro kvalitu vody ve VN Skalka. Z důvodu nízké účinnosti a nefunkčnosti za zvýšených průtoků je vybudování předzdrže pro VN Skalka nepřínosné. Zajímavé jsou rovněž závěry části studie zabývající se separací rekreačních zón. Vytvořením koupacích zón oddělených z vlastní nádrže Skalka po jejím obvodu je možné zajistit dobrou jakost vody ke koupání. Bylo navrženo celkem 7 takových zón, které se liší svou velikostí, a tedy také způsobem provozu.

Na základě zhodnocení celé problematiky studie doporučuje:

- Pokusit se jednáním s německou stranou dosáhnout dalšího snížení emisí fosforu z ČOV na německém území. Technologicky je tato možnost dobře řešitelná.
- Nerealizovat technologický mokřad ani předzdrž v horní partii VN Skalka pro jejich nestabilní a nízkou účinnost.
- Nesnažit se omezovat emise dusíku v povodí, protože nedostatek dusíku v letním období může způsobit tzv. vnitřní zatížení nádrže fosforem, tedy zhoršení situace.
- Oddělené koupací zóny je nutné zvážit zejména pro jejich finanční náročnost.
- Kriticky vnímat možnosti, jak zlepšit kvalitu vody přímo v nádrži, protože naděje na jejich úspěšnost při akceptovatelných nákladech je velmi malá.

Mezokosmové pokusy

Metody pro potlačení masového rozvoje sinic byly testovány ve třech nezávislých experimentech. První experiment probíhal v mezokosmech v období červen – červenec 2009 a druhý experiment v době od srpna do září 2009. Třetí nezávislý experiment probíhal na tzv. volných plochách – neohrazených a od okolní vody neoddělených místech VN Skalka. Všechny metody byly hodnoceny a porovnávány s kontrolními (referenčními) variantami, které nebyly ošetřeny žádným přípravkem a nacházely se v těsné blízkosti ošetřených míst.

V experimentálních mezokosmech byly testovány následující přípravky a metody:

- 1) DonauPAC Venezia (vysoce bazický polyaluminium chlorid) - Donauchem-Urseta s.r.o.
- 2) Aquaclean (biologický přípravek s obsahem nepatogenních mikroorganismů, inertním nosičem a podpůrnými látkami) - G-servis Praha spol. s. r.o.
- 3) PAX 18, Síran hlinitý - Kemwater ProChemie s.r.o.
- 4) Čistič bio jezírek (bakterie a enzymy, doplněné o cukr) - PROXIM s.r.o.
- 5) Ječná sláma - Jaroslav Růžička - EnviKv

Na volných plochách byly testovány následující metody:

- 1) Aquaclean (biologický přípravek s obsahem nepatogenních mikroorganismů, inertním nosičem a podpůrnými látkami) - G-servis Praha spol. s. r.o.
- 2) Čistič bio jezírek (Bakterie a enzymy, doplněné o cukr) - PROXIM s.r.o.
- 3) Ječná sláma - Jaroslav Růžička - EnviKv

Původně byly k pokusům přihlášeny i další přípravky firem Aplikace O₃ s.r.o. (provzdušňovací technologie), Bioxid, s.r.o. (elektrokoagulační reaktor), Envisan – GEM, a.s. (G⁺ bakterie rodu Bacillus) a Ventura – Venkov s.r.o. (směs probiotik a enzymů na nosiči). V okamžiku, kdy projekt mezokosmových pokusů získal reálné obrysy a začalo být zřejmé, že je pečlivě připraveno objektivní dávkování, vzorkování i vyhodnocení pokusů, tyto firmy testování svých metod z nejrůznějších „příčin“ odvolaly. Svým přístupem způsobily koordinátorovi projektu velké potíže, neboť již byly připraveny vhodné plochy i klece pro mezokosmové pokusy a bylo nutno hledat náhradní řešení.

Jako nejúčinnější algicidní prostředek proti sinicím byl hodnocen hliník aplikovaný firmou KemwaterProchemie s.r.o. Příznivý účinek byl však dosažen i vzhledem k vysoké použité koncentraci přípravku. Proto došlo i k příliš razantnímu snížení pH, které by při celoplošné aplikaci mohlo vést k negativnímu ovlivnění ekosystému (např. úhyn vodních obratlovců). Hliník aplikovaný firmou Donauchem-Urseta, s.r.o. zřejmě vzhledem k mnohem nižší použité koncentraci neměl potřebnou účinnost. Vzhledem k přítomnosti mědi v přípravku Aquaclean nemá smysl jej hodnotit jako biologický přípravek. Přípravek firmy Proxim je zajímavý, proti sinicím byl funkční v druhém mezokosmovém experimentu, tedy v době sinic, přestože v prvním experimentu výsledky naznačovaly stimulaci růstu sinic. Pozitivně lze hodnotit i malý, přesto významný úbytek inokula sinic v sedimentu. Ječná sláma se při zvoleném způsobu aplikace ukázala jako neefektivní proti rozvinutému květu sinic v nádrži Skalka.

Závěry projektu

Celkové hodnocení celého projektu vyhotovil kolektiv autorů ze Sdružení Flos-Aquae, v čele s Doc. Ing. Blahoslavem Maršálkem, CSc. Jsou zde uvedena některá doporučení pro další rozpracování části výsledků. Je upozorněno na rozpor mezi výsledky české a bavorské pasportizace zdrojů fosforu, je doporučeno svolat na prodiskutování technologického mokřadu workshop. V závěrech je konstatováno, že díky řešení tohoto projektu vznikl unikátní materiál, v rozsahu cca 300 stran textu a velké množství příloh a podkladových materiálů, které budou velmi hodnotné pro případný projekt obnovy nádrže Skalka.

Bedarf und Möglichkeiten zur Reduktion der Einträge und Frachten im Elbe Einzugsgebiet

M. Venohr, D. Opitz and S. Natho

Leibniz-Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries, Berlin, Germany

Pressures and measures to reduce nutrient emissions and loads in the Elbe catchment

Nutrient emissions from the catchment to the surface waters of river Elbe have changed significantly from 1980ies to 2005 and steadily decrease since the 1990ies. Despite of this positive development the River Basin Community Elbe (FGG Elbe) has determined an additional need for a reduction of the load at Seemanshöft by 24 % in order to fulfil the requirements of the EU Water Framework Directive. This reduction is thought to be achieved in three subsequent management periods until 2023. The implementation of the planned management objectives by the FGG Elbe have been considered in the nutrient emission model MONERIS. The results suggest that the identified reduction needs of the FGG Elbe can be achieved by the planned management objectives. The modelled precipitation and run-off change in the climate scenarios until 2025, however, may strongly interfere the aimed reduction of emissions. For the coastal areas an increase of precipitation can be expected, whereas for the remaining part of the Elbe basin a more or less strong decrease in precipitation is assumed. Decreasing precipitation in general result in lower nutrient emissions likewise decreasing run off cause an increase in in-stream nutrient retention. Consequently drier conditions will cause a reduction in the resulting loads, though an increase in the nutrient concentrations in surface waters are a probable consequence. This effect becomes even stronger when considering the monthly variability of nutrient fluxes. From an ecological perspective especially low run off and increased nutrient concentrations could cause critical conditions during summer months.

Einleitung

Die Belastung der Elbe mit Nährstoffeinträgen aus dem Einzugsgebiet hat sich von 1983 bis 2005 deutlich verändert und nimmt seit den 90er Jahre kontinuierlich ab. Trotz dieser positiven Entwicklung wurde für die Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie von der FGG Elbe ein weiterer Reduktionsbedarf der Frachten bei Seemanshöft um 24 % ermittelt. Dieser soll schrittweise in drei Bewirtschaftungszeiträumen bis 2023 erfüllt werden. Die Umsetzung der von der FGG Elbe vorgesehenen Maßnahmen wurden in das Modell MONERIS übertragen. Darüber hinaus wurden mögliche Effekte des globalen Wandels (Klima-, Landnutzungs- und Bevölkerungsänderung) in den Berechnungen berücksichtigt und ausgewertet.

Methodik

Zur Ermittlung der Nährstoffeinträge und der Frachten im Einzugsgebiet der Elbe wurde das Nährstoffeintragsmodell MONERIS (Modelling Nutrient Emissions in River Systems) angewendet (Behrendt et al. 2000, Venohr et al. 2009). MONERIS berechnet jährliche und monatliche Stickstoff- und Phosphoreinträge, die gewässerinterne Retention und die Frachten in den Gewässern. Die Modellierung basiert auf Analysegebieten (AUs) und berücksichtigt die Eintragspfade atmosphärische Deposition auf Wasserflächen (AD), Erosion (ER), Abschwemmung (AS), Grundwasser (GW), drainierte Flächen (DR) und versiegelte urbane Flächen (US) sowie kommunale Kläranlagen und industrielle Direkteinleiter (KA). Die modellierten Einträge berücksichtigen alle landseitigen Transformations- und Retentionsprozesse. Die anschließende Modellierung der gewässerinternen Retention wird für Haupt- und Nebengewässer und für größere Seen und Reservoirs separat durchgeführt.

Eingangsdaten

Für die Anwendung von MONERIS werden Informationen zur Landnutzung, deren Intensität, Informationen zu den Einwohnern und deren Anschlusssituation an ein Kanalisationsnetz bzw. Kläranlagen sowie Daten zu atmosphärischer Deposition, Niederschlag und den Abflüssen auf Analysegebietsebene benötigt. Eine grundlegende Darstellung der verwendeten Eingangsdaten findet sich in Venohr et al. (2008). Abweichend zu dem dort beschriebenen Kläranlageninventar wurde für diese Berechnungen ein erweitertes Kläranlageninventar verwendet, welches Kläranlagen mit mehr als 2000 Einwohnergleichwerten enthält. Der Anteil der dränierten landwirtschaftlichen Fläche wurde nach Behrendt et al. (2000) auf Basis der Boden-Standorttypen-Verteilung abgeschätzt. Zur Beschreibung von Szenarien des Globalen Wandels wurden Bevölkerungs- und landnutzungsänderungen sowie die Änderung des Stickstoffüberschusses auf landwirtschaftlichen Nutzflächen in den Entwicklungsrahmen A1⁰ und B2⁺ berücksichtigt. Der Einfluss der Bevölkerungsänderung auf Kläranlageneinleitungen oder hinsichtlich veränderter Anschlussgrade an die Kanalisation wurde hier jedoch nicht berücksichtigt.

Zur Erfassung der klimabedingten Änderungen wurde der Mittelwert aus den 100 Realisationen der Niederschläge und des Abflusses der Jahre 2010 und 2050 verwendet. Obwohl sich die Entwicklungsrahmen auf das Jahr 2020 und die Klimaszenarien auf das Jahr 2050 beziehen, werden sie hier als gemeinsame Szenarien A1⁰ und B2⁺ dargestellt. Als Bezugsgröße zur Bewertung der Änderungen wurden die auf Basis der modellierten Niederschläge und Abflüsse für das Jahr 2010 modellierten Ergebnisse herangezogen.

Zusätzlich wurden fünf Maßnahmen zur Minderung der Nährstoffeinträge angenommen und deren Effekt sowohl im Einzelnen als auch in Kombination berechnet. Die Berücksichtigten Maßnahmen sind: Reduktion des Bodenabtrag, Reduktion der atmosphärischen Deposition, Ausbau des Mischkanalisations-Speichervolumens auf 23,3 m³ pro ha angeschlossene Fläche (MKÜ) und die Umsetzung der Abwasserverordnung (KKA) sowie der Düngeverordnung (NÜBER).

Ergebnisse

Im Einzugsgebiet der Elbe bis zur Messstelle Zollenspiekern wurden für das Jahr 2010 Stickstoffeinträge von 157 kt/a und eine Stickstofffracht von 101 kt/a berechnet. Die Gesamteinträge werden durch die Eintragspfade Grundwasser (42 %), Drainagen (26 %) und kommunale Kläranlagen (16 %) dominiert. Die mittleren spezifischen Stickstoffeinträge in die Elbe liegen für das Jahr 2010 bei 11 kg/ha/a und schwanken zwischen 2 kg/ha/a und 21 kg/ha/a (5 % und 95 %-Quantil aller AUs). Für das Jahr 2010 wurden Phosphoreinträge von 7,5 kt/a berechnet. Unter Berücksichtigung der gewässerinternen Retention ergibt sich für Zollenspiekern eine Phosphorfracht von 3,4 kt/a. Die Gesamteinträge werden durch die Eintragspfade urbane Systeme (35 %), kommunale Kläranlagen (29 %) und Erosion (16 %) dominiert. Einträge über das Grundwasser tragen mit 12 % zu den Gesamteinträgen bei. Die verbleibenden Pfade sind für die Gesamtelbe von geringerer Bedeutung. Die mittleren spezifischen Phosphoreinträge in der Elbe liegen für das Jahr 2010 bei 51 t/km²/a. Die spezifischen Einträge schwanken zwischen 8 t/km²/a und 117 t/km²/a (5 % und 95 %-Quantil aller AUs).

Das Elbeeinzugsgebiet lässt sich in einen trockenen Teil mit relativ geringen Einträgen (Mittlere Elbe, Havel und untere Saale) sowie einen feuchteren oberen Teil mit erhöhten Einträgen insbesondere in den tschechischen Elbniederungen gliedern. Stärker als bei Stickstoff lassen sich erhöhte Einträge in der Nähe von Ballungsräumen feststellen, die auf Kläranlageneinleitungen zurückzuführen sind.

Die berücksichtigten Entwicklungsrahmen bewirken nur eine geringe Änderung der Gesamteinträge (Tab. 1). Hinsichtlich der Eintragspfade ergeben sich für Stickstoff die stärksten Änderungen für Abschwemmung (A1⁰: -29 %, B2⁺: -29 %) und Grundwasser (A1⁰: -24 %, B2⁺: -25 %). Für Drainagen wurde eine leichte Zunahme (A1⁰: +8 %, B2⁺: +1 %) der Stickstoffeinträge berechnet. Die stärksten Änderungen der Phosphoreinträge ergeben sich für die Pfade Grundwasser (A1⁰: -35 %, B2⁺: -35 %) und Abschwemmung (A1⁰: -33 %, B2⁺: -33 %).

Tab. 1: Änderung der Einträge, Frachten und Konzentrationen für die Entwicklungsrahmen für das Jahr 2050 im Vergleich zu den Werten von 2010.

	Einträge		Frachten		Konzentrationen	
	TN kt/a	TP kt/a	TN kt/a	TP kt/a	TN mg/l	TP mg/l
2010	157	7,5	101	3,4	4,4	0,15
Änderung 2050 zu 2010 in %						
A1 ⁰	-10	-8	-18	-22	15	9
B2 ⁺	-12	-9	-20	-23	12	8
Klima bedingt	-9	-7	-18	-22	15	9
Änderung 2010 mit Maßnahme zu 2010 ohne Maßnahme in %						
Bodenabtrag	-1	-10	-1	-10	-1	-8
NÜBER	-1	0	-1	0	-1	0
Atmosphärische Deposition	-7	0	-7	0	-6	0
KKA	-2	-6	-2	-6	-3	-8
MKÜ	0	-2	0	-2	-1	-3
Gesamt	-12	-18	-12	-18	-12	-20
Änderung 2050 mit Maßnahme zu 2010 ohne Maßnahme in %						
Szenarien + Klima + A1 ⁰	-21	-25	-28,2	-37,3	0	-12
Szenarien + Klima + B2 ⁺	-23	-26	-30,2	-38,0	-2	-13

Während die Effekte der unterschiedlichen Entwicklungsrahmen für die gesamte Elbe relativ gering sind, ergeben sich erhebliche räumliche Unterschiede. Eine deutliche Abnahme der Einträge wurde für die mittlere Elbe, die Havel und die Schwarzen Elster berechnet. In weiten Teilen der oberen Elbe, den Mittelgebirgen aber auch den küstennahen Gebieten ergab sich ein indifferentes Bild mit kleinräumig variierenden Änderungen der Einträge. In den tschechischen Elbniederungen ergeben sich für einzelne AUs deutliche Zunahmen der Einträge.

Elbweit kommt es zu einer Abnahme der Niederschläge und Abflüsse um 10 % und 29 %. Dies wirkt sich in einer Abnahme der gesamten Einträge um 9 % (TN) bzw. 7 % (TP) aus. Geringere Abflüsse haben jedoch einen Anstieg der gewässerinternen Retention und somit eine verstärkte Abnahmen der Frachten zur Folge (Tab. 1).

Aus Sicht des Meeresschutzes ist dies positiv zu bewerten, für die limnischen Systeme kann es allerdings wegen der geringeren Verdünnung zu höheren Nährstoffkonzentrationen kommen. Für die Elbe bei Zollenspiekern wurde ein Anstieg der Konzentrationen um 15 % (TN) und 9 % (TP) ermittelt.

Die Änderung der Niederschläge ist in der Elbe jedoch nicht gleichverteilt. So wurden die stärksten Abnahmen im Bereich der mittleren Elbe, Havel und Schwarzen Elster ermittelt, wohingegen es in den küstennahen Gebieten und in den Mittelgebirgen auch zu einem Anstieg der Niederschläge kommen kann. Sowohl für Stickstoff als auch für Phosphor wurde somit ein klimabedingter Anstieg der Einträge in den küstennahen Bereichen und in den Mittelgebirgen des Oberlaufes berechnet.

Die berücksichtigten Maßnahmen zur Reduktion der Einträge wirken sich unterschiedlich stark auf die einzelnen Eintragspfade aus. Somit ergab sich auch keine Maßnahme mit einem für Stickstoff und Phosphor gleichermaßen hohen Reduktionspotential. In Kombination ergibt sich für die Maßnahmen in etwa die gleiche Eintragsreduktion wie durch den Klimawandel oder durch die Entwicklungsrahmen. Da für die Maßnahmen keinerlei Beeinflussung der Hydrologie angesetzt wurde verändern sich die Frachten analog zu den Einträgen.

Trennt man den Effekt der klima- und entwicklungsrahmenbedingten Änderungen (Abb. 2) ergeben sich deutlich unterschiedliche Bedingungen im Elbeeinzugsgebiet. Dabei kommt es insgesamt zu einer klimabedingten Abnahme der Einträge, während die entwicklungsrahmenbedingten Änderungen in einzelnen AUs auch zu einer Zunahme der Einträge führen.

Die oben erwähnte Zunahme der Einträge über Drainagen kommt maßgeblich durch die veränderten Stickstoffüberschüsse zustande. Betrachtet man diese im Detail, lässt sich nur für die tschechischen (A1⁰: +22 %, B2⁺: +15 %) und polnischen (A1⁰: +31 %, B2⁺: +26 %) Analysegebiete ein Anstieg der Einträge über Drainagen feststellen, während in den deutschen Gebieten Abnahmen um bis zu - 15 % (A1⁰) und - 24 % (B2⁺) ermittelt wurden. Die kürzeren Grundwasseraufenthaltszeiten in den polnisch-tschechischen Gebieten (< ~50 a) führen dazu, dass die hohen Stickstoffüberschüsse der 1970er und 1980er Jahre bis 2020 kaum noch relevant sind und die Einträge über das Grundwasser abnehmen. Im unteren Teil der Elbe sind die Grundwasseraufenthaltszeiten deutlich länger (~40 – 350 a) und die hohen Überschüsse länger relevant.

Für Stickstoff wurde die Änderung des Bilanzüberschusses auf landwirtschaftlichen Nutzflächen in den Entwicklungsrahmen abgebildet. Für Phosphor wurde keine analoge Änderung berücksichtigt. Während überschüssiger Stickstoff zum Großteil über Sickerwasser und Oberflächenabfluss ausgewaschen wird, kommt es bei Phosphor zu einer Anreicherung im Boden. Diese Phosphorakkumulation ist in weiten Teilen der Elbe so hoch, dass nur eine langjährige und dauerhafte Reduktion der Phosphorüberschüsse einen signifikanten Einfluss auf die Einträge hätte und für diese Berechnungen nicht abgebildet werden konnte. In den Gebieten mit den deutlichsten Abnahmen der Einträge zeigt sich, dass diese in der Regel durch klimabedingte Eintragsreduktionen verursacht werden.

Betrachtet man den Gesamteffekt der entwicklungsrahmen-, klima- und szenarienbedingten Eintragsänderungen, ergibt sich für Stickstoff und Phosphor eine Gesamtreduktion zwischen 20 % und 25 %. Die Konzentrationen blieben im Vergleich zu 2010 für Stickstoff nahezu unverändert und würden für Phosphor 12-13 % abnehmen.

Zusammenfassung

Es zeigt sich, dass die Ziele FGG-Elbe durch die Umsetzung der Maßnahmen und unter Berücksichtigung der Szenarien sowie Entwicklungsrahmen weitestgehend erreicht werden können. Die durch die Klimaszenarien berechneten Niederschlags- und Abflussänderungen bis 2050 können die angestrebte Eintragsreduktion jedoch deutlich überlagern. Während für die küstennahen Gebiete und die Mittelgebirge eine Erhöhung der Niederschläge angenommen wird, ist für die verbleibenden Gebiete von einer mehr oder weniger starken Abnahme des Niederschlags auszugehen. Somit wird unter trockeneren Bedingungen auch einer Abnahme der Frachten berechnet. Die Modellergebnisse zeigen jedoch für viele Gebiete ebenfalls einen Anstieg der Konzentrationen in den Gewässern. Dieser Effekt verdeutlicht sich zusätzlich bei der monatlichen Betrachtung der Einträge und Frachten. Aus ökologischer Perspektive könnten sich so insbesondere für die Sommermonate bei geringen Abflüssen und erhöhten Konzentrationen kritische Situationen ergeben.

Literatur

- Behrendt, H., Huber, P., Kornmilch, M., Opitz, D., Schmoll, O., Scholz, G. & Uebe R. (2000): Nutrient emissions into river basins of Germany. UBA-Texte 23/00. 266 S.
- Venohr, M., Behrendt, H., Hirt, U., Hofmann, J., Opitz, D., Scherer, U., Fuchs, S., Wander, R.(2008): Modellierung von Einträgen, Retention und Frachten in Flusssystemen mit MONERIS; Teil II: Datengrundlage und Methodik. In: Fuchs, S., Fach, S., Hahn, H. (Hrsg.): Stoffströme in Flussgebieten – Von der Bilanzierung zur Bewirtschaftung. Verlag Siedlungswasserwirtschaft Karlsruhe, Karlsruhe, S. 35–64.
- Venohr, M., Hirt, U., Hofmann, J., Opitz, D., Gericke, A., Wetzig, A., Ortelbach, K., Natho, S., Neumann, F., Hürdler, J. (2009): Handbuch MONERIS, Berlin, 122 S. <http://moneris.igb-berlin.de>

Anthropogenic modification and hydromorphological survey of streams. Case study of the Bílina River basin.

Milada Matoušková¹, Martin Dvořák², Jan Kyselka¹,

Organisation: ¹ Charles University in Prague, Faculty of Science, Department of Physical Geography and Geoecology, ² Severočeská vodárenská společnost, a.s.

Abstract

This contribution deals with the human influence onto the river network and its negative consequences in strongly transformed areas. The river network course changed fundamentally in northwest Bohemia in the 20th century. Its character was significantly transformed by human activities particularly by coal mining which worsened considerably the ecohydromorphological condition of rivers. Within European Water Framework Directive (EC, 2000) and sustainable use of water sources, it is necessary to assess the current condition and seek solutions for the improvement of the ecological status of strongly modified water bodies. This research, done in the Bílina water basin, evaluates the habitat quality of the main river using the ecomorphological monitoring method EcoRivHab (Matoušková, 2003, 2007), LAWA Overview Survey method (Kern et al., 2002) and HEM (Langhammer, 2007, 2008). Contribution of the study is also comparative analysis of applied methods and obtained results. Furthermore, the most significant anthropogenic modifications in the landscape of the Bílina water basin were mentioned as well as the historical shortening of the length of the main stream of the Bílina.

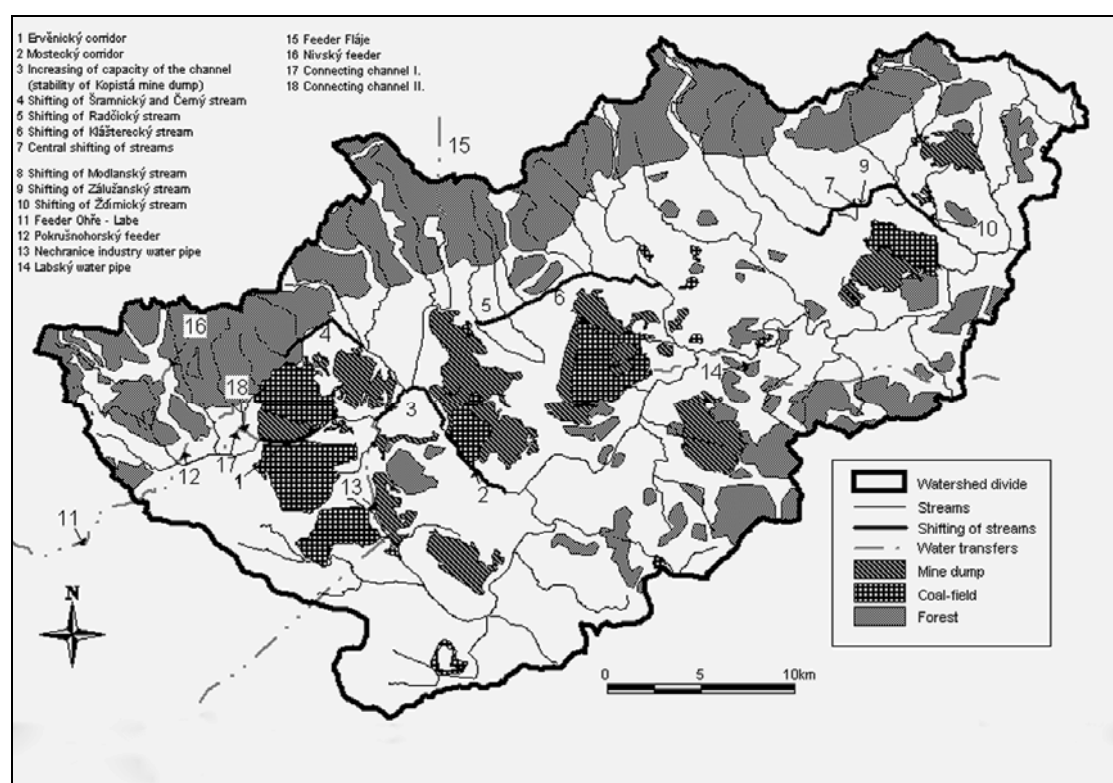
Klíčová slova: habitat, ekohydrologie, hydromorfologie, Bílina, EN 14614

Cílem komplexního ekohydrologického průzkumu je hodnocení míry antropogenního ovlivnění a využití výstupů v podobě udržitelného rozvoje vodních zdrojů a vhodných revitalizačních opatření. Základem pro hodnocení kvality vodních toků je tzv. ekologický statut, který je definován na základě hydromorfologických, hydrochemických a hydrobiologických parametrů. CEN EU formuloval návod pro hodnocení morfologických poměrů koryta, příbřežní zóny a údolní nivy a vytvořil směrnici pro hodnocení hydromorfologických parametrů vodních toků (EN 14614, 2004).

Základním zdrojem dat byl vlastní terénní průzkum. Stěžejními mapovými podklady byly Základní topografická mapa ČR 1:25 000, Základní vodohospodářská mapa 1:50 000, Digitální model terénu DMÚ 1:25 000 a Topografické mapy reambulované 1:25 000. Z výsledků terénního průzkumu a mapových podkladů byla vytvořena geodatabáze a GIS vrstva, které posloužily jako základ pro veškeré analýzy a mapy.

Zájmovým územím ekohydromorfologického průzkumu je povodí Bíliny. Bílina je významným tokem severozápadních Čech a ústí zleva do Labe v Ústí nad Labem. Pramení v Krušných horách na jihovýchodních svazích Kamenné hůrky ve výšce 785 m n. m. (Vlček, 1984). Celková rozloha povodí Bíliny je 1070,9 km². Předmětem zájmu pro hodnocení antropogenní modifikace a ekohydromorfologického stavu byl hlavní tok Bíliny od pramene po ústí.

Povrchová těžba uhlí v povodí Bíliny způsobuje značný zásah do celé krajiny (viz Obr. 1). Krajina není dotčena jen vlastními lomy, ale i výsypkami. V severočeské hnědouhelné pánvi (SHP) bylo přeloženo více než 80 km toků a bylo vybudováno přes 40 km otevřených přivaděčů (Patočka, Macura, 1989). V souvislosti s budováním významných vodohospodářských děl (např. Ervěnický koridor, Mostecký koridor) došlo v horizontu 80 let ke zkrácení hlavního toku Bíliny o 3,9 %. K největším délkovým a polohovým změnám koryta došlo v oblasti mezi Jirkovem a Mostem. Tok Bíliny byl zkrácen při vtoku na Ervěnický koridor. K následnému prodloužení toku mezi výtokovým objektem na Ervěnickém koridoru a Mosteckým koridorem došlo z důvodu vzniku Kopistské výsypky, kterou v dnešní době tok obtéká z levé strany.



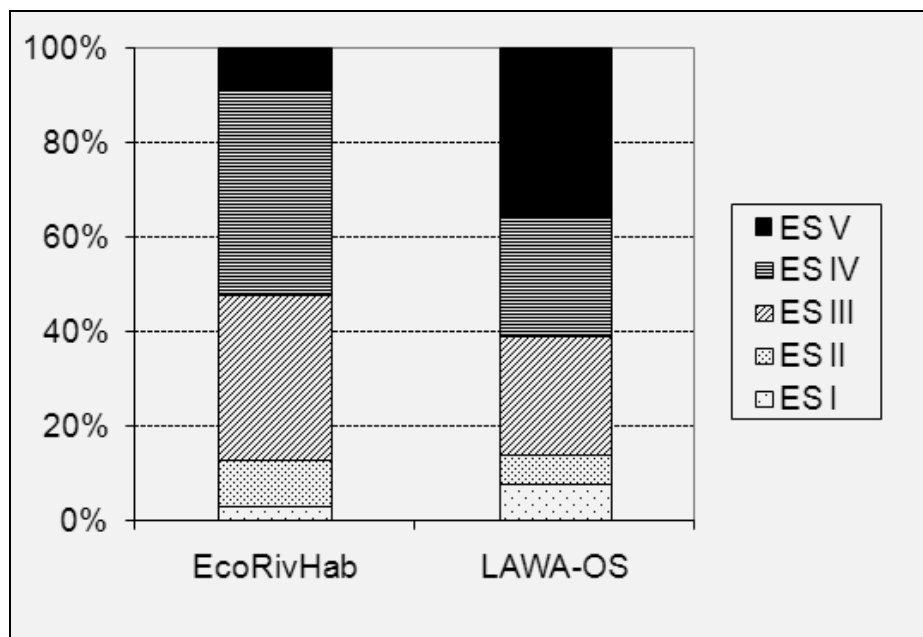
Obr. 1 Antropogenní transformace v povodí řeky Bíliny

Hlavní tok Bíliny byl mapován v délce 80,5 km od pramene po ústí v délkově heterogenních úsecích, které byly vymezeny na základě principu homogenity v základních charakteristikách habitatu. Celkově bylo vymezeno 133 úseků, které byly kompletně vymapovány pomocí metody EcoRivHab (Matoušková, 2003, 2008). Ekomorfolické vyhodnocení stavu řeky

Bílina metodou LAWA - OS (Fleischhacker, Kern, 2002) bylo provedeno pomocí leteckých snímků z let 2004 – 2005 a doplňkového terénního průzkumu. Mapování bylo provedeno od ústí po pramen. Bylo zvoleno mapování v délkově homogenních úsecích o celkové počtu 161 úseků, přičemž jejich délka činila 500 m. Metoda HEM (Langhammer, 2007, 2008) byla testována na tzv. prioritních úsecích, přičemž bylo vymezeno 53 úseků o celkové délce 32 km.

Podle detailního průzkumu pomocí metody EcoRivHab jsou přírodě blízké (I. ES) a mírně antropogenně (II. ES) ovlivněné úseky zastoupeny pouze 9 % délkou toku (BIL001 – BIL019). Středním antropogenním ovlivněním III. ES (23 %) byly klasifikovány především úseky v Českém středohoří (od Českých Zlatníků po Kyselku (BIL068 – BIL078) a od Chudeřic po Nové Stadice (BIL085 – BIL120)). Úseky s ekomorfologickým stupněm IV. a V. dominují (46 %), jsou pak soustředěny v oblasti od Jirkova za Mostecký koridor (BIL026 – BIL067). Další úseky Bíliny se IV. a V. ES jsou rovněž v osídlených a průmyslově využívaných oblastech (Bílina, Chudeřice, Trmice, Ústí nad Labem a některé obce v Českém středohoří).

Podle vyhodnocení pomocí metody LAWA-OS jsou přírodní a přírodě blízké úseky (I. ES) situovány do horské oblasti nad VD Jirkov (BILL145 – BILL154) a do pramenné oblasti (BILL161). Mírná antropogenní transformace (II. ES) je zastoupena na téměř 7 % délkou toku. Středním antropogenním ovlivněním (III. ES) bylo klasifikováno necelých 25 % hlavního toku. Silné a velmi silné antropogenní ovlivnění (IV. - V. ES) je zastoupeno 60 % z celkové délky hlavního toku Bíliny.



Obr. 2 Porovnání ekohydromorfologického stavu hlavního toku Bíliny pomocí metod EcoRivHab a LAWA-OS

Z výsledků průzkumu prioritních úseků pomocí metody HEM je rovněž zřejmé, že řeka Bílina je antropogenně velmi silně ovlivněným tokem. 52 % mapovaných úseků dosáhlo 4 – 5 ES, pouze 18 % úseků lze hodnotit jako přírodní nebo přírodě blízké (1 – 2 ES). Přírodní a přírodě blízké úseky se nacházejí zejména na horním toku v Krušných horách (po vodní nádrž Jirkov), místy také v Českém středohoří (okolí Lbína a Rtyně nad Bílinou). Antropogenně silně ovlivněné úseky jsou lokalizovány zejména v oblasti přeložky toku mezi Jirkovem a Mostem a také v urbanizovaných oblastech (Jirkov, Most, Bílina, Hostomice, Trmice, Ústí nad Labem). Výsledky nelze zcela porovnávat s výše uvedenými průzkumy, neboť nebyl hodnocen celý hlavní tok.

Závěry

Na základě získaných výsledků terénního průzkumu je možno hlavní tok Bíliny označit jako silně antropogenně ovlivněný a to především z důvodu vysokého podílu úseků ve IV. a V. ES a výrazně nízkého podílu úseků v I. a II. ES. Aplikované metody pro hodnocení fyzického habitatu vodního toku se od sebe výrazně odlišují a to jednak charakterem průzkumu, mírou detailu, vymezením zón, ve kterých je průzkum prováděn, počtem parametrů a rovněž způsobem vyhodnocení. Metoda EcoRivHab je oproti metodám LAWA-OS a HEM detailnější ve všech hodnocených parametrech a dává větší důraz na charakter habitatu příbřežní zóny a údolní nivy. Ukázalo se, že obě metody založené na terénním průzkumu, tj. EcoRivHab a HEM přinášejí kvalitnější výsledky, respektive při potřebě dosažení stejné kvalitativní úrovně je nutno při aplikaci metody LAWA-OS provádět nezbytný doplňkový terénní průzkum

Literatura

- EN 14614, 2004. Water quality – Guidance standard for assessing the hydromorphological features of rivers. November 2004.
- KERN, K. et al., 2002. Ecomorphological survey of large rivers. German federal institute of hydrology, Karlsruhe/ Koblenz. 45 str.
- LANGHAMMER, J., 2007. Metodika pro monitoring hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality vodních toků. HEM. PřF UK v Praze, Praha, 47 s.
- LANGHAMMER, J., 2008. HEM. Hodnocení ukazatelů. PřF UK, Praha, 23 s.
- MATOUŠKOVÁ, M., 2003. Ekohydrologický monitoring jako podklad pro revitalizaci vodních toků. Modelová studie Rakovnického potoka. Disertační práce PřF UK v Praze, Praha, 219 s.
- MATOUŠKOVÁ, M. (ed.), 2008. Ekohydrologický monitoring vodních toků v kontextu evropské Rámcové směrnice o vodní politice EC/2000/60. PřF UK v Praze, GAČR, Praha, 209 s.



MATOUŠKOVÁ, M., 2008. Assessment of the river habitat quality within European Water Framework Directive: Application to different catchments in Czechia. *Geografie – Sborník České geografické společnosti*, 113, 3, s. 19 – 32.

Možnosti využití dat hydromorfologického monitoringu pro lokalizaci opatření na ochranu před povodněmi

Jakub Langhammer

Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta
Katedra fyzické geografie a geoekologie,
Albertov 6, Praha 2, 128 43

Applicability of hydromorphological monitoring data to locate flood risk reduction measures

The paper presents a new methodological approach, using hydromorphological monitoring data to identify stream elements that may negatively influence the course of floods, as well as elements suitable for modifications that will reinforce the natural retention potential of the floodplain.

The approach uses data derived from Czech hydromorphological monitoring framework HEM that conforms to the EN 14614 standard "Water quality – Guidance standard for assessing the hydromorphological features of rivers." Four major aspects of stream modifications that can potentially affect the course and consequences of floods, and that can be derived from hydromorphological monitoring, were identified. These are: (1) modifications that increase the speed of runoff, (2) modifications that restrict the retention potential of the floodplain, (3) potential obstacles to the flood course, and (4) improper alterations of stream route modifications. A GIS is used to identify and locate these critical aspects of stream and floodplain modification.

This approach was tested in various basins and is here presented in the case study of Blanice River basin in South Bohemia. This basin represents an area with significant changes of hydromorphological properties and, at the same time, a region seriously hit by the extreme flooding in August 2002 as well as by flash floods in June and July 2009. The critical modifications identified were compared with results of field mapping of flood effects of both extreme events and the findings are discussed in view of their applicability in the system of integrated flood protection of the basin.

Úvod

Jedním z faktorů, který ovlivňuje ničivý průběh a následky povodní, jsou úpravy koryt toků a údolní nivy, ke kterým ve většině povodí dochází. Vliv úprav toků a zásahů do prostředí povodí většina autorů hodnotí jako prostorově limitovaný a specifický pro dané prostředí, průběh a extremitu povodňových událostí (Birkland et al. 2003, Langhammer 2010, Nienhuis and Leuven 2001).

Tyto poznatky korespondují i s posunem základního paradigmatu protipovodňové ochrany, kde se místo tradičního přístupu „bránit se před vodou“ začíná prosazovat přístup, který je možno charakterizovat jako „dát vodě prostor“ (Yin & Li 2001). V praxi tento přístup znamená maximální využití retenčního a transformačního potenciálu krajiny v místech, kde je možný bezpečný rozliv a retence v kombinaci s tradičními strukturálními opatřeními v oblastech, kde je vyžadována ochrana lidských životů, majetku a kulturních hodnot.

Pro praktickou aplikaci těchto poznatků v protipovodňové ochraně jsou nezbytnou podmínkou přesné a aktuální datové podklady o stavu a změnách prostředí vodních toků. Významným zdrojem informací o stavu a charakteru upravenosti toků a nivy mohou být data z monitoringu hydromorfologických prvků kvality toků, který je realizován v zemích EU v souvislosti s implementací Rámcové směrnice o vodní politice 2000/60/EC. Pro sjednocení metodických postupů při monitoringu byla přijata evropská norma EN 14614 (CEN 2005), která definuje obecný metodický rámec monitoringu i strukturu hodnocených ukazatelů a

způsob jejich sledování. Tyto ukazatele přitom zahrnují i parametry, které jsou přímo využitelné pro vyhodnocení antropogenní upravenosti říční sítě ve vztahu k potenciálnímu ovlivnění průběhu a následků povodní a povodňového rizika.

Príspevek predstavuje hlavné výsledky výzkumu, zabývajícího se možnostmi využití data hydromorfologické monitoringu pro identifikaci potenciálně kritických úprav toků, negativně ovlivňujících průběh a následky povodní na modelovém povodí jihočeské Blanice (Langhammer 2009, Langhammer 2010). Na tomto povodí (Obr. 1), opakovaně zasaženém povodněmi v letech 2002 a 2009, byly mapovány a hodnoceny jednotlivé aspekty upravenosti vodního prostředí ve vztahu k povodňovému riziku a identifikovány úpravy, které mohou negativně ovlivnit průběh a následky povodní a které brání efektivnímu využití přirozeného retenčního potenciálu krajiny.

Materiál a metody

Pro sběr dat, potřebných k analýze upravenosti toků a identifikaci kritických úprav toků a nivy je použita metodika HEM-F (Langhammer, 2008), která vychází z normy EN 14616 a představuje podmnožinu české metodiky hydromorfologického monitoringu HEM (Langhammer, 2007).

Při mapování jsou brány v úvahu pouze ty parametry, které ovlivňují proudění při povodni – parametry upravenosti trasy toku a její historické změny, kontinuity v podélném profilu, charakter úprav břehů a dna, využití příbřežní zóny a údolní nivy, doplněné o základní hydromorfologické a geometrické charakteristiky koryta toku (Langhammer, 2009).

Oproti hydromorfologickému monitoringu jsou navíc mapovány charakteristiky rozlivu při povodni, geomorfologické projevy povodně, povodňové škody a protipovodňová opatření v hodnocených úsecích (Langhammer, 2010). Tyto údaje jsou velmi cenné pro vyhodnocení prostorového rozložení charakteru projevů povodně a možnost analýzy jejich souvislostí s antropogenními změnami údolní nivy a koryt toků.

Pomocí metodiky HEM-F bylo v povodí Blanice provedeno opakované terénní mapování následků povodně ze srpna 2002 – v roce 2003 a 2007 a mapování následků bleskových povodní z července 2009.

Metodika identifikace kritických úprav toků a nivy, které ovlivňují geomorfologické projevy povodní vychází z výsledků výzkumu následků extrémních povodní, které v prostoru ČR a střední Evropy proběhly v letech 1997 a 2002 (Langhammer and Vilínek 2008, Křížek and Engel 2004, Hartvich et al. 2007).

Jako kritické jsou identifikovány čtyři typy úprav toků a nivy, resp. jejich kombinace:

1. Úpravy, urychlující proudění a postup povodňové vlny
2. Potenciální překážky proudění
3. Nevhodné úpravy trasy toku
4. Úpravy, omezující využití retenčního potenciálu údolní nivy

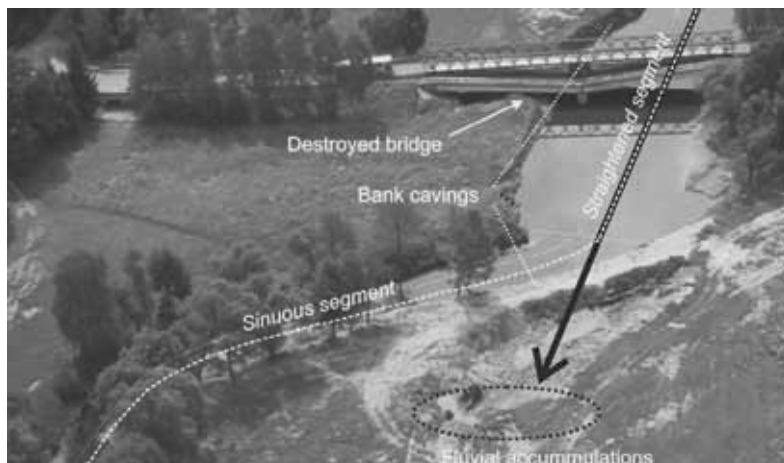
Mapování a následné hodnocení probíhá v úsecích toků, definovaných v rámci hydromorfologického monitoringu (Langhammer, 2008). Vyhodnocení dat a výběr kritických úseků probíhá v prostředí GIS.

Pro identifikaci úseků, kde charakter úprav působí na urychlení odtoku a zrychlení postupu povodňové vlny je uvažována kombinace úprav, projevující se napřímením a zároveň zpevněním koryta, které se projevuje urychlením proudění v korytě. Z hodnocených ukazatelů je pro identifikaci tohoto typu kritické úpravy sledován souběh výskytu následujících parametrů: výskyt umělého napřímení trasy toku v daném úseku, umělé zpevnění břehu koryta kamennou dlažbou nebo betonem, umělé zpevnění dna koryta kamennou dlažbou nebo betonem.

Jako potenciální překážky proudění jsou identifikovány objekty, které při vysokém vodním stavu mohou měnit charakter proudění, vychylovat směr toku nebo působit jako dočasná

překážka proudění - vysoké jezy, propustky, nízké nebo nedostatečně dimenzované mosty, objekty představující překážku proudění v inundačním území, objekty v korytě toku a budovy na břehu toku ovlivňující směr proudění při rozlivu.

Nevhodnou strukturou úprav trasy toku představuje výskyt uměle napřímených úseků, zaústěných do meandrujících nebo zákrutových úseků toku. V těchto místech dochází opakovaně k mimořádně intenzivním projevům eroze či akumulace, případně spojených s destrukcí objektů na toku a v příbřežní zóně (Obr. 1).



Obrázek 1 Projevy intenzivní eroze a akumulace v místě zaústění napřímeného úseku do zákrutu toku Blanice. Foto J. Langhammer, 2003

Řada toků má v důsledku intenzivního využití krajiny omezenou využitelnost retenčního a transformačního potenciálu, který údolní niva nabízí. Nejčtenějším typem úprav představují ochranné hráze, které brání před rozlivem vody do údolní nivy při vyšších vodních stavech v lokalitách, kde není nezbytná vysoká úroveň ochrany díky přítomnosti sídel nebo průmyslu v inundační zóně.

Výsledky

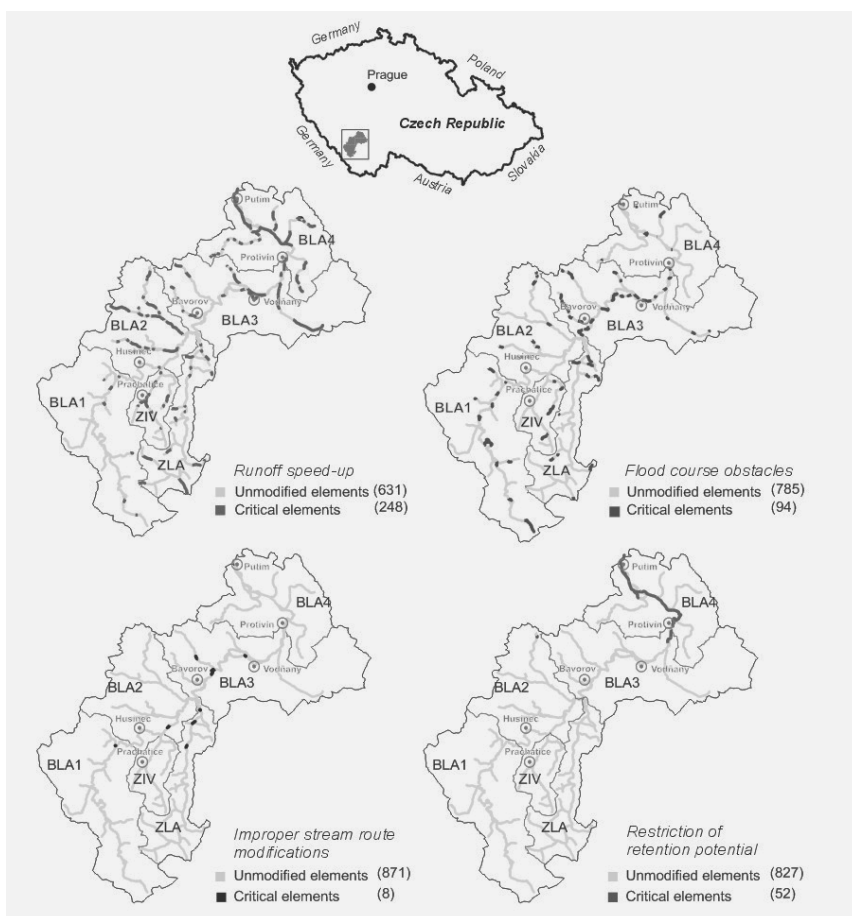
Celková míra upravenosti toků a údolní nivy v podhorském povodí Blanice je velmi vysoká. Na základě výše uvedených kritérií bylo z celkem 353 km toků, rozděleného do 879 úseků, identifikováno 363 úseků jako kritických.

Nejčtenějším typem úprav, které řadí dané úseky k potenciálně kritickým, představují úpravy, urychlující odtok, tj. napřímení a zpevnění koryta. Ty nacházíme na 52,3 % hodnocených úseků. Druhým nejčtenějším typem úprav jsou překážky proudění, které jsou přítomny na 19,8 % hodnocených úseků. Úpravy, omezující využití retenční kapacity údolní nivy představují sice pouze 11 % ze všech kritických úseků, jsou však významně koncentrovány do dolní části povodí, kde navíc nacházíme nepříhodnější podmínky pro rozliv. Nejméně frekventovaným kritickým aspektem je nevhodná struktura úprav trasy toku, kterou nacházíme pouze v 8 úsecích, což představuje 1,7 % ze všech kritických úseků.

Nejméně intenzivně je transformována horní část povodí, jejíž část zasahuje i do Národního Parku Šumava. Nejsilněji jsou naopak modifikovány nížinné oblasti na dolním toku s intenzivním zemědělstvím a osídlením. Podíl kritických úseků v dílčích povodích Blanice výrazně roste od pramene k ústí (Obr. 2). V pramenné oblasti Blanice (povodí BLA1) představují kritické úseky 21,9 % všech mapovaných úseků, v povodí Zlatého potoka, který je druhou nejvýznamnější zdrojnicí 35,9 %. V nížinných částech povodí podíl kritických úseků představuje nadpoloviční většinu všech hodnocených úseků toku – na dílčím povodí BLA 3 dosahuje 69,2 % a na závěrečném úseku toku (BLA 4) dokonce 78,1 %.

U téměř jedné třetiny kritických úseků se navíc setkáváme se souběhem více typů kritických úprav. Tyto úseky leží nejčastěji na středním a dolním toku, řada takto intenzivních úprav však postihuje i drobné přítoky hlavních toků v pramenných oblastech.

Rozložení jednotlivých typů kritických úprav toků v rámci povodí Blanice i jejich prostorová koncentrace do jednotlivých dílčích povodí je značně nerovnoměrné (Obr. 2). Úpravy urychlující proudění toku, které jsou nejčetnějším typem úprav, nacházíme především ve střední a dolní části povodí. Třetina všech identifikovaných úseků se přitom nachází v dolní části povodí mezi Protivínem a výústním profilem. Úpravy a objekty, které představují potenciální překážky proudění při povodni, které jsou druhý nejčetnější typ kritických úseků, jsou koncentrovány opět do střední části povodí, vysokou četnost výskytu však pozorujeme na pramenných úsecích Blanice a Zlatého potoka



Obrázek 2 Rozložení kritických úseků v povodí Blanice. a - urychlení odtoku, b - překážky proudění, c - úpravy trasy toku, d - omezení retečního potenciálu nivy

Úseky toku, kde zdrojem ohrožení je nevhodná úprava trasy toku, tj. střídání napřímených a meandrujících úseků toku, jsou v povodí Blanice ojedinělé - celkem bylo identifikováno pouze 8 úseků. Na druhé straně v těchto úsecích byly při povodni 2002 zaznamenány významné projevy břehové eroze, rozsáhlé fluvialní akumulace i destrukce objektů v okolí toku.

Úpravy omezující využití retenčního potenciálu údolní nivy jsou v povodí Blanice koncentrovány především do souvislé oblasti na dolním toku Blanice mezi Protivínem a soutokem s Otavou. Jde o oblast údolní nivy, široké místy až 1 km, která je převážně zemědělsky využita. Na více než 15 km toku se zde nacházejí ochranné povodňové hráze, které chrání údolní nivu Blanice před rozlivem. Vzhledem k tomu, že v těchto úsecích se nenacházejí sídla ani průmysl ale především zemědělská půda, povodňové hráze zde blokují efektivní využití retenčního a transformačního potenciálu, který plochá a široká niva nabízí.

Diskuse a závěry

Hydromorfologický monitoring je možné využít jako zdroj dat pro identifikaci úseků toků, kde vysoká intenzita nebo nevhodný charakter upravenosti mohou negativně ovlivňovat průběh a následky povodní. Určitým omezením pro plošnou aplikaci je skutečnost, že hydromorfologický monitoring v současné době nepokrývá plošně celé území a díky tomu je třeba potřebná data pořizovat účelovým mapováním. S postupujícím pokrytím říční sítě tento problém ale bude ztrácet na významu.

Aplikace metodiky na povodí Blanice umožnila identifikaci potenciálně rizikových prvků říční sítě. Úseky toku, které mají potenciálně kritický charakter úprav, jsou soustředěny zejména do dolní, zemědělsky využitě, části povodí, kde mají nadpoloviční podíl na celkové délce říční sítě. Řada identifikovaných kritických forem úprav jako například propustků a vysokých jezů přispěla při povodni v roce 2002 ke katastrofickému průběhu povodně. Tyto objekty byly po povodni často mechanicky obnoveny do původního stavu bez podstatných konstrukčních změn, což se negativně projevilo na opakování následků v těchto lokalitách při bleskových povodních v červenci 2009.

Znalost prostorového rozložení kritických úseků ve vazbě na charakter typů úprav a prostředí může být využita jako podklad pro optimalizaci strategie využívání prostoru údolní nivy a redesignu opatření k ochraně před povodněmi v prostoru údolní nivy.

Literatura

CEN, 2005. CEN/TC230/WG2/TG5 prEN 14614. Water quality – Guidance standard for assessing the hydromorphological features of rivers. Brussels: CEN.

Birkland, T. A., Burby, R. J., Conrad, D., Cortner, H., & Michener, W. K., 2003. River Ecology and Flood Hazard Mitigation. *Natural Hazards Review*, 4, 46-54.

Hartvich F., Langhammer J. and Vilímek V., 2007. The 2002 flood consequences in the catchment of Otava River, Czech Republic. *Water Resources*, Springer. 34(1): 14-26

Křížek, M., & Engel, Z., 2003. Geomorphological consequences of the 2002 Flood in the Otava River Drainage Basin. *Acta Universitatis Carolinae - Geographica*, 38, 125-138.

Langhammer, J., 2010. Analysis of the relationship between the stream regulations and the geomorphologic effects of floods. *Natural Hazards* 54 (1), pp. 121-139

Langhammer, J. 2009. Applicability of hydromorphological monitoring data to locate flood risk reduction measures: Blanice River basin, Czech Republic. *Environmental Monitoring and Assessment*, Springer. 152(1-4), 379-392.

Langhammer, J. and Vilímek, V., 2008. Landscape changes as a factor affecting the course and consequences of extreme floods in the Otava river basin, Czech Republic, *Environmental Monitoring and Assessment*. 144 (1 3): 53-66.

Langhammer, J., 2007. HEM - Hydroecological monitoring. Methodology for monitoring of hydromorphological features of ecological quality of surface waters. Ministry of Environment of Czech Republic, Prague.

Nienhuis, P. H., & Leuven, R., 2001. River restoration and flood protection: Controversy or synergism? *Hydrobiologia*, 444, 85-99

Yin, H., Li, C., 2001. Human impact on floods and flood disasters on the Yangtze River. *Geomorphology*, 41, 105-109

Die Notwendigkeit hydromorphologischer Maßnahmen an der Elbe für die Zielerreichung der EG-WRRL - Grundlagen und Beispiele

Karl-Heinz Jährling

The requirement of hydromorphological measures at river Elbe for reaching the goals of European Water Framework Directive (WFD)

The successful realization of WFD is connecting with reaching this goal for ground and surface waters. For the improvement of state of a water body it is not important how large it is, what utilization is established or which organization is responsible for maintenance of waters. This means that also the river Elbe as federal water way depends on the high level objectives and legally directions of WFD. Be connected with the classification of several water bodies in the middle part of river Elbe as natural water bodies there exist the concrete goal for this free running part of river Elbe to reach a "Good ecological state". Another substantial basis by the implementation of essential measures for reaching the goals at river Elbe is the creation of specific characteristic reference zoonoses. On this location it is clear, that these goals can sustainable reached with realization of hydromorphological measures in the area of banks and riverside alluvial landscape. A substantial meaning thereby has the effective linking between river and alluvial landscape. In the last years there where good experiences in Saxony-Anhalt with morphological measures in form of various connections of artificial and natural potamal subsidiary waters. Beside the specialized general set-up of water ecology there where made good experiences by the background of using river Elbe as waterway. These measures where together realised by the federal shipping authorities and the water authorities of Saxony-Anhalt. To present these experiences and the reached results for the river Elbe with reference to WFD is the aim by this article.

1. Allgemeine Grundlagen

Die erfolgreiche Umsetzung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie ist strikt an die Erreichung der Zielstellungen dieser Richtlinie gebunden, wobei es für den generellen Anspruch der Verbesserung der Gewässerzustände vorerst nicht von Bedeutung ist wie groß das Gewässer ist, welcher Nutzung es unterliegt bzw. welche Behörde oder Einrichtung für die Gewässerunterhaltung zuständig ist - d.h. auch die Elbe als Bundeswasserstraße unterliegt den inhaltlichen Zielansprüchen und rechtlichen Vorgaben der EG-WRRL.

Vor dem Hintergrund der Ausweisung der frei fließenden Abschnitte der Mittleren Elbe als „Natürliche Oberflächenwasserkörper“ besteht dieses Ziel in der Erreichung des „Guten ökologischen Zustandes“. Neben der Bewertung des allgemeinen, chemisch-physikalischen Zustandes ist hierfür die Einzelbewertung „Gut“ für die biologischen Qualitätskomponenten Fische, Makrozoobenthos, Makrophyten/ Phytobenthos und Phytoplankton zentraler Bestandteil des von der Richtlinie geforderten „worst-case-Ansatzes“. Die unverzichtbare Basis für die Biota in der Elbe stellt dabei die Erreichung gewässertypgerechter Referenzzönosen auf der Grundlage der Typzuweisung eines LAWA-Fließgewässertyps 20 (sandgeprägte Ströme) dar [1]. Gerade im Hinblick auf gewässertypgerechte Referenzen wird aber auch deutlich, dass diese Zielgrößen nachhaltig nur mit gewässermorphologischen Maßnahmen im Ufer- und Auenbereich der Elbe bei einer wirkungsvollen lateralen Vernetzung von Fluss und Aue zu erreichen sind.

In Sachsen-Anhalt wurden in den vergangenen Jahren mit morphologischen Maßnahmen in Form verschiedener Anschlüsse von künstlichen und natürlichen potamalen Nebengewässern entlang der Elbe gute Erfahrungen gesammelt [2]. Neben den fachlich-inhaltlich Fragen der Gewässerökologie waren diese Projekte wesentliche Meilensteine in der ressortübergreifenden Zusammenarbeit vor dem Hintergrund der bestehenden Nutzung der Elbe als Schifffahrtsweg. So wurden diese Maßnahmen u.a. gemeinsam durch die Wasserwirtschafts- und Naturschutzverwaltung des Lan-

des Sachsen-Anhalt mit den Einrichtungen und Behörden der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes durchgeführt.

2. Gewässermorphologische Ausgangssituation

In Deutschland sind drei Viertel der Fließgewässer strukturell deutlich verarmt, was in der Regel auch die Hauptursache für eine mögliche Nichterreichung der Ziele der EG-WRRL in vielen Oberflächenwasserkörpern sein wird. Die ausschließlich nutzungsorientierte Umgestaltung der Fließgewässer bei Negierung gewässertypischer Strukturen führte oft zu labilen Systemen. Diese neigen zur Tiefenerosion, fördern unspezifische Lebensgemeinschaften und zeigen bei Hochwasser unerwünschte Nebeneffekte. Daher ist die Reaktivierung und Neuschaffung einer naturnahen Gewässerstruktur der Schlüssel für ökologisch funktionsfähige Gewässersysteme [3].

Auch vor großen Flüssen hat diese Entwicklung nicht haltgemacht. Deshalb gehören morphodynamisch intakte, frei fließende Flüsse in natürlichen Überflutungsräumen mit den unterschiedlichsten Lebensräumen sowie standort- und naturraumtypischen Lebensgemeinschaften weltweit zu den bedrohtesten Ökosystemen überhaupt. Eines der größten Defizite besteht dabei im Fehlen gewässertypgerechter, flussbegleitender Auengewässer, da die morphologische Fähigkeit zur eigeninitiatorischen Neubildung solcher Gewässer durch die wasserbaulichen Maßnahmen der Vergangenheit zur Unterbindung der Lateralerosion des Flusses und den erheblichen Flächenentzug durch den Deichbau aus Gründen des Hochwasserschutzes nicht mehr vorhanden ist.

So muss auch an der Elbe von einer erheblichen Reduzierung des Gewässerbestandes der Flussauen im Allgemeinen und der weitgehenden Einschränkung der Funktionstüchtigkeit der wenigen, noch vorhandenen Auengewässer im Besonderen ausgegangen werden, wobei diese Veränderungen über einen sehr langen Zeitraum mehr oder weniger „schleichend“ und von der Öffentlichkeit kaum bemerkt verliefen. Selbst unter den heutigen gesellschaftlichen Bedingungen werden diese Veränderungen - mit Ausnahme eines relativ begrenzten „auenlogischen“ Fachpublikums - kaum wahrgenommen und sehr gerne negiert [2]. Detaillierter lassen sich diese wie folgt darstellen:

Bezüglich des Bestandes von Auengewässern in den fossilen Flussauen der Elbe, d.h. für die Bereiche der ehemals morphologischen Aue hinter den Deichen, ist davon auszugehen, dass dieser Gewässerbestand für intakte auenökologische Prozesse auf Grund der effektiven Trennung dieser Gewässer von Wasserstands- und Sedimentdynamik eines hochwasserführenden Flusses weitgehend dauerhaft verloren gegangen ist [4]. Dies gilt explizit für große Teile des so genannten Plesiotamons, d.h. der bei Hochwasser überfluteten Altarme, welche weiter vom Flusslauf entfernt waren. Dafür entstand hier mit dem Paläopotamon eine neuer, anthropogen geschaffener Altwassertyp, welcher im fossilen Teil der ehemaligen morphologischen Aue hinter dem bestehenden Hochwasserschutzdeich nicht mehr durch Hochwässer des Flusses erreicht werden kann und welcher lediglich zeitverzögert mit deutlich flacheren Amplituden ohne hydraulisch-sedimentologische Wirkungen zeitverzögert auf das Grundwasserregime reagiert. Durch den damit völlig fehlenden bettbildenden Abfluss haben diese „Altwasser“ natürlich einen anderen, mit eutrophen bis polytrophen ungeschichteten Standgewässern vergleichbaren, ökologischen Status und sind im Sinne des Prozessschutzes und des Nachhaltigkeitsgrundsatzes völlig anders zu bewerten.

Aber auch Gewässer in den heute noch vorhandenen, rezenten Überflutungsauen wurden durch eine veränderte Prozessdynamik bedeutend beeinflusst. Bei den Begleitgewässern der Flussauen des so genannten Eupotamons, d.h. des oder der Hauptstromarme des Flusses bzw. der im unbeeinflussten Fall permanent wasserführenden Nebenarme - wobei funktionierende Nebenarme und Stromspaltungen ausbaubedingt an der Elbe eigentlich nicht mehr vorhanden sind - handelt es sich um Gewässertypen des Parapotamon (permanent durchströmte ober- und/ oder unterstromig auch bei kleineren Abflüssen angebundene Altarme) sowie um das bereits angeführte Plesiotammon (heute noch aktive, bei Hochwasser angebundene und bei Niedrig- und Mittelwasser isolierte Altarme), welche sich in relativer Nähe zum aktuellen Hauptflusslauf befinden.

Gerade die letztgenannten Gewässertypen erfuhren in den vergangenen 250 Jahren entlang der Elbe die stärksten Veränderungen. Diese Veränderungen müssen als so tiefgreifend eingeschätzt werden, dass dies heute zum weitgehenden Fehlen oder zu entscheidenden hydraulischen Umge-

staltungen mit direkten Auswirkungen auf die ökologischen Rahmenbedingungen der verbliebenen Gewässer geführt hat. Einer der entscheidenden Gründe hierfür ist in der fortschreitenden Sohlerosion in ausgedehnten Teilbereichen der Elbe [5] sowie in der Ausbildung massiver, unterhaltungs- und ausbaubedingter, langgestreckter Geschiebeansammlungen entlang der Ufer des Flusses, so genannte Uferrehnen, zu suchen. Dies führte, neben Änderungen im Hochwasserverlauf innerhalb der Auengewässer hinsichtlich der Überflutungshäufigkeit und -dauer, zu erheblichen Störungen in der Altwasserdynamik sowie beim Geschiebehaushalt im Auengewässersystem [6].

3. Auengewässer und EG-WRRL

Seit dem Inkrafttreten der EG-WRRL im Jahre 2000 haben sich Fachtagungen, Bundesprojekte und Publikationen mit den Zusammenhängen zwischen flussbegleitenden Auen und den Inhalten sowie möglichen Auslegungen der Richtlinie befasst. Vorrangig ging es hierbei um die Fragen inwieweit die EG-WRRL überhaupt die Gewässeraue in ihre Umsetzung einbezieht bzw. um die Betrachtung der naturschutzfachlichen Bedeutung der Flussaue im Zusammenhang zur Umsetzung der FFH-Richtlinie, wobei die Bedeutung der Flussauen für den Naturschutz seit Jahrzehnten hinreichend bekannt ist. Durch verschiedene Projekte sind mittlerweile auch die in der EG-WRRL vorhandenen inhaltlichen Anknüpfungspunkte und deren rechtliche Auslegungen erschöpfend diskutiert worden [7].

Nach wie vor besteht aber immer noch eine erhebliche Lücke bei der Wahrnehmung der direkten Bedeutung der Gewässersysteme der Flussauen für die Zielerreichung der EG-WRRL, auch innerhalb der Wasserwirtschaft. Nicht immer ausreichend erkannt, spielt die laterale Vernetzung eine zentrale Rolle innerhalb des Auengewässersystems als einer der entscheidenden Faktoren bei der Zielerreichung der EG-WRRL in Form gewässertypspezifischer Referenzzönosen. Dies gilt insbesondere an den großen Fließgewässern, so auch an der Elbe mit dem Zielbild des „Guten ökologischen Zustands“. So wird eines der größten Defizite an unseren Flüssen, das weitgehende Fehlen gewässertypgerechter flussbegleitender Auengewässer, gar nicht wahrgenommen, da sich diese nicht oder nur unbedeutend in den Monitoringergebnissen der Bestandserfassungen sowohl bei der Messstellenauswahl als auch bei den hier zu Grunde liegenden Untersuchungsmethoden widerspiegeln.

Die notwendigen Untersuchungen werden fast ausnahmslos im Hauptstrom durchgeführt, so dass sich gewässertypspezifische Lebensgemeinschaften entweder nicht abbilden oder diese durch Störfaktoren überlagert werden. Dies dürfte z.B. auf das Makrozoobenthos durch den Überhang an Neozoen in künstlichen Habitaten (Hartsubstrate der Deck- und Leitwerke) oder das Fehlen natürlicherweise vorhandener, flusstypischer Substrate im Hauptstrom (Totholz), auf die Besiedlung mit submersen Makrophyten durch prägende hydraulische Störungen (Sunk und Schwall bzw. ein schnelles und homogenes Fließbild) oder auch die Unterrepräsentanz verschiedener Fischarten mit einer strikten Auengewässerbindung und lateralen Wanderungspräferenz zutreffen.

Selbst wenn die ökologische Bedeutung der lateralen Vernetzung des Fließgewässers mit der Auengewässertypspezifisch verschieden ist, gleichzeitig mit abnehmender Gewässergröße und zunehmendem Gefälle auch sicherlich in der Bedeutung abnimmt und die relativ „isolierte“ Betrachtung der Besiedlung des Hauptgewässers das „richtige“ Besiedlungsbild widerspiegelt, kommt der Bedeutung der lateralen Vernetzung mit dem Auengewässersystem im potamalen Fließgewässertyp nach wie vor eine erhebliche Bedeutung zu.

Aus diesem Grunde vertritt der Autor die Auffassung, dass bei der Umsetzung der EG-WRRL in solchen Fließgewässern auch vermeintlich einseitig naturschutzfachlich motivierten Maßnahmen wie der Anschluss von Altarmen und die Öffnung des noch vorhandenen Nebenrinnensystems für die Zielerreichung der Richtlinie eine entscheidende Rolle spielen.

4. Maßnahmebeispiel

In Sachsen-Anhalt wurden - z.B. mit dem Gewässeranschluss bei Dornburg, Elbe-km 299,5 und dem Anschluss des Parchauer Baggerlochs, Elbe-km 358,5 - mehrere erfolgreiche und allseitig akzeptierte Nebengewässeranschlüsse an der Elbe in die Realität umgesetzt. Diese Ergebnisse wurden bereits im Rahmen des 13. Magdeburger Gewässerschutzseminars präsentiert [6]. Mit dem

nachstehendem Beispiel der Alten Elbe Lostau soll eine weitere großangelegte Komplexrenaturierung eines ausgedehnten Altwassers vorgestellt werden, welche sich zurzeit in Planung befindet:

Die Alte Elbe Lostau befindet sich nordwestlich der Landeshauptstadt Magdeburg und südlich der BAB2 am rechten Elbufer in der rezenten Überflutungsaue der Elbe. Das Altwasser entstand mit dem Durchstich mehrerer Elbmäander nördlich Magdeburgs ab dem Jahr 1740 gemeinsam mit dem so genannten „Zuwachs“ bei Gerwisch zwischen den Elbekilometer 332 und 339. Die Kernmaßnahmen der geplanten Komplexrenaturierung stellen die gewässerökologisch notwendige, wirtschaftlich optimierte Teilentschlammung zur Herstellung einer Durchflussrinne im Altwasser, die Rückverlegung des Elbenebengewässer Ehle in deren ursprüngliche Mündung in diesen Elbbogen und der ökologische Umbau der Hakenbuhnenfelder im Mündungsbereich der Alten Elbe in die Elbe dar [8]. Mit der Maßnahmeumsetzung werden als Ziele, neben der temporären Reaktivierung des alten Elbverlaufes bei permanent wirksamer lateraler Vernetzung, insbesondere die Wiederherstellung der hydraulischen und ökologischen Durchgängigkeit der Ehle durch den Altlauf, sowie die Verbesserung von Gewässerdynamik und Wasserqualität des Altarmes verknüpft.

Die heutige künstliche Mündung der Ehle über den Ehlekanal entspricht morphologisch in keinem Merkmal dem natürlicherweise vorhandenen Fließgewässer eines Fließgewässertyps 19 (Kleine Niederungsfließgewässer in Fluss- und Stromtälern) [1]. Auf Grund der einseitigen Funktionszuweisung der schnellen Hochwasserabführung ist der Mündungsverlauf geradlinig, tiefen- und breitenhomogen ausgebaut sowie frühzeitig über längere Zeiträume ohne ökologisch wirksame Fließbewegung durch den Rückstau aus der Elbe. Der Sohl- und Uferbereich ist mit Wasserbausteinen gepflastert; sich akkumulierende natürliche Sohlsubstrate sind untypisch instabil, durch fehlende permanente Durchströmung organisch belastet, häufig anaerob und werden durch den Überstau aus der Elbe ökologisch unwirksam.

Der aktuelle Altarm ist ökologisch faktisch nicht mehr funktionsfähig und hinsichtlich der Nährstoffbelastung als hypertrophes Standgewässer zu kennzeichnen. Mit Ausnahme anspruchsloser artenarmer Röhrichte (dominiert von *Phragmites australis*), fehlen höhere Makrophyten vollständig. Ausgedehnte Gewässerbereiche befinden sich während der warmen Jahreszeit in einem anaeroben Zustand. Die Gewässersohle wird aus einer mehrere Dezimeter starken Schicht sauerstoffzehrender, organischer Weichsedimente gebildet; Teile des Gewässers sind bereits völlig verlandet.

Demgegenüber stellt sich der ebenfalls von der Elbe künstlich abgeschnittene, jedoch ununterbrochen von der Ehle durchflossene „Zuwachs“ bei Gerwisch als mesotrophes Altwasser in einem permanenten Klarwasserstadium mit sandig-kiesiger Gewässersohle im Hauptlauf dar, welches ganzjährig ausreichend mit Sauerstoff versorgt wird. Sowohl faunistisch als auch floristisch sind vielfältige Biozönosen vorhanden: eine artenreiche Fischfauna mit autotypischen, bestandsbedrohten Kleinfischarten, eine anspruchsvolle Makrozoobenthosbesiedlung mit diversen Libellenarten, Großmuscheln und Schwämmen, artenreiche Röhrichte in natürlicher Zonierung mit angrenzenden Schwimmpflanzenbeständen aus Teichrosen, Froschbiss und Schwimmpflanzen sowie diverse submerse Makrophytenarten mit Laichkraut- und Tausendblattgesellschaften.

5. Fazit und Zusammenfassung

Durch teilweise zeitlich weit zurück liegende anthropogene Eingriffe und den daraus resultierenden Veränderungen stellt sich das heutige morphologische Bild der Elbe, bezogen auf Gewässerbestand im ehemals stark vernetzten Auengewässersystem und deren eigendynamische Prozesse, als erheblich verändert dar. Vor dem Hintergrund der anspruchsvollen Zielstellungen der EG-WRRL zur Erreichung des „Guten ökologischen Zustands“ in der Elbe ist es aber unstrittig, dass diese Ziele ohne eine laterale Vernetzung der Gewässerlebensräume für den Fließgewässertyp 20 „sandgeprägter Strom“ nicht erreichbar sind, d.h. für gewässertypspezifische Referenzzönosen sind hydraulisch wirksame, morphologische Maßnahmen unverzichtbar.

Dass es trotz der Nutzung des Flusses als Bundeswasserstraße aber durchaus realistisch ist derartige Maßnahmen umzusetzen, lässt sich an Hand verschiedener Projekte an der Elbe in Sachsen-Anhalt nachweisen. Dabei ergeben sich bei ganzheitlicher Herangehensweise und vertretba-

ren Zielpositionen sowohl von Naturschutz als auch von Wasserwirtschaft (Gewässerökologie und Hochwasserschutz) und Verkehr - auch und gerade bei Berücksichtigung der Nutzung als der Elbe als Wasserstraße und bei Gewährleistung des Hochwasserschutzes - deutliche Potentiale im Bereich der Gewässerreaktivierung sowie einer kontrollierten Gewässereigendynamik. Bei dem hier vorgestellten und in Planung befindlichen Projekt dürfte es sich, bezogen auf den vorgesehenen Gesamtumfang an Detailmaßnahmen, um ein derzeit einzigartiges Projekt sowohl im Bundes- als auch im Landesmaßstab, insbesondere vor dem Hintergrund der Zielstellungen der EG-WRRL, handeln.

Sicher ist aber auch, dass sich mit einzelnen regionalen, durchaus aufwändigen Maßnahmen das gewässermorphologische und damit ökologische Gesamtbild der Elbe nicht entscheidend ändern lässt und dass erheblich mehr, miteinander in der Längsachse der Elbe vernetzte Maßnahmen für eine erforderliche neue Qualität notwendig sind. Daher stellen sich abschließend folgende Fragen:

1. Wie viel laterale Vernetzung - sowohl in den Gewässersystemen der Nebenrinnen in der Longitudinalen als auch hydraulisch effektive wirksame Auenbreiten in der Lateralen - braucht der Fluss, um ausreichend Lebensraum für gewässertypische Biota in der Zielgröße des „Guten Ökologischen Zustands“ zu bieten?
2. Wie viel laterale Vernetzung ist aus Sicht der „Quellen“ der vorgenommenen Veränderungen an der Elbe (Schifffahrt und Hochwasserschutz) machbar und hinnehmbar bzw. wie viel laterale Vernetzung können und wollen wir uns überhaupt leisten, d.h. wie viel laterale Vernetzung ist volkswirtschaftlich überhaupt umsetzbar?

Literatur

- [1] Pottgiesser, T., Sommerhäuser, M.; Erste Überarbeitung der Steckbriefe der deutschen Fließgewässertypen. Essen, 2006
- [2] Jährling, K.H. (2009): Zur Situation autotypischer Gewässer aus historischer Sicht und Erfahrungen bei der Altarmreaktivierung an der Elbe. Naturschutz im Land Sachsens - Anhalt 46, Sonderheft 2009/1, Forschung und Management im Biosphärenreservat Mittelelbe: 17-28. (im Druck)
- [3] Bund - Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), Leitlinien zur Gewässerentwicklung - Ziele und Strategien, Mainz, 2006
- [4] Jährling, K-H, Mögliche Deichrückverlegungen im Bereich der Mittelelbe - Vorschläge aus ökologischer Sicht als Beitrag zu einer interdisziplinären Diskussion, Staatliches Amt für Umweltschutz Magdeburg - Information, Magdeburg, 1994
- [5] Rommel, J., in: Morphodynamik der Elbe - Schlussbericht BMBF-Verbundprojekt, herausgegeben: Nestmann, F. und Büchele, B., Institut für Wasserwirtschaft und Kulturtechnik der Universität Karlsruhe, Karlsruhe, Januar 2002
- [6] Jährling, K-H, Eigendynamische Gewässerentwicklung an der Elbe? - Praktische Umsetzung, Möglichkeiten und Grenzen, aus: Magdeburger Gewässerschutzseminar 2008, Tagungsband, S. 122 bis 126. Magdeburg, 2008
- [7] Korn, N., Jessel, B., Hasch, B. und Mühlinghaus, R. (2005): Flussauen und Wasserrahmenrichtlinie - Bedeutung der Flussauen für die Umsetzung der europäischen Wasserrahmenrichtlinie - Handlungsempfehlungen für Naturschutz und Wasserwirtschaft, Bonn, 2005
- [8] Jährling, K-H, Entwurfsplanung zur Renaturierung der Alten Elbe Lostau - Gewässerökologische Stellungnahme vor dem Hintergrund der Umsetzung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie, Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt, unveröffentlichte Stellungnahme, Magdeburg, 15. Februar 2010

Herausforderung für das Flussgebietsmanagement: die Forderung nach Kosteneffizienz von Maßnahmen gemäß EG-WRRL

Dr. Ann Kathrin Buchs

Niedersächsisches Ministerium für Umwelt und Klimaschutz
Abteilung 2 Wasserwirtschaft, Bodenschutz,
Ref. 24 „Oberflächen- und Küstengewässer, Meeresschutz“
Archivstr. 2, 30169 Hannover

Challenge for the River Basin Management: the WFD requirement for the cost-efficiency of measures

Following Article 11 the Water Framework Directive (WFD) requires the establishment of a programme of measures for each river basin to reach the set quality elements for water bodies. In order to find cost-efficient ways for reaching the objectives of the WFD, the programme of measures should also take account of cost-efficiency considerations to aid river basin management planning. Lower-Saxony completed a research project that combines the state-of-the-art economic approaches for cost-efficiency with the experience from the practical implementation of the WFD requirements. One of the main outcomes is that the implementation of the economic WFD requirements for cost-efficiency calls for a broader understanding of the term and a wider range of tools for its detection and proof. Lessons-learned can be transferred to the level of river basin management and give direction for its ongoing and further assignments.

Kosteneffizienz als ökonomische Anforderung an das Maßnahmenprogramm

Zu den Zielen der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL) zählen das Erreichen bzw. die Erhaltung eines guten ökologischen und chemischen Zustandes der Oberflächengewässer sowie der Erhalt und die Entwicklung eines guten mengenmäßigen und chemischen Zustandes für das Grundwasser. Um diese Ziele zu erreichen, ist es vorgesehen, Maßnahmenprogramme für die einzelnen Bewirtschaftungsperioden bis 2027 aufzustellen. An die Maßnahmenprogramme werden unter anderem auch ökonomische Anforderungen gestellt. So gilt es, bei der Auswahl von Maßnahmen für das Maßnahmenprogramm nach Art. 11 in Verbindung mit Anhang III, den Aspekt der Kosteneffizienz zu berücksichtigen.¹

Der Nachweis der Kosteneffizienz stellt die Akteure der Umsetzung der EG-WRRL nicht nur vor praktische sondern auch methodische Herausforderungen. Dabei geht es zum Beispiel um die Zuständigkeit für die Erbringung des Nachweises (welche Organisationsebene?), die Abgrenzung der Untersuchungsebene (z.B. Wasserkörper, Flussgebietseinheit oder Landesebene), die Methodenwahl (hier stehen verschiedene ökonomische Instrumente zur Auswahl) sowie die Auswahl und Festlegung der Parameter zur fachlichen (naturwissenschaftlich und ingenieurtechnisch) und ökonomischen Beurteilung von Maßnahmen.

Untersuchung zur Kosteneffizienz auf Ebene des Landes Niedersachsen

Um diesen neuen Herausforderungen praktischer und wissenschaftlicher Natur im Bereich der Ökonomie insbesondere in der Rolle als Verantwortlicher für die Umsetzung der EG-WRRL in Deutschland zu begegnen, hat das Land Niedersachsen im Jahr 2009 eine

¹ Der derzeitige Stand der Ausführungen zur Kosteneffizienz findet sich zum Beispiel im Internationalen Bewirtschaftungsplan der Flussgebietseinheit Elbe, Kapitel 6.4.

Untersuchung in Auftrag gegeben. Ziel der Untersuchung war der Nachweis der Kosteneffizienz für das niedersächsische Maßnahmenprogramm bis zum Jahr 2015 im Rahmen der Berichtspflicht gegenüber der Europäischen Kommission.²

Zu den Inhalten der Studie zählt nicht nur die Darstellung des Maßnahmenprogramms (nach Oberflächengewässern und Grundwasser unterschieden) im Hinblick auf Kosteneffizienz sondern auch eine gesonderte Anwendung von expliziten Kosten-Wirksamkeits-Analysen anhand von Fallbeispielen an Oberflächengewässern. Darüber hinaus gehend sind Gegenstand der Untersuchung das Aufzeigen und die Darstellung von Mechanismen innerhalb des bisherigen wasserwirtschaftlichen Handelns, die die Auswahl von kosteneffizienten Maßnahmen implizit begünstigen. Somit war der Blick über klassische ökonomische Instrumente zum Nachweis von Kosteneffizienz hinaus auch auf bestehende wasserwirtschaftliche Strukturen und Prozesse in Niedersachsen gerichtet. Dies ist insofern relevant, als dass zum einen keine festen Vorgaben für die Umsetzung der ökonomischen Anforderungen (bspw. keine Festlegung von Methoden) seitens der Kommission bestehen und zum anderen, dass wissenschaftliche Methoden nicht schablonenartig auf den komplexen Untersuchungsgegenstand Wasserwirtschaft gelegt werden können.

Grundlage der Untersuchung ist die Betrachtung des Prozesses der Maßnahmenauswahl und der beteiligten Akteure. Für die Maßnahmenauswahl in Niedersachsen ist charakteristisch, dass die einzelnen Maßnahmen nicht durch starre staatliche Regelung („von oben“) verordnet, sondern durch Beteiligung der Öffentlichkeit („von unten nach oben“) gemeinschaftlich mit den entsprechenden wasserwirtschaftlichen Akteuren entwickelt werden. Die Erarbeitung von Vorschlägen für Einzelmaßnahmen für die jeweiligen Gewässer aufgrund von Defiziten erfolgt durch einzelne (potentielle) Maßnahmenträger oder andere Interessententeilhaber. In den hierzu eingerichteten Gebietskooperationen mit Vertretern der Gebietskörperschaften, der Unterhaltungsverbände, der Wasserversorger, der Umweltverbände und dem Niedersächsischen Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) werden diese Vorschläge in der Regel gemeinsam weiterentwickelt und koordiniert. Auf Landesebene wird dann im Weiteren die Priorisierung von Maßnahmen vorgenommen. Insofern lässt sich festhalten, dass zwischen den skizzierten Ebenen Maßnahmenträger, Gebietskooperationen und Land zahlreiche Verzahnungen bestehen. Die Abbildung 1 veranschaulicht dies.

In der Praxis zeigt sich bei der Identifizierung von Maßnahmenvorschlägen sowie der Auswahl und Priorisierung über mehrere Stufen ein vielschichtiges Bild des Prozesses, das den regionalen Besonderheiten Rechnung trägt. Um die Elemente der ökonomischen Theorie zum Nachweis der Kosteneffizienz anzuwenden, wurde eine Abstrahierung im Sinne einer schematischen und vereinheitlichten Darstellung des Identifizierungs- und Auswahlprozesses der Maßnahmen vorgenommen. Daher wurde der Prozess im weiteren Verlauf der Betrachtung in die drei Ebenen der potentiellen Maßnahmenträger, die der Gebietskooperationen sowie der Landesebene gegliedert.³ Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Betrachtungsebene (Maßnahmenträger, Gebietskooperation und Land), ihren jeweiligen Maßnahmenbezug, potentielle Mechanismen zur Sicherstellung von Kosteneffizienz auf dieser Ebene sowie das methodische Vorgehen zum Nachweis von Kosteneffizienz.

² Die vollständige Studie wurde unter dem Titel „Die (neue) Ökonomie in der europäischen Gewässerpolitik“ von Lauterbach et al. (2009) veröffentlicht. Eine Zusammenfassung, die als Hintergrunddokument zu den nds. Bewirtschaftungsplänen dient, findet sich hier: http://www.nlwkn.niedersachsen.de/live/live.php?navigation_id=7990&article_id=45644&psmand=26.

³ Dieser Prozess läuft nicht in allen Bearbeitungsgebieten einheitlich ab, vielmehr gibt es Rückkopplungen und Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Stufen.

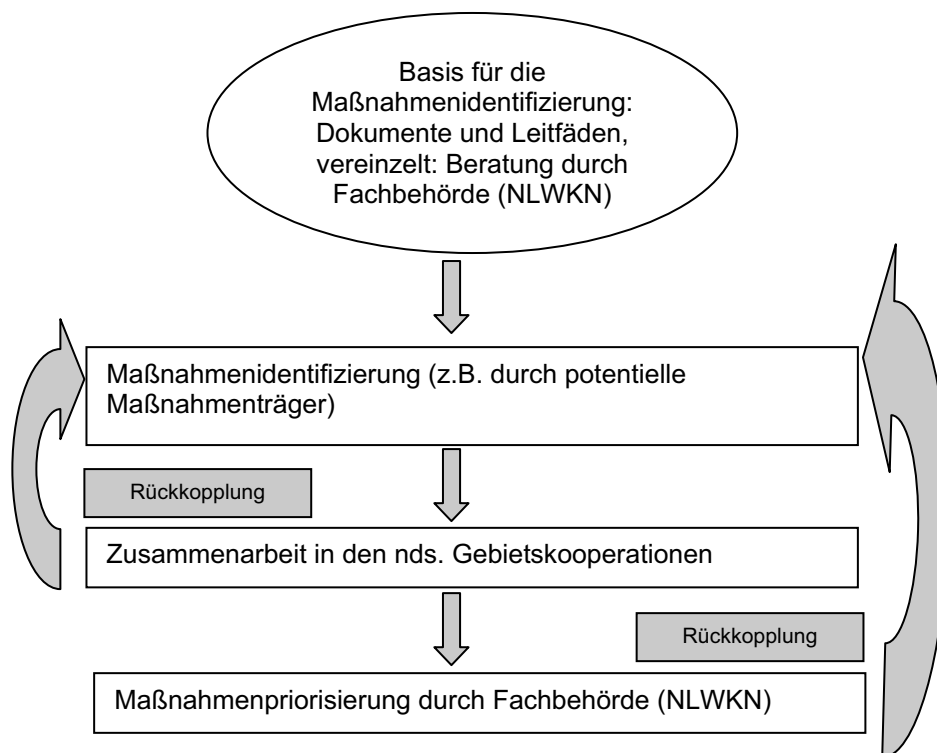


Abbildung 1: Schematische Darstellung des Identifizierungs- und Auswahlprozesses von Maßnahmen

Ebene	(potentielle) Maßnahmenträger	Gebietskooperationen	Land
Maßnahmenbezug (im Schwerpunkt)	Problemanalyse und Aufstellung von Einzelmaßnahmen	Koordination und Auswahl von Maßnahmen	Landesweite Maßnahmenauswahl und - priorisierung
Potenzielle Mechanismen zur Sicherstellung der Kosteneffizienz	Machbarkeitsstudien, Kostenvoranschläge	Fachwissen sowie Kenntnis lokaler Gegebenheiten	Fachwissen, Kriterienkatalog sowie Leitlinien
Methodisches Vorgehen zum Nachweis von Kosteneffizienz	Kosten-Wirksamkeits- Analysen	Deskriptive Prozessauswertung und Experteninterview (organisatorische Effizienz als Metakriterium)	Deskriptive Prozessauswertung und Experteninterview

Tabelle 1: Übersicht zur Untersuchung der Maßnahmenauswahl.

Ergebnisse und die Bedeutung für das Flussgebietsmanagement

Auf Ebene der Einzelmaßnahme konnte in der Untersuchung Niedersachsens Kosteneffizienz anhand der gewählten Beispiele nachgewiesen werden. Die Ergebnisse zeigen, dass das Instrumentarium der Kostenwirksamkeitsanalyse bei der Anwendung in der täglichen Praxis zu sinnvollen und entscheidungsunterstützenden Lösungen führen kann, aber auch an seine Grenzen stößt. Letzteres ist dem Umstand geschuldet, dass mehrere Maßnahmenalternativen miteinander verglichen werden müssen, um Aussagen zur Entscheidungsunterstützung treffen zu können. Mit Hilfe der Fallstudien konnte gezeigt werden, dass die Situation am Gewässer in der Regel sehr komplex ist und tatsächliche Alternativen in der Praxis nicht immer vorliegen bzw. bereits früh im Entscheidungsprozess

aus praktischen Gründen ausscheiden müssen. Des Weiteren erscheint eine separate Überprüfung von Einzelmaßnahmen auf Kosteneffizienz mit Rücksicht auf die Gesamtheit der zur Zielerreichung notwendigen Maßnahmen weder praktikabel noch unbedingt ökonomisch gerechtfertigt, da der Aufwand gegebenenfalls in keinem Verhältnis zum Ergebnis steht.

Vielmehr erschien es im Hinblick auf die gesamte Landesfläche sinnvoll, sich über weitergehende Möglichkeiten des Nachweises bzw. der Gewährleistung der Kosteneffizienz von Maßnahmen Gedanken zu machen. Dies wurde mit der Betrachtung der wasserwirtschaftlichen Strukturen und Prozesse, die zur Identifizierung und Auswahl von Maßnahmen zur Erreichung der Ziele der EG-WRRL dienen, vorgenommen. Hier allerdings scheitern klassische Kosten-Nutzen-Betrachtungen, vielmehr müssen Metakriterien für die Gewährleistung bzw. die Unterstützung der Auswahl von kosteneffizienten Maßnahmen gefunden werden. Zu den Ergebnissen der Untersuchung zählt, dass die vorhandenen wasserwirtschaftlichen Strukturen und Prozesse in Niedersachsen durch solche Kriterien wie z.B. organisatorische Effizienz einen wesentlichen Beitrag liefern, um kosteneffiziente Maßnahmen in die Auswahl und Priorisierung mit auf zu nehmen.

Die hier beschriebenen Ergebnisse können als ein Schritt auf dem Weg zu Empfehlungen für ein ganzheitliches Flussgebietsmanagement gesehen werden. Die Betrachtung von wasserwirtschaftlichen Strukturen und Prozessen bietet die Möglichkeit zur Identifizierung von Mechanismen, die kosteneffiziente Maßnahmen begünstigen. Ebenso können hier Optimierungspotentiale identifiziert werden.

Dennoch gilt es, die Erfahrungen aus der niedersächsischen Untersuchung im Hinblick auf ihre Übertragbarkeit auf eine höhere Ebene wie einer gesamten Flussgebietseinheit zu überprüfen. Bereits beim Nachweis der Kosteneffizienz von Maßnahmen auf Landesebene zeigt sich ein hochgradig inhomogenes Bild wasserwirtschaftlicher Situationen, bei dem die Übertragung von wissenschaftlichen Methoden in die wasserwirtschaftliche Praxis an Grenzen stößt. Es ist zu erwarten, dass dieser Effekt sich auf Ebene der Flussgebietseinheit noch verstärkt, da hier administrative Grenzen und sämtliche damit verbundenen weitergehenden Aspekte zu berücksichtigen und methodisch zu vereinen sind. Damit verbunden ist auch die Frage, ob es letztendlich sinnvoll und praktikabel erscheint, den Nachweis der Kosteneffizienz von Maßnahmen auf übergeordneter Ebene zu führen.

Die Ökonomie ist im Rahmen der Anforderungen der EG-WRRL als entscheidungsunterstützendes Instrumentarium zur Erreichung der Ziele der Richtlinie zu verstehen, ihr Einsatz ist nicht als reiner Selbstzweck zu verstehen. Somit muss sich bei der Umsetzung der ökonomischen Anforderungen der EG-WRRL letztendlich auch der Einsatz ökonomischer Instrumente selbst die Frage nach der Kosteneffizienz gefallen lassen.

Revize definování zranitelných vodních útvarů stojatých vod ohrožených eutrofizací díky plošným zdrojům znečištění v ČR

Dostál T.¹⁾, Krása J.¹⁾, Rosendorf P.²⁾, Hejzlar J.³⁾, Duras J.⁴⁾, Fiala D.²⁾, Urbanová T.²⁾, Dvořáková T.¹⁾, Martinec J.¹⁾, Strouhal L.¹⁾, Koudelka P.¹⁾, Borovec J.³⁾, Ansorge L.⁵⁾

¹⁾ *Fakulta stavební ČVUT v Praze, dostal@fsv.cvut.cz*

²⁾ *Výzkumný ústav vodohospodářský TGM v Praze, pavel_rosendorf@vuv.cz*

³⁾ *Biologické centrum AV ČR, hejzlar@hbu.cas.cz*

⁴⁾ *Povodí Vltavy, státní podnik, duras@pvl.cz*

⁵⁾ *Ministerstvo zemědělství České republiky, libor.ansorge@mze.cz*

Revision of definition of vulnerable standing water bodies, endangered by eutrophication due to non-point pollution sources in the Czech Republic

Within the current River basin management plans of the Czech Republic (2009) there were identified vulnerable standing water bodies. Their vulnerability due to non-point pollution sources of phosphorus is often ascribed to soil erosion and sediment transport processes on arable land. However, in the first planning cycle it was not possible to take into account proportion of point and non-point pollution sources on the assessed water bodies and their effect on total exposure to eutrophication. Detailed characteristics of catchments and reservoirs were not always taken into account. Further analyses are needed regarding to sediment and phosphorus loads from catchments and the dynamics directly in the reservoirs. The paper will present research project of NAAR agency, which has ambitions to revise definition of vulnerable standing water bodies, regarding to eutrophication, caused by phosphorus delivered by non-point pollution sources. The project is unique mainly due to close relation of both of survey and definition of individual pollution sources within the catchments, soil erosion risk and sediment transport assessment, including its retention within the hydrological network and small water reservoirs and of classification of phosphorus load, including phosphorus dynamic and transformation, directly within selected target reservoirs. The output of the project will then be actual vulnerability of selected reservoirs to eutrophication, caused by nutrients coming from non-point pollution sources, with respect to all their specificity, including location of pollution source areas within the catchments. The most modern and advanced methods, based on GIS, mathematical modelling and most recent knowledge collected by field surveys and sampling will be used within the project. The methods will be tested and validated on case studies.

Úvod

V rámci Plánů oblastí povodí ČR schválených na konci roku 2009 byly definovány vodní útvary, zranitelné díky plošným zdrojům znečištění, především pak fosforu z erozního smyvu a transportních procesů na zemědělské půdě. V prvním plánovacím cyklu nebylo možné u hodnocených útvarů stojatých vod náležitě zohlednit podíl bodových a plošných zdrojů na celkovém zatížení a jejich vliv na ohrožení eutrofizací. U plošných zdrojů znečištění pak nebylo možno dostatečně podrobně vzít v úvahu jak charakteristiky povodí, tak i vlastních nádrží ani z hlediska dotace fosforu z povodí ani jeho dynamiky přímo v nádrži. Náplní příspěvku bude prezentace výzkumného projektu NAZV, jehož účelem je právě revize definování ohrožených útvarů stojatých vod z hlediska eutrofizace způsobené fosforem z plošných zdrojů. Unikátnost projektu spočívá v úzkém propojení jak průzkumu a definování zdrojů znečištění v povodí, posouzení erozní ohroženosti, transportní kapacity sedimentu a jeho zachycování v hydrografické síti včetně malých vodních nádrží, tak v klasifikaci zatížení fosforem a následně zohlednění dynamiky transformace fosforu přímo ve vybraných vodních

nádržích. Pro každou nádrž tak bude výstupem její reálná ohroženost eutrofizací způsobená živinami z plošných zdrojů s přihlédnutím ke všem jejím specifickým a to včetně lokalizace kritických zdrojových oblastí v povodí.

Stručná metodika

V současné chvíli je projekt ve stadiu precizace metodiky a zpracování iniciálních případových studií pro lokality, na kterých bude metodika celého řešení testována a validována. Jak bylo uvedeno v úvodní části, předností prezentovaného projektu je především jeho výrazná interdisciplinarita. Proto i sestavení metodiky celého řešení vyžaduje určitý čas a nemalé úsilí spolu s dobrou koordinací.

Práce bude rozdělena do několika kroků:

Revize výběru útvarů stojatých vod, které jsou podle ukazatele celkový fosfor označeny jako útvary, které neplní environmentální cíle. Vzhledem k tomu, že v současné době jsou limity pro celkový fosfor a jednotlivé typy vodních útvarů (tekoucích i stojatých) nastaveny příliš měkce, bude nutné provést revizi limitů pro příslušné typy útvarů povrchových tekoucích vod. Na základě nových limitů pro tekoucí povrchové vody a charakteru příslušných nádrží budou odvozeny nové cíle pro vybrané nádrže a poté posouzen jejich stav. Postup výběru i výsledný seznam nádrží bude konzultován jak se správci jednotlivých povodí, tak se zástupci Ministerstva zemědělství ČR, kteří budou odběrateli a uživateli výstupů projektu.

Výpočet eroze a transportu sedimentu na zemědělské půdě v povodích zvolených vodních útvarů. Výpočet bude prováděn standardními postupy, založenými na aplikaci GIS a s využitím nejpodrobnějších dostupných vstupních dat.

Odhad transportu sedimentu hydrografickou sítí do předmětných vodních nádrží. Řešení bude prováděno na základě rutinně využitelných postupů, založených na GIS. Vzhledem k rozsahu řešení nebude možno využít složitých simulačních modelů pro transport sedimentu ve vodních tocích. Zachycení ve vodních nádržích v rámci povodí bude řešeno zjednodušenými, nicméně statisticky ověřenými postupy, založenými na teoretické době zdržení vody v nádržích.

Odhad podílu erozního fosforu na celkovém zatížení nádrží fosforem bude řešen pomocí celkové roční bilance fosforu v povodí hodnocených nádrží pocházejícího z bodových, plošných a dalších relevantních typů zdrojů, např. chovu ryb v rybnících. Při sestavování bilance fosforu budou zohledněny zejména způsob zásobování vodou, úroveň čištění odpadních vod, sezónní dynamika odtoku fosforu z jednotlivých typů zdrojů a také podíl jednotlivých forem fosforu ze zdrojů a jejich vliv na eutrofizaci nádrží. Pro zjištění podílu erozního fosforu a jeho vlivu na eutrofizaci nádrží budou kombinovány emisní i imisní postupy sestavení bilance. Uvedený postup bude na několika zvolených nádržích ověřen a validován.

Vazba mezi transportem sedimentu a fosforu, vázaného na půdních částicích bude zkoumána z úhlů pohledu charakteristik půd, dostupných v různých databázích, dále z databáze Agrochemického zkoušení zemědělských půd (ACHP ÚKZÚZ) a ověřována bude vlastním monitoringem půdních vlastností ve vybraných povodích. S touto otázkou souvisí i odhad poměru obohacení, který bude do značné míry záviset na zrnitostním složení sedimentu, což bude reflektovat nejen půdní charakteristiky, ale i typ eroze. Ta bude poměrně úzce korespondovat s osevními postupy v zájmovém území a rovněž s typem a časovým výskytem příčinných srážek. Proto bude důležité nevázat se na epizodní interpretaci výstupů, ale soustředit se na statisticky delší období, kde se významný vliv extrémů stírá.

Poslední otázkou je řešení transformací a cyklu fosforu přímo v jednotlivých nádržích – jeho imobilizace nebo naopak remobilizace, které mohou hrát z hlediska eutrofizace a citlivosti jednotlivých nádrží na ni významnou roli. Tato část bude založena na empirických

zkušenostech a matematickém modelování u vybraných testovacích vodních nádrží a implementaci zjištěných vztahů na ostatní nádrže podle jejich dostupných charakteristik, týkajících se průtoku, doby zdržení, tvaru nádržní pánve, plochy hladiny, hloubky vody, způsobu využívání, rozložení průtoků během roku, a dalších parametrech.

Výstupem celého řešení pak bude sestavený přehled vodních útvarů stojatých vod, klasifikovaný podle jejich ohroženosti eutrofizací působenou plošnými zdroji znečištění. Konečné využití výstupů pak umožní kvalifikovanější rozhodování o prioritách iniciace nebo podpory ochranných protierozních opatření v krajině s prioritním zájmem v ochraně kvality vody.

Současný stav řešení

Projekt je v době přípravy tohoto příspěvku ve fázi rozběhu a precizace metodik, které jsou za jednotlivé odbornosti jednoznačně jasné, ale je třeba je sladit co do nutnosti, dostupnosti a přesnosti vstupních a výstupních dat, testovacích a validačních povodí, formátu a podrobnosti výstupů apod.

Z hlediska výběru vodních nádrží je předběžně vybráno 39 vodních útvarů a nádrží (ne všechny vodní nádrže, doporučené k řešení jsou v současné době definovány jako Vodní útvar) – Tabulka 1.

Tabulka 1: předběžný seznam nádrží pro řešení

v. n. Les Království	v. n. České údolí	v. n. Mostiště
v. n. Rozkoš	v. n. Nýrsko	v. n. Nové Mlýny-střed
v. n. Seč I	v. n. Žlutice	v. n. Nové Mlýny-dolní
v. n. Vrchlice	v. n. Skalka	Lenešický ryb.
Vavřínecký ryb.	Máchovo jezero	Svět
v. n. Římov	v. n. Kružberk	v. n. Želiv
Dehtář	v. n. Olešná	v. n. Orlík II - Otava po ústí do Vltavy
Bezdrv	v. n. Žermanice	v. n. Orlík III - od soutoku Vltavy s Otavou
Rožmberk	v. n. Těrlicko	v. n. Orlík I - Vltava po soutok s Otavou
v. n. Slapy	v. n. Nové Mlýny-horní	v. n. Hamry
v. n. Švihov	v. n. Vír I	Chmelař
v.n. Lučina	v. n. Brno	Hvězda
v. n. Hracholusky	v. n. Hubenov	v. n. Hostivař

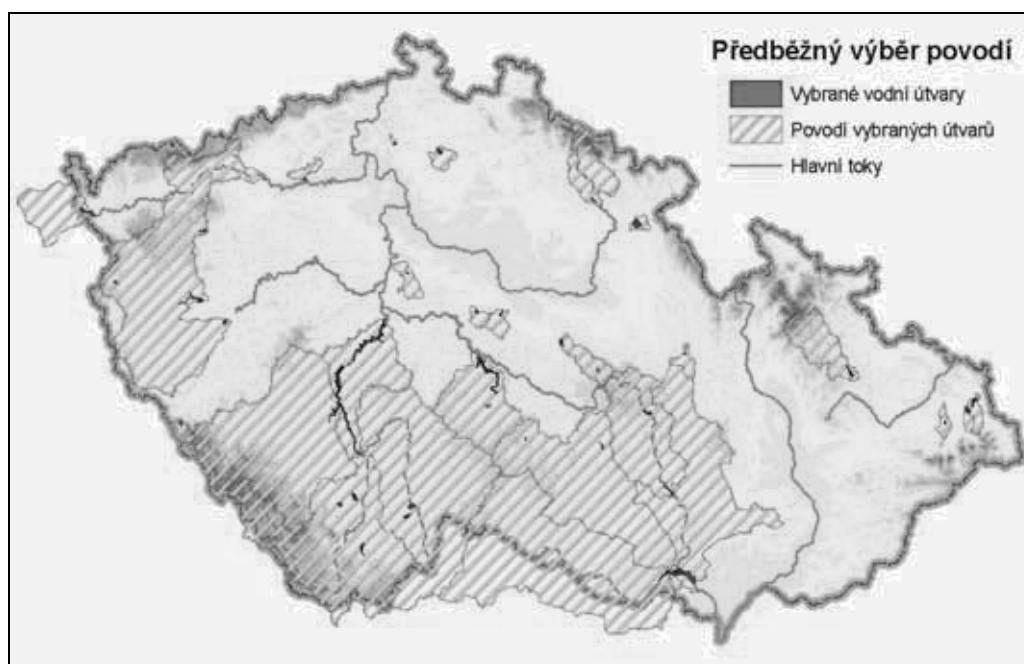
Co do pokrytí plochy ČR současný výběr, který ještě může doznat menších a plošně ne zcela podstatných změn, vyjadřuje Obrázek 1.

Celková plocha území zahrnutého do řešení tedy představuje celkem 33 152 km², což přesahuje 40 % celkové rozlohy ČR, přičemž významná část řešených povodí se nachází rovněž na území sousedních států (Německa a Rakouska)

Jako testovací povodí, vhodné pro všechny zainteresované pracovní skupiny a odbornosti bylo zvoleno pro rok 2010 povodí VN Římov, které má plochu cca 500 km², je zemědělsky využíváno, je v něm standardní hydrografická síť s průměrným počtem vodních nádrží, v povodí probíhá standardní monitoring kvality vody a na vtoku do nádrže je po řadu let prováděno podrobné sledování kvality vody i transportu sedimentu.

V rámci přípravných prací a soustřeďování vstupních dat z hlediska GIS vrstev probíhá nyní jednak doplňování všech nutných datových vrstev pro zájmová území, ležící mimo území ČR – především v Rakousku, kde leží celkem 3 040 km² z území, která by měla být zahrnuta do řešení (viz Obrázek 1). Kromě toho se jako velký problém ukazuje sestavení databáze

vodních nádrží (především malých), které mají zásadní vliv na zachycování sedimentu odcházejícího z povodí. Podle některých odhadů například MVN v povodí o ploše cca 1 500 km² zachycují přibližně ¼ - ⅓ oproti hlavní sledované vodní nádrži v uzávěrovém profilu. Údaje o těchto vodních nádržích jsou silně roztržštěné a nekompletní a v souladu se zkušenostmi z řady předchozích větších GIS orientovaných projektů a aplikací, velká část úsilí, času a prostředků bude spotřebována na soustředování, standardizaci a úpravu vstupních dat.



Obrázek 1: Předběžný výběr povodí pro řešení.

Časový výhled a předběžné závěry

Z hlediska časového výhledu práce přesně sledují vytýčený harmonogram. V současné době probíhají intenzivní diskuze k výběru vodních útvarů, případně dalších vodních nádrží, soustředování vstupních dat a precizace detailů metodik jak na jednotlivých pracovištích, tak jejich vzájemná koordinace.

Do konce roku 2010 bude tato část ukončena stejně jako testovací metodologické výpočty na experimentálním povodí VN Římov.

Následně budou postupně řešena povodí jednotlivých zahrnutých vodních nádrží, bude probíhat jejich klasifikace, formulace doporučení a validace metodik na dalších případových studiích.

Celkově lze předpokládat, že předběžné výsledky pro jednotlivé vodní nádrže a jejich povodí budou odběratelům výstupů – tedy podnikům Povodí a Ministerstvu Zemědělství ČR předávány od roku 2011 průběžně tak, jak budou získávány, aby mohly být ihned zahrnovány do praxe. Hlavní část výpočtů je předpokládána k dokončení již v roce 2013, aby výstupy mohly být zahrnuty do revize Plánů oblastí povodí tak, jak to požaduje evropská Rámcová směrnice o vodě WFD.

Poděkování

Prezentovaný projekt je realizován díky finanční podpoře projektu NAZV QI102A265 „Určení podílu erozního fosforu na eutrofizaci ohrožených vodních útvarů stojatých povrchových vod“.

Porovnání způsobů navrhování, realizace a celkové koncepce revitalizací vodních toků v ČR a SRN na lokální úrovni

Dvořáková T.¹⁾, Weyskrabová L.¹⁾, Dostál T.¹⁾, Valenta P.¹⁾, Valentová J.¹⁾, Vrána K.¹⁾, Koudelka P.¹⁾

¹⁾ *Fakulta stavební ČVUT v Praze, tereza.dvorakova@fsv.cvut.cz*

A Comparison of the Design, Implementation and Complex Concept of Water Flows Revitalization on a Local Basis in the Czech Republic and Germany

Although a common legislature introduced by the European Committee and subject to the Water Framework Directive is valid in both considered countries, the national implementation of common legislature in individual member states allows wide variety of interpretation and local adaptation.

It is well visible in cases of revitalization of small and middle basins which considerably differ in both countries. They mostly cover the concept of revitalization and its aims, involve local inhabitants and co-operate with lay and expert public in designing and implementing projects. The paper contains the outcome of the author's ten-month grant in Germany where she was involved in the study of various methods, aims and procedures used in designing and implementation of revitalization projects in Germany. The author compared these procedures with the conditions in the Czech Republic. Further on, there are presented partial outcomes of the study, focussed on the effect of stream channel and floodplain on flood wave transformation, using 2D hydraulic model, currently in progress at the Faculty of Civil Engineering at the CTU in Prague.

Úvod

Přístup a podoba revitalizací drobných vodních toků prošly za posledních dvacet let jak u nás, tak v okolních státech, značným vývojem. Zatímco v prvotních fázích byly v rámci revitalizací respektovány parametry upravených koryt a nesmělo dojít ke snížení jejich kapacity či záboru okolních pozemků, při současném řešení je voláno po komplexním řešení, jehož součástí je návrat vodního toku do jeho nivy. Respektují se přitom jeho přirozené funkce. K tomuto vývoji mimořádně přispělo přijetí Rámcové směrnice o vodách v prosinci roku 2000. Jejím hlavním cílem je dosažení dobrého stavu všech vod do roku 2015. Revitalizace vodních toků představují způsob, jak dobrého stavu dosáhnout. Mají ale řadu omezení, mj. aplikovatelnost či způsob provedení.

Rámcová směrnice v bodě 14 akcentuje požadavek, že cílového „dobrého stavu“ vodních toků by mělo být dosaženo vzájemnou spoluprací všech zúčastněných subjektů. A právě v interpretaci tohoto bodu se velmi výrazně liší přístupy tuzemské a zahraniční – konkrétně aplikované v SRN. Náplní prezentovaného příspěvku je jednak výstup z odborné stáže hlavní autorky v SRN, kde se zabývala různými přístupy a způsoby realizace revitalizací drobných vodních toků a porovnávala je s postupy aplikovanými u nás. A stručná prezentace výsledků výzkumného projektu, který se zabývá právě posouzením reálných tlumivých potenciálů říčních a potočních niv z hlediska jejich vlivu na transformaci povodňové vlny.

Přístupy k revitalizacím vodních toků v ČR a SRN – očekávání, postupy a výsledky

Základní rozdíl, daný mj. požadavkem Rámcové směrnice, ale i odlišnou kulturní tradicí, spočívá v chápání revitalizací jako takových. Dlouholetý vývoj v SRN přivedl revitalizační akce k současné podobě, která je velmi výrazně multioborová a multifunkční. Primárním cílem zůstává pochopitelně zlepšení stavu toku, případně i jeho nivy a jeho přiblížení stavu

přírodním. Velkou roli ale hraje i otázka začlenění do krajiny, migračního zprůchodnění, protipovodňová ochrana a funkce výchovně vzdělávací.

Na rozdíl od situace v naší republice, kde jsou v drtivé většině jako rozhodující sledovány zájmy investora akce – tedy zpravidla Agentury ochrany přírody a krajiny, v SRN je řada akcí realizována z jiných finančních zdrojů (významným je například využití prostředků z loterie pro životní prostředí BINGO!).

Znatelně odlišný je pak proces plánování a přípravy akce. V ČR v souladu se stávající legislativou při přípravě v podstatě není činěno rozdílu mezi revitalizační akcí a jakoukoliv jinou stavbou. Revitalizace vodního toku je pochopitelně stavbou, která se dotýká vodoteče, a proto nutně musí respektovat existující zákony a nařízení. Na druhé straně, revitalizace vodních toků je velmi specifická disciplína. V SRN je tak např. revitalizace vodních toků využívána k šíření osvěty, budování úcty k vodním tokům a posilování odpovědnosti za stav životního prostředí mezi nejširší veřejností. Ta je formou různých sdružení, workshopů a dalších aktivit zapojována do přípravy a následně i do realizace akce. Protože cílem revitalizace je zlepšení podmínek v toku a jeho přiblížení přirozenému stavu, z odborného hlediska se na přípravě rovněž podílí široké spektrum odborníků. Scházejí se zde vodohospodáři a technici, ale i přírodovědci, zástupci občanských sdružení, či např. sociologové.

Tento přístup přináší významné prodloužení přípravy akcí (často až 10 let), ale na druhé straně pak veřejnost akci chápe jako „svou“. V ČR jsou akce plánovány standardním postupem. Projektantem je autorizovaný stavební inženýr, který si podle svého uvážení přizve další potřebné odborníky, kteří pracují formou subdodávky. Projekt pak prochází standardním schvalovacím řízením. Za úspěšný je považován projekt, který je co nejdříve realizován a jehož příprava trvá co nejkratší dobu. Účast zájmových spolků či občanských sdružení může tuto dobu prodloužit, a proto bývá považována spíše za škodlivou. Při realizaci je v podmínkách ČR rovněž kladen důraz na rychlost, protože projekty jsou většinou financovány z dotačních programů, které je třeba účetně uzavírat. Dlouhodobé akce administrativně neúměrně zatěžují investora.

Často diskutovanou otázkou je úhel pohledu na revitalizační akci po jejím dokončení. V SRN se občanská sdružení, obce, dětské zájmové oddíly a organizace často podílí jak na realizaci, tak na následném sledování a údržbě. Dobrou revitalizací se rozumí ta, která poskytuje kombinované benefity. Tok se může chovat přirozeně a samovolně se vyvíjet. U nás je za takovou považována často ta, která je dokončena brzy a „vypadá přírodně“. Zapojování veřejnosti do přípravy a výstavby již bylo diskutováno a následné sledování akce je spíše výjimkou a odehrává se buď v rámci cílených výzkumných projektů, nebo diplomových pracích studentů vysokých škol. Sleduje se pouze jediný fenomén, komplexní hodnocení chybí. Palčivou a dlouho diskutovanou otázkou zůstává v podmínkách ČR, jak přistupovat k otázkám následného vývoje revitalizovaného koryta toku. V SRN většinou bývá vykoupena celá niva toku a ten se pak může samovolně dotvářet bez dopadů na okolní vlastníky pozemků. Tento přístup je sice nepochybně správný, nicméně je finančně mnohonásobně náročnější. Klade velké nároky i na přípravu stavby a investora, který musí výkupy pozemků zajistit. Výkup pozemků pak v SRN představuje zpravidla rozhodující část nákladů na celou akci. Problémem v ČR z tohoto pohledu pak není jen vysoká cena realizace, ale i otázka, kdo se stane vlastníkem a především uživatelem nebo správcem takových pozemků. Ten bude zodpovědný i za jejich údržbu. Plochy ponechané přirozenému vývoji totiž většinou úspěšným vývojem směřují do stavu, který není veřejností obecně chápán jako „správný a pěkný“. Může tak být ohroženo renomé revitalizačních aktivit. Řešením by mohlo být větší zapojení široké veřejnosti již do fáze přípravy a plánování.

Dalším příkladem rozdílu může být chápání revitalizací v kontextu protipovodňové ochrany. Obecně se má za to, že přirozené koryto a niva toku má významnou tlumící funkci a velkou retenční kapacitu. Na druhé straně je jasné, že revitalizace spojená s rozlivem vody do nivy nemůže v žádném případě ohrožovat majetek nebo dokonce zdraví a životy obyvatel. Tím je

do značné míry podle současných kritérií zúžen výběr vhodných lokalit, které splňují toto kritérium.

Primárním předpokladem pro správný návrh revitalizace právě z hlediska podpory protipovodňové ochrany je porozumění základním principům a reálný odhad potenciálů koryta a nivy v souvislosti s transformací povodňové vlny. Právě v těchto otázkách panuje opět v ČR velká nejistota, kdy převažuje buď podceňování, nebo naopak přeceňování tohoto potenciálu.

Za cíl přispět porozumění dané problematice si klade výzkumný projekt agentury NAZV QH 82078 „Retence vody v nivách a možnosti jejího zvýšení“. Jeho náplní obecně je s využitím nejmodernějších metod a prostředků matematického modelování popsat vliv různých kombinací koryt a niv vodních toků a způsobů jejich využití na transformaci povodňové vlny. V rámci projektu jsou modelově řešeny tři základní typy niv a to Horní Lužnice, jako představitel zcela přirozeného toku v široké ploché a plně ladem ležící nivě, niva Stropnice, představující upravené koryto v hospodářsky extenzivně využívané nivě a poslední je niva Blanice ve středním úseku, jako zástupce intenzivně hospodářsky využívané nivy s vysokým stupněm protipovodňové ochrany.

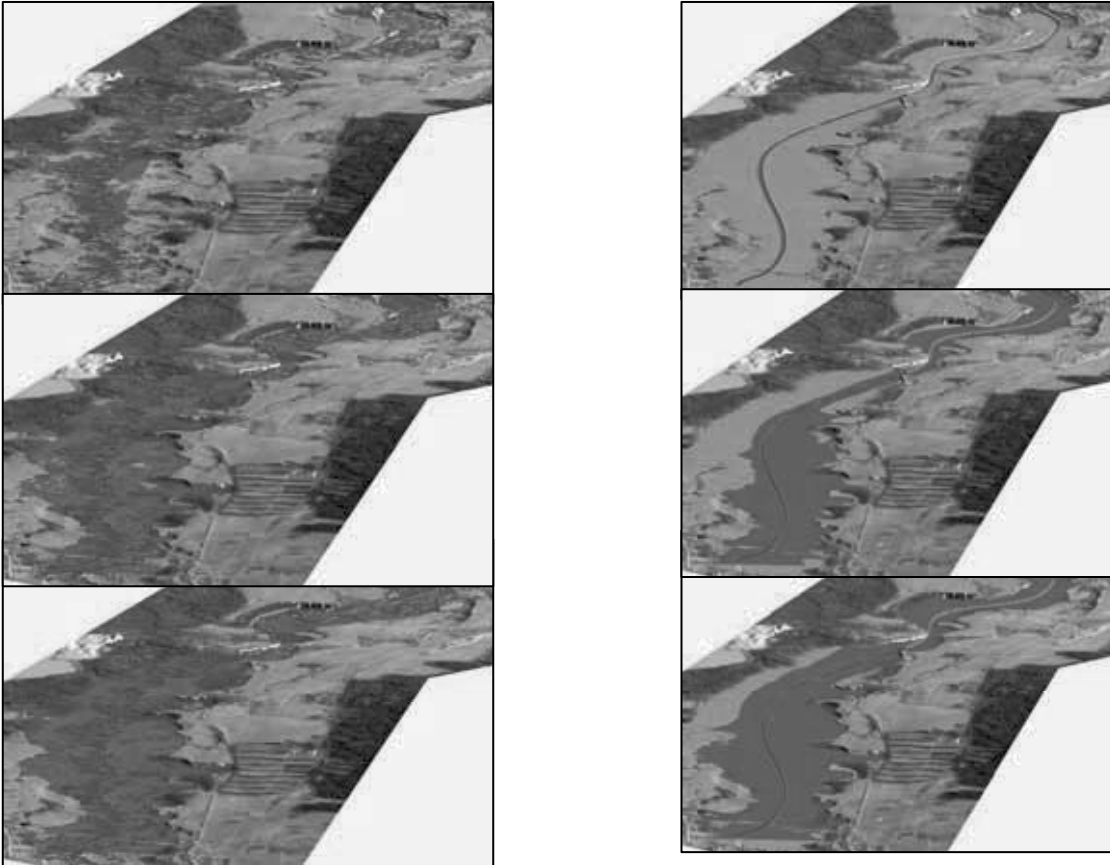
Pro příklad jsou jen orientačně uvedeny výsledky simulací v nivě Lužnice, kde byly kromě stavu stávajícího modelovány i scénáře úpravy koryta a nivy ve smyslu jak pozitivním tak i negativním. Aktuální stav je označen jako scénář A. Je to stav téměř přirozený – podkladem je původní tvar terénu a mozaikovitě rozložené vegetace. Scénáře B a C se liší od A využitím území, tvarově zůstávají stejné. Scénář B představuje úplné zalesnění celé nivy, scénář C potom zastupuje odlesnění v celé nivě až k břehovým hranám se snížením hodnoty drsnosti povrchu na hodnotu odpovídající orné půdě.

Ve scénáři D je koryto upravené, kapacitnější a vedené v nové trase, s velmi malou drsností charakteristickou pro hladká betonová koryta. Terén je vyrovnaný a území je využíváno jako orná půda až k břehovým hranám, bez břehové vegetace. Délka nově navrženého koryta se přibližně změnila z původních 10 na 5,6 kilometrů. Scénář E vychází z takto upraveného terénu a koryta, území je ale znovu zalesněno. Scénář F představuje ohrázení aktivní zóny nivy původního koryta s ochranou přilehlého území na Q_{100} . Scénář G vznikl na základě scénáře D domodelováním příčných hrázek pro zvýšení retenční schopnosti nivy.

Z výsledků je ve stručnosti možno prezentovat například fakt, že zatímco v nivě zcela přirozeného charakteru je k transformaci průtoku s dobou opakování 100 let na průtok s dobou opakování 50 let zapotřebí cca 23 km, niva hospodářsky využívaná s upraveným kapacitním korytem na stejnou transformaci potřebuje úsek délky 67 km. Výsledky pochopitelně potřebují náležitý komentář a interpretaci, na které zde není dostatek prostoru, nicméně v každém případě naznačují, že v případě vhodných morfologických i hospodářských podmínek je tlumící potenciál říčních niv nezanedbatelný, na druhé straně tato jejich schopnost není neomezená a rozhodně není aplikovatelná plošně jako univerzální řešení.

Tabulka č. 1 Vyhodnocení transformace pro jednotlivé scénáře úpravy nivy a koryta

Scénář	Vstupní vlna Q_5		Scénář	Vstupní vlna Q_{20}		Scénář	Vstupní vlna Q_{100}	
	posun času kulminace	poměr průtoků		posun času kulminace	poměr průtoků		posun času kulminace	poměr průtoků
	[hod]	[%]		[hod]	[%]		[hod]	[%]
B	8.5	95.4	B	5.5	95.8	E	5.5	95.9
A	7.5	96.0	E	4.5	96.5	G	5.5	95.9
F	6.5	96.5	A	4.5	96.6	B	4.5	96.7
C	6.5	96.5	F	4.5	97.0	A	4.5	97.0
D	0.0	100.0	C	4.0	97.1	D	3.5	96.9
E	0.0	100.0	G	3.5	97.0	F	3.5	97.4
G	0.0	100.0	D	3.5	97.1	C	2.5	97.6



Obrázek 3 - Vizualizace hladin pro dva scénáře A (vlevo) – modelované průtoky Q_{15d} , Q_5 a Q_{100} a D (vpravo) - modelované průtoky – Q_5 , Q_{20} a Q_{100}

Náplní prezentovaného posteru je jednak podrobnější ukázka porovnání přístupu k revitalizacím drobných vodních toků v ČR a SRN včetně ukázky dosud nepublikované informační brožury, kterou hlavní autorka příspěvku zpracovala během své stáže v SRN a jednak podrobnější prezentace výsledků matematických simulací, souvisejících s odhadem vlivu stavu nivy a koryta na transformaci povodňové vlny.

Poděkování

Výsledky příspěvku vznikly za finanční podpory výzkumných projektů VZ 684077000002 – „Revitalizace vodního systému krajiny a měst zatíženého významnými antropogenními změnami“, NAZV QH 82078 „Retence vody v nivách a možnosti jejího zvýšení“ a Výzkumného záměru č. MSM 6840770002. Část týkající se aplikace v SRN vychází ze studijního pobytu, financovaného nadací DBU.

Zustand der Flussauen in Deutschland

Klaus Follner, Thomas Ehlert, Bernd Neukirchen

Bundesamt für Naturschutz (BfN), Fachgebiet II 3.2 „Binnengewässer, Auenökosysteme und Wasserhaushalt“

Konstantinstraße 110, D-53179 Bonn

Status of the German Floodplains

Floodplains are hotspots of biodiversity and central elements of an ecological network. They are also areas of flood protection and agricultural as well as urban use. The Federal Agency for Nature Conservation (BfN) funded scientific projects which aimed to raise an inventory of the remaining active floodplains and their status.

For about 10.000 km of larger rivers of Germany the dimension of floodplains with the loss of flooding areas, the agricultural use, and the status of the remaining active floodplains are presented in three maps. These maps and the status report on floodplains show that at large parts of streams like Rhine and Elbe only 10-20% of the former river basin can be flooded. The floodplains' status is expressed in five classes of modification relative to a potentially natural status. Only 10% of the German active floodplains are "nearly unmodified" or "slightly modified", however 54% are "heavily" or "very heavily modified".

These results show that there is an urgent need of floodplain restoration. The documents shall be an information source for administrations, planners and nature conservation organisations.

Einleitung

Naturnahe Binnengewässer, ihre Uferzonen und Auen sowie die angrenzenden Grundwasserleiter zählen zu den wertvollsten und am stärksten gefährdeten Ökosystemen in Europa (TÖCKNER & STANFORD 2002). Außerdem bieten Flüsse und ihre Auen, das Grundwasser und Feuchtgebiete dem Menschen eine Vielfalt von natürlichen Funktionen und Dienstleistungen, wie sie von keinem anderen Ökosystemtyp erreicht wird (z.B. TURNER et al. 2008, MALTBY 2009). In den Flussauen ist ein wesentlicher Grund für den Verlust von Biodiversität der Verlust an Fläche (BRUNOTTE et al. 2009). Auch die Auenflächen, die noch von Hochwässern erreicht werden, also eine auentypische oder aueähnliche Überflutungsdynamik aufweisen, haben zu erheblichen Teilen die auentypische Morphodynamik verloren, weil die Flussbetten wegen der Schifffahrt und dem Hochwasserschutz durch Flussbaumaßnahmen festgelegt und oft auch eingetieft sind. Ihre Funktion als Lebensraum ist dadurch stark eingeschränkt. Der Erhalt der Biodiversität in Auen muss also zu allererst bei der Erhaltung und Wiedergewinnung naturnaher, hydrologisch und morphologisch intakter Auenflächen ansetzen. Grundlage für den Schutz von Auen und die Ableitung von Maßnahmen ist deren bundesweite Erfassung und Zustandsbewertung.

Für das Gebiet Deutschlands lagen bis vor Kurzem keine einheitlichen Erhebungen über die Flächengröße von Auen und Überschwemmungsgebieten, deren Nutzung und Schutzstatus sowie über Potenziale zur Wiedergewinnung bzw. Renaturierung vor. Mit zwei Forschungs- und Entwicklungsvorhaben des Bundesamtes für Naturschutz (BfN) wurde diese Lücke geschlossen und die Ergebnisse im „Auenzustandsbericht - Flussauen in Deutschland“ (BMU & BfN 2009, BRUNOTTE et al. 2009) veröffentlicht. Im Folgenden werden die Methoden und Ergebnisse der bundesweiten Auenzustandserfassung dargestellt.

Methoden der Auenbilanzierung und Auenbewertung

Bearbeitet wurden die Auen von Flüssen mit einer Einzugsgebietsgröße ab 1.000 km². Ausgenommen sind die tidebeeinflussten Abschnitte an den Flussmündungen. Der Datensatz der bundesweiten Auenerfassung (Abb. 1) liegt für die Auen von 79 Flüssen in Deutschland

entlang ca. 10.000 Flusskilometer vor. Die Ergebnisse wurden übersichtlich in Karten dargestellt. Erfasst wurden die rezenten Auen, die bei Hochwasser überschwemmt werden können, und Altauen, die aktuell nicht mehr überflutet werden. Wegen der Praktikabilität bei einem so großräumigen Ansatz wurden bundesweite und digital verfügbare, vorhandene Fachdaten des Bundes und der Länder genutzt. Die Abgrenzung der Auen erfolgte u.a. auf Grundlage des digitalen Landschaftsmodells (DLM 25) und Länderdaten zu Überschwemmungsgebieten.

Für die ermittelten Auenflächen wurden in einem zweiten Schritt Daten zur Landnutzung, zu Schutzgebieten (u.a. Natura 2000-Gebiete) und Biotopen in Auen sowie zum Verlust von Überschwemmungsflächen zusammengeführt und für die weitere Auswertung in 1-Kilometer-Auensegmente unterteilt. Für alle ca. 10.000 Auensegmente liegen jeweils für das linke und rechte Ufer Auswertungen zur Fläche der rezenten Aue, der Altaue, der Landnutzung, der Schutzgebiete und der geschützten Biotope vor.

Für die Bewertung des Auenzustandes wurde eine Methodik entwickelt, die einen bundesweiten Überblick über das Ausmaß der standörtlichen Veränderungen der Auen gibt. Die Bewertung des Auenzustandes erfolgt in fünf Klassen (Tab. 1). Sie fußt auf den wesentlichen morphologischen und hydrologischen Standortbedingungen in Auen, der Vegetation und der Flächennutzung, die zugleich bestimmend für die Ausprägung der Lebensraumqualität für Pflanzen und Tiere sind. Das Bewertungsverfahren ist leitbildbasiert mit einem Bezugspunkt, der als naturraumtypischer „potenziell natürlicher Zustand“ der Auen definiert ist (KOENZEN 2005). Die Bewertung erfolgt durch eine Vielzahl auenrelevanter Parametern für die 1-Kilometer-Auenabschnitte. Für jedes der ca. 16.000 bewerteten Auensegmente lässt sich die Herleitung der Gesamtbewertung durch die Einzelparameterbewertung nachvollziehen und ist damit vollkommen transparent.

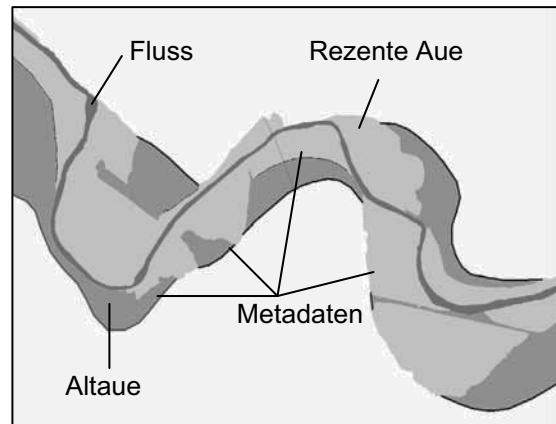


Abb. 1: Der Basisdatensatz der bundesweiten Auenerfassung besteht aus der Lage von Fluss, rezenter (überflutbarer) Aue und ehemals überflutbarer Aue (Altaue) sowie Metadaten, z.B. Aktualität der Daten.

Tab. 1: Beschreibung der Auenzustandsklassen

Klasse	Ausprägung
1 sehr gering verändert	Auen von Überflutung durch Gewässerausbau und/oder Hochwasserschutzmaßnahmen nicht oder nur in sehr geringem Maße abgekoppelt Gewässer in der Regel mit sehr geringem Ausbaugrad, selten regelprofiliert, mit sehr hohem Überflutungspotenzial Vorherrschend keine oder sehr extensive Flächennutzung, zumeist Wald, Feuchtgebiete und vereinzelt Grünland
2 gering verändert	Auen von Überflutung durch Gewässerausbau und/oder Hochwasserschutzmaßnahmen in geringem Maße abgekoppelt Ausbaugrad unterschiedlich, z.T. regelprofiliert, aber in der Regel mit hohem Überflutungspotenzial Vorherrschend extensive Flächennutzung, zumeist Wald, Feuchtgebiete und Grünland
3 deutlich verändert	Auen von Überflutung durch Gewässerausbau und/oder Hochwasserschutzmaßnahmen teilweise abgekoppelt Gewässer in der Regel ausgebaut, jedoch mit Überflutungspotenzial Wechselnde Flächennutzungsintensitäten
4 stark verändert	Auen von Überflutung durch Gewässerausbau und/oder Hochwasserschutzmaßnahmen weitgehend abgekoppelt Gewässer in der Regel ausgebaut, teilweise gestaut Intensive Flächennutzung, vorherrschend intensive Landwirtschaft und Siedlungen
5 sehr stark verändert	Auen von Überflutung durch Gewässerausbau und/oder Hochwasserschutzmaßnahmen abgekoppelt Gewässer in der Regel stark ausgebaut, häufig gestaut Intensive Flächennutzung, zumeist mit höheren Siedlungsanteilen

Um das Übersichtsverfahren zu validieren, wurde ein detailliertes Bewertungsverfahren für die Beurteilung einzelner Auenabschnitte unter Nutzung lokal verfügbarer Daten erarbeitet und beispielhaft angewendet. Dieses Detailverfahren wurde an 21 Auenabschnitten durchgeführt und optimiert. Mit seiner Anwendung können künftig detaillierte und planungsrelevante Informationen zur nachhaltigen Auenentwicklung erzielt werden.

Der Auenzustandsbericht

Als Ergebnis liegt die erste bundesweite und fortschreibungsfähige Zustandsbewertung der Flussauen in Deutschland vor, deren Ergebnisse über Bundesländer und Einzugsgebiete hinweg vergleichbar sind. Damit ist ein rascher Überblick über die räumliche Lage und Ausdehnung von Flussauen ebenso möglich wie der Zugriff auf detaillierte Informationen zu einem bestimmten Auenabschnitt. Zu allen Informationen sind Metadaten hinterlegt, so dass die Datenquellen nachvollziehbar sind.

Die Ergebnisse der Auenbilanzierung für die Flussauen Deutschlands können in den folgenden Aussagen zusammengefasst werden. Etwa 15.000 km², ca. 4,4% der Fläche Deutschlands, waren ehemals Flussauen (ohne Bachauen und Tidebereich). Etwa 2/3 der ehemaligen Überschwemmungsflächen an Flüssen sind durch Deichbau verloren gegangen, an vielen Abschnitten von Rhein, Elbe, Donau und Oder sind es 80 - 90%. Die verbliebenen rezenten Auen werden zu mehr als 1/3 intensiv genutzt, u.a. als Acker- (28%) und Siedlungsflächen (6%). Ökologisch funktionsfähig sind weniger als 10% der rezenten Auen. Die noch vorhandenen naturnahen Hartholzauwälder bedecken beispielsweise nur etwa 1% der rezenten Auenfläche.

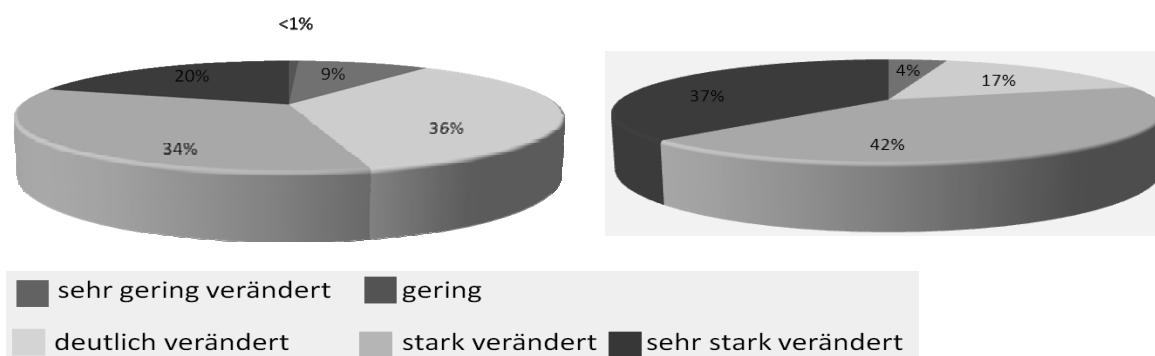


Abb. 2: Verteilung der Auenzustandsklassen für alle bewerteten Abschnitte der rezenten Flussauen (links) und der Altauen (rechts).

Dieses Bild wird durch die Ergebnisse der Auenbewertung weiter konkretisiert (Abb. 2). Gemessen am potenziell natürlichen Zustand werden von den rezenten Auen weniger als 1 % als sehr gering verändert (Klasse 1) und 9 % als gering verändert (Klasse 2) eingestuft. 36 % der rezenten Auen werden der Klasse 3 (deutlich verändert) zugeordnet, besitzen gleichwohl noch „Auencharakter“. Das Vorherrschen der Auenzustandsklassen 4 (stark verändert) und 5 (sehr stark verändert) mit zusammen 54 % erklärt sich aus der intensiven landwirtschaftlichen Nutzung der fruchtbaren Auenböden und der historischen Bedeutung der Flüsse als Transportwege. In der Folge waren die Auen Schwerpunkte der Siedlungs- und Wirtschaftsentwicklung und wurden zusammen mit den Flüssen umfassend durch wasser- und kulturelle Maßnahmen umgestaltet. Insgesamt ist das Überwiegen von deutlich bis sehr stark veränderten Auenabschnitten zurückzuführen auf die intensive Nutzung der Auen, die eingeschränkte Überflutbarkeit der Auenflächen, den Gewässerausbau und die Staubeinflussung.

Bei einem Vergleich der Bewertung der rezenten Aue, die nicht durch Deiche vom Fluss getrennt ist, und der Altaue zeigt sich, dass in der rezenten Aue deutlich häufiger naturnahe Ausprägungen anzutreffen sind als in den Altauebereichen. Bei Letzteren überwiegen mit etwa 80 % die Klassen 4 und 5 (Abb. 2).

Diskussion

Mehr als 50% der Flüsse und rezenten Auen sind als Natura 2000-Gebiete ausgewiesen (BRUNOTTE et al. 2009). Im Vergleich zu anderen Landschaftsräumen stehen rezente Auen damit zu einem überproportional hohen Anteil unter Schutz. Dennoch stellt die heutige Vielfalt an Lebensräumen und Arten nur einen hochgradig gefährdeten Rest ehemaliger Biodiversität in Auen dar. Grundlage der Vielfalt sind die kleinräumig wechselnden Standorteigenschaften, die es ermöglichen, dass dicht nebeneinander unterschiedliche Lebensgemeinschaften existieren können (NAIMAN & DECAMPS 1990, WARD et al. 2002). Der bundesweite Überblick zeigt, dass die Fläche der heute noch naturnahen Auen zu klein ist, um die Artenvielfalt dauerhaft zu sichern. Beispielsweise nehmen naturnahe Hartholzauwälder als einstmals prägender Lebensraum aktuell nur noch etwa 0,4 % der morphologischen Aue großer Flüsse ein und sind großflächig nur noch an der Mittelelbe, der Mulde und am Oberrhein vorhanden (BRUNOTTE et al. 2009).

Auen besitzen als Zentren der biologischen Vielfalt und als zentrale Achsen eines länderübergreifenden Biotopverbundes einen bedeutenden naturschutzpolitischen Stellenwert. Dies kann an aktuellen Aussagen im Koalitionsvertrag der Bundesregierung (2009) abgelesen werden: „Für den Natur- und Hochwasserschutz sollen natürliche Auen reaktiviert und Flusstäler, wo immer möglich, renaturiert werden“. Bei der Aufstellung eines Bundesprogramms „Biologische Vielfalt“ zur Umsetzung der „Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt“ sollte den Flussauen daher eine besondere Bedeutung beigemessen werden. Die dem Auenzustandsbericht (BMU & BFN 2009) zu Grunde liegenden Ergebnisse können hierbei als Grundlage dienen. Die Implementierung eines Indikators für den bundesweiten Auenzustand könnte dazu dienen, die Umsetzung und Wirksamkeit naturschutzpolitischer Zielsetzungen und Maßnahmen fachlich nachvollziehbar zu überprüfen.

Auen sind nicht nur Zentren der Biodiversität, sondern auch natürliche Retentionsräume für eine nachhaltige Hochwasservorsorge. Sie verzögern den Abfluss von Hochwasserwellen und tragen zur Absenkung von Hochwasserscheiteln bei (ACREMANN et al. 2003). Mit der erstmalig vorliegenden bundeseinheitlichen Bilanzierung und Bewertung der Auen liegt für die Identifizierung national bedeutsamer Auengebiete und nicht zuletzt für Potenzialbetrachtungen, z. B. für die naturnahe Auenentwicklung und die Wiedergewinnung von Überschwemmungsgebieten eine wertvolle Informationsquelle vor. So könnte der Auenzustandsbericht dazu führen, dass Synergien zwischen Hochwasserschutz und Erhaltung der Biodiversität in Auen künftig noch besser erkannt und realisiert werden.

Literatur

- ACREMANN, M. C., R. RIDDINGTON & D. J. BOOKER (2003): Hydrological impacts of floodplain restoration: a case study of the River Cherwell, UK. – *Hydrology and Earth System Sciences* 7: 75-85
- BMU & BFN – BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT & BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (Hrsg.) (2009): Auenzustandsbericht. Flussauen in Deutschland. – Berlin, 35 S.
- BRUNOTTE, E., E. DISTER, D. GÜNTHER-DIRINGER, U. KOENZEN & D. MEHL (2009): Flussauen in Deutschland - Erfassung und Bewertung des Auenzustandes. – *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 87: 141 S. + Anhang und Kartenband, Bonn - Bad Godesberg
- KOALITIONSVERTRAG ZWISCHEN CDU, CSU UND FDP, 17. LEGISLATURPERIODE (2009): WACHSTUM. BILDUNG. ZUSAMMENHALT. – <http://www.cdu.de/doc/pdfc/091026-koalitionsvertrag-cducsu-fdp.pdf>
- KOENZEN, U. (2005): Fluss- und Stromauen in Deutschland – Typologie und Leitbilder. – *Angewandte Landschaftsökologie* 65: 1 - 327
- MALTBY, E. (2009): The functional assessment of wetlands: Towards evaluation of ecosystem services. – Woodhead Publishing Ltd., Cambridge
- NAIMAN, R. J. & H. DECAMPS (1990): The ecology and management of aquatic-terrestrial ecotones. – UNESCO MAB series. The Parthenon Publishing Group/UNESCO, Paris, France
- TOCKNER K. & J. A. STANFORD (2002): Riverine floodplains: present state and future trends. – *Environmental conservation* 29: 308-330
- TURNER, R. K., S. GEOGIU & B. FISHER (2008): Valuing Ecosystem Services: The Case of Multifunctional Wetlands. – Earthscan, London
- WARD J. V., K. TOCKNER, D.B. ARSCOTT & C. CLARET (2002): Riverine landscape diversity. – *Freshwater Biology* 47:517–39

Hodnocení kontaminace vybraných složek ekosystému Bíliny (povodí Labe, Česká republika)

Ladislav Havel*, Petr Vlasák*, Kateřina Kohušová, Přemysl Soldán*, Tomáš Randák***, Jan Šťastný***

*Výzkumný ústav vodohospodářský T.G.M., v.v.i.; **Přírodovědecká fakulta UK Praha; ***VÚRH JU České Budějovice

Assessment of contamination of the selected compounds of the Bílina River ecosystem (Elbe River basin, Czech Republic)

Abstract:

The main results of the Bílina River ecosystem contamination:

- sediment's contamination: heavy metals concentrations in the upper profiles (As, Be, Cd) of the Bílina River are probably caused by natural background. Pollution in the middle and lower parts (As, Cr, Cu, Hg, Pb, V, Zn, PCB, OCP, C₁₀-C₄₀) by anthropogenic activity.
- sediment's toxicity and genotoxicity: significant toxicity was detected in central profiles of the Bílina River; genotoxicity in almost all profiles
- bioaccumulation of pollutants in the *Dreissena polymorpha* biomass: upper profiles: Cr, Cd, Pb; central profiles: Cr, V, PCB's; downstream profiles: Cr, Hg, DDT
- fish population composition and fish biomass contamination: 19 fish species were detected in the Bílina River; absence of fish in the central profiles; biomass contamination in the Bílina River profiles differs both in fish species and specific pollutants

1. Úvod

Bílina odvodňuje severozápadní část České republiky s vysokou koncentrací těžebního, energetického a chemického průmyslu a značnou hustotou osídlení a je jedním z nejvíce znečištěných toků v České republice. Bílina společně s toky Mulde (Bitterfeld), Tetowkanal (Berlin) a Hagengewasser (Hamburg) patří k tzv. „hot spots“ v povodí Labe (Heinisch a kol., 2005; Kohušová a kol., 2009). Většinu z celkové délky toku je dle „Rámcové směrnice“ (2000/60/EC) možno charakterizovat jako „silně ovlivněný vodní útvar“ (HMWB). Na základě ekohydromorfologického hodnocení lze pouze 12% délky toku Bíliny zařadit do kategorií „přírodě blízké“ a „mírně antropogenně ovlivněné“ úseky, které jsou převážně situovány do oblasti Krušných hor (Dvořák, Matoušková, 2008). Přes výrazné zlepšení jakosti vody v posledních desetiletích stále v oblasti středního (Záluží – Želenice) a dolního toku přetrvává nevyhovující stav v řadě ukazatelů až na úrovni IV.-V. třídy jakosti dle ČSN 75 7221 a jsou překračovány imisní limity Vyhl. 229/2007 Sb. Situaci nárazově komplikují „mimořádné události“, především v oblasti středního toku.

Cílem příspěvku je zhodnotit kontaminaci vybraných složek ekosystému v podélném profilu toku Bíliny analýzou sedimentů, jejich toxicity a genotoxicity, akumulace škodlivin v biomase mlže *Dreissena polymorpha* a složení společenstva a kontaminace biomasy ryb.

2. Metodika

Sledování všech složek ekosystému probíhalo v devíti profilech toku Bíliny:

Březenec (ř.km 71), pod ČOV Jirkov (ř.km 68), nad VD Jiřetín (ř.km 58), pod VD Jiřetín (ř.km 56), Záluží (ř.km 54), Želenice (ř.km 42,5), pod ČOV Bílina (ř.km 34), Rtyně nad Bílinou (ř.km 16), Ústí nad Labem (ř.km 0,2).

Sedimenty

Odebírány jako směsný vzorek vždy na několika místech daného profilu. Sledované ukazatele byly analyzovány standardními metodami.

Toxicita a genotoxicita sedimentů

Toxicita byla stanovena zkouškou akutní toxicity methanolového výluhu z frakce sedimentu <63 μm na luminiscenčních bakteriích *Vibrio fischeri* postupem dle ČSN EN ISO 11 348. Genotoxicita byla stanovena Amesovým fluktuálním testem využívajícím auxotrofní kmeny *Salmonella typhimurium* His⁻ jak bez, tak s metabolickou aktivací pomocí S9 frakce z jater pstruha duhového (*Oncorhynchus mykiss*).

Akumulace škodlivin v biomase mlže *Dreissena polymorpha*

Mlži ze standardní lokality (písník Předměřice) byli exponováni ve všech devíti profilech Bíliny. Expozice trvala cca dva měsíce, obsah sledovaných škodlivin (kovy: As, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Sn, V, Zn; organické látky: HCB, α-HCH, β-HCH, γ-HCH, δ-HCH, DDE, DDD, DDT, PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 118, PCB 138, PCB 153, PCB 180, PCB 194), byl analyzován v biomase mlžů bez skořápek a byssových vláken.

Ryby

V červnu 2009 byl proveden elektroodlov ryb ve všech devíti sledovaných profilech (prolovované úseky o délce stovek metrů až cca 2 km). Bylo sledováno druhové složení rybího společenstva v jednotlivých profilech a kontaminace biomasy (přednostně svalovina, která je předmětem běžné konzumace; v případě jelce tlouště – *Leuciscus cephalus* i jaterní tkáň).

3. Výsledky

Sedimenty

Zvýšenou koncentraci kovů (především As, Be, Cd) v sedimentech v horních profilech Bíliny (Březeneč, ř.km. 71; pod ČOV Jirkov, ř.km 68) lze přičíst geogenímu pozadí. V profilech středního a dolního toku je opakovaně zjišťovaná zvýšená koncentrace kovů v sedimentech (As, Cr, Cu, Hg, Pb, V, Zn) způsobena především antropogenními vlivy (Lochovský, 2008). Zvýšené koncentrace organických škodlivin v sedimentech se vyskytují převážně ve střední a dolní části toku (PCB, OCP již od ř.km 56, C₁₀-C₄₀ především v oblasti centrálního Mostecka – ř.km 54-42,5). Významná kontaminace sedimentů PAU byla opakovaně zjištěna v profilu Březeneč (ř.km 71).

„Mimořádná událost“ na Bílém potoce (únik pyrolyzních benzinů z areálu Unipetrol RPA, a.s.) dne 23.12.2009 se následně odrazila ve výrazném zvýšení koncentrací organických látek (naftalen, styren, trichlorbenzen, PAU, C₁₀-C₄₀) v sedimentech v profilech Záluží až Rtyně nad Bílinou (ř.km 54 -16).

Toxicita a genotoxicita sedimentů

V roce 2009 bylo detekováno toxické až silně toxické znečištění sedimentů v profilech Záluží a Želenice (ř.km 54 a 42,5). Výrazně horší byla situace z hlediska genotoxicity: většina vzorků z podélného profilu byla hodnocena jako genotoxická po metabolické aktivaci: pod ČOV Jirkov (ř.km 68), nad VD Jiřetín (ř.km 58), pod VD Jiřetín (ř.km 56), Rtyně nad Bílinou (ř.km 16); resp. silně genotoxická: Březeneč (ř.km 71), pod ČOV Bílina (ř.km 34), Ústí nad Labem (ř.km 0,2). U vzorků z profilů Záluží, Želenice lze předpokládat, že jejich toxicita byla příčinou falešně negativních výsledků stanovení genotoxicity.

Toxicita sedimentů byla ovlivněna i „mimořádnou událostí“: v únoru 2010 vykazovaly sedimenty v profilech Záluží, Želenice a Rtyně silnou toxicitu, v profilu Ústí nad Labem toxicitu.

Akumulace škodlivin v biomase mlže *Dreissena polymorpha*

Z hodnocení dvou expozičních období (prosinec 2008-únor 2009 a červenec 2009-září 2009) je zřejmé zatížení:

- Cr:** horní tok (Březeneč), střední tok (nad VD Jiřetín) a závěrný profil (Ústí nad Labem)
- Cd:** horní tok (Březeneč a pod ČOV Jirkov)
- V:** od středního toku (max. Záluží)
- Hg:** závěrný profil (Ústí nad Labem)
- Pb:** horní tok (pod ČOV Jirkov)

Suma PCB: nejvyšší zatížení v oblasti centrálního Mostecká: pod VD Jiřetín, Záluží a Želenice

Suma DDT: nejvyšší zatížení v profilu Ústí nad Labem

Ryby

Ve sledovaných profilech bylo zaznamenáno celkem 19 druhů ryb. Diverzita a zastoupení adultní a juvenilní složky populace jednotlivých druhů ve sledovaných profilech odpovídaly lokálním ekologickým podmínkám. Zhoršování životních podmínek od profilu pod VD Jiřetín je patrné v absenci ryb v profilu Želenice (zjištěná přítomnost dvou druhů ryb v profilu Záluží byla důsledkem jejich splavení z profilu pod VD Jiřetín, nelze ji považovat za standard). Malá přítomnost či úplná absence ryb v některých úsecích toku signalizuje, že znečištění vodního prostředí Bíliny je stále významné a často až znemožňuje existenci rybí populace.

V žádném z analyzovaných vzorků svaloviny ryb nebyl u sledovaných polutantů překročen platný (resp. dříve platný) hygienický limit.

Kontaminace biomasy ryb jednotlivými sledovanými polutanty je v podélném profilu variabilní (liší se jak dle sledovaných látek tak dle druhu ryb). Již v profilu Březeneč jsou ryby kontaminovány především Cd, PCB.

Literatura

ČSN 75 7221 Jakost vod - Klasifikace jakosti povrchových vod

Dvořák M., Matoušková M. (2008): Ekohydromorfologický průzkum a antropogenní transformace řeky Bíliny. In: Matoušková M. (ed.): Ekohydromorfologický monitoring vodních toků v kontextu evropské Rámcové směrnice o vodní politice 2000/60/ES, pp. 37-153, PřF UK Praha, ISBN 978-80-86561-54-7.

Heinisch E., Ketrup A., Bergheim W., Martens D., Wenzel S. (2005): Persistent chlorinated hydrocarbons (PCHC), source-oriented monitoring in aquatic media. *Fresenius Environmental Bulletin*, 14: 69-85.

Koňušová K., Havel L., Vlasák P. (2009): Bílina – silně antropogenně ovlivněný tok. In: Kröppfelová L., Šulcová J. (eds): Sb. příspěvků 15. konference České limnologické společnosti a Slovenskej limnologickej spoločnosti, Třeboň, pp. 123-127, ČLS, ISBN 978-80-254-4698-0.

Lochovský P. (2008): Stanovení přirozeného pozadí říčních sedimentů pro kovy a metaloidy. *VTEI* 50 (4): 8-12, ISSN 0322-8916 (příloha *Vodního hospodářství* 58/2008).

Nařízení vlády 71/2003 Sb. o stanovení povrchových vod vhodných pro život a reprodukci původních druhů ryb a dalších vodních živočichů a o zjišťování a hodnocení stavu jakosti těchto vod.

Nařízení vlády č. 229/2007 Sb. o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech.

Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES ze dne 23. října 2000, kterou se stanoví rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky ("Rámcová směrnice").

Recent bioaccumulation level of HCHs, HCB and DDTs in the Elbe River macroinvertebrates

Kateřina Kolařiková¹, Wolf von Tümpling²

¹Institute for Environmental Studies, Charles University, Prague, Czech Republic

²Helmholtz Center for Environmental Research, Magdeburg, Germany

Introduction

In the Elbe River basin there were several OCPs production sites in the past. As a result of its production, application and waste disposal, it persists in aquatic environment to this day, including lower trophic level like macroinvertebrates. In order to characterize local variations of the recent “old pesticides” (HCHs, HCB and DDTs) concentrations in the macroinvertebrates along the cross-boarder Elbe River, different sites were selected with regard to various types and magnitudes of anthropogenic pollution. The main focus was on HCH isomers, as recently extreme contamination of biota was observed.

From the early 1960s up to the late 1980s, Lindane (γ -hexachlorocyclohexan) was produced in large amounts in the Elbe basin, mainly in the Bitterfeld region in Germany and on the Czech side at the SPOLANA Neratovice chemical plant. The manufacturing process of Lindane resulted in up to 90 % of the unwanted waste “by-products” α -, β -, δ -, ϵ -HCH isomers, which are more resistant to degradation. The waste from Spolana was disposed near Karlovy Vary and partly was burned. Buildings in the Spolana factory ended up in a concrete sarcophagus or were de-contaminated by chemical decomposition. The waste water from Bitterfeld factory was drained into Spittelwasser brook which flows into the Mulde River, a tributary of the Elbe River. The solid waste was deposited in the landfills in the immediate vicinity of the chemical plant. In FALIMA Magdeburg, Lindane was processed from imported technical HCH and the waste isomers were disposed of in the landfill “Emden”.

In 2004 and 2005, investigations of bream fish (*Abramis brama*) by the Federal Environment Agency of Germany (UBA) in the Mulde River demonstrated temporary extreme contaminations by α - and β -HCH. Therefore, the recent HCHs accumulation level in macroinvertebrates as an important food component for fish was the focus of the investigation.

Method

During spring and autumn 2008, selected macroinvertebrate species were sampled at 6 locations, both in the Czech Republic and Germany, and at 2 locations in the Mulde and Spittelwasser tributaries in Germany. Individuals of Crustaceans, Trichoptera, Ephemeroptera, Odonata, Molluscs and Hirudinean were handpicked from the bottom part of rocks and from macrophytes or using “kicking” method caught into a mesh. After defrosting, animals were analyzed on HCH isomers, HCB and DDTs using GC-MS/MS method.

Results

HCHs

In general, lower values of all isomers in macroinvertebrates were observed at all Czech sites ($< 1 \mu\text{g}/\text{kg}$ wet weight) compared to those in Germany. Exceptionally high concentrations were revealed at the Spittelwasser site (the Mulde tributary), up to $587 \mu\text{g}/\text{kg}$. Gamma-HCH was detected in all samples but with the lowest mean concentrations $1.52 \mu\text{g}/\text{kg}$. In the Elbe catchment in general, γ -HCH within HCHs is not the most frequent isomer in environmental components any more.

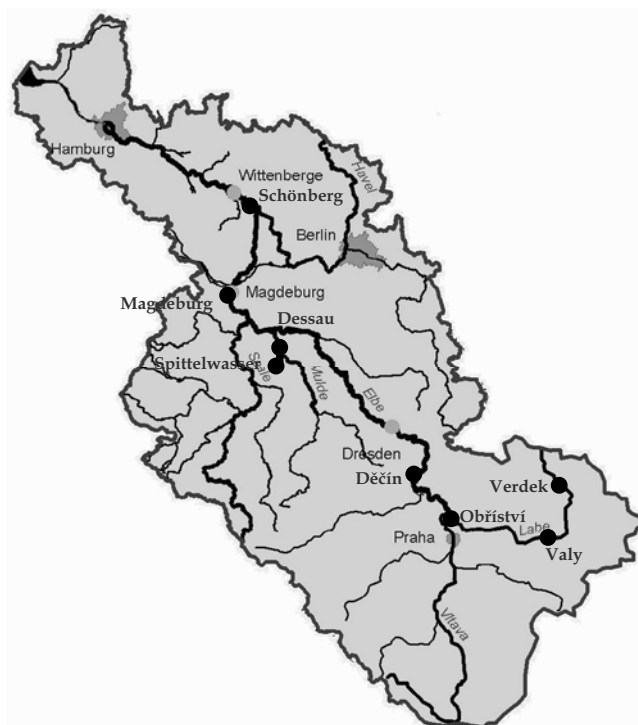


Fig. 1: Location of investigated sites (black dots) in the Elbe basin. Map source: IKSE/MKOL

By contrast the waste isomers were detected in near all samples with significant variations in the contents along the longitudinal profile. At the most contaminated site Spittelwasser, five orders higher concentrations were measured than at the Czech reference site Verdek. This is because of a high load of Bitterfeld area with waste products being deposited there from the Lindane production. At the Obristvi site influenced by Spolana Neratovice slightly elevated waste isomers concentrations (n.d.-1.66 $\mu\text{g}/\text{kg}$) were revealed there, but these were still practically negligible.

Higher concentrations recorded in spring were probably due to erosion and transport processes during and after spring floods and lower concentrations at the sites downstream are probably caused by the delay of contaminated particles coming from upstream.

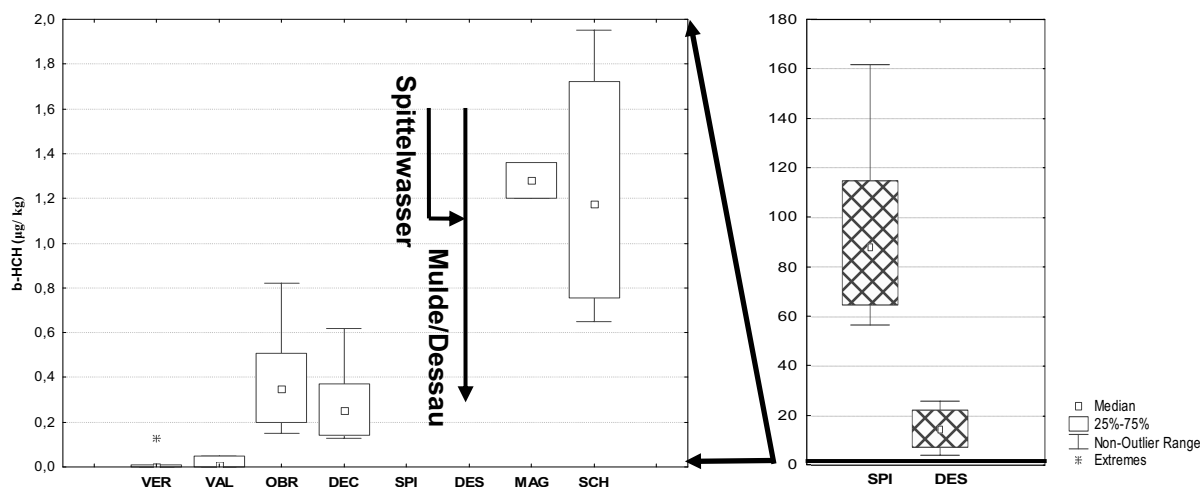


Fig. 2: Beta-HCH concentrations in macroinvertebrates in the Elbe river (left) and Mulde tributary basin (right)

Assessing all the data and comparing with data from fish, it must be concluded that there is no biomagnification on the food chain level macrozoobenthos-fish for α -, β -, γ -HCH.

Despite the production of HCH was stopped in study area more than 20 years ago and the use of Lindane is strongly restricted for more than 10 years, in the Elbe River catchment α - and β -HCH can be still detected in aquatic environments on higher levels. Restrictions on Lindane application have resulted in only slightly elevated concentrations of γ -HCH in macroinvertebrates and sediments. Based on this investigation it can be suggested that isomer concentrations $< 1 \mu\text{g}/\text{kg}$ can serve as reference values for almost unpolluted macroinvertebrates in inland waters. Values $> 1 \mu\text{g}/\text{kg}$ indicate actual source of contamination, whether primary or secondary one.

HCB

Lowest concentrations were measured at the upper Elbe at the sites Verdek, Valy and Obristvi (mostly about 1-2 $\mu\text{g}/\text{kg}$). Higher contents could be measured first at Decin site (up to 26 $\mu\text{g}/\text{kg}$) and considerably higher at Spittelwasser site (up to 584 $\mu\text{g}/\text{kg}$). Dilution effect could be observed, as the HCH concentrations downstream from this two most contaminated site were lower again (vary about 7 $\mu\text{g}/\text{kg}$).

DDTs

Despite DDT application in agriculture in the past, recent 4,4'-DDT concentrations are in most cases relatively low. At the upper Elbe (Verdek, Valy, Obříství), concentrations about 1 – 10 $\mu\text{g}/\text{kg}$ seem not to be site dependent and can be considered as generally anthropogenically affected, so that these concentrations reflect recent background level. At Decin site, considerably higher concentrations were measured (up to 140 $\mu\text{g}/\text{kg}$) as well as at Spittelwasser site (up to 242 $\mu\text{g}/\text{kg}$).

Within DDT metabolites, the highest concentrations were measured for 4,4'-DDE and 4,4'-DDD. While at Verdek and Valy the concentrations about 1-6 $\mu\text{g}/\text{kg}$ can be considered as low, extreme contamination of Spittelwasser is obvious as near all metabolites were measured at hundreds of $\mu\text{g}/\text{kg}$. At the Czech part of the river, the highest metabolite concentrations at Decin site could be observed. The concentration level in Decin was not exceeded in German part not even at the investigated localities downstream from Spittelwasser brook.

Acknowledgments

This investigation was financially supported by German Environmental Foundation (DBU) and realized in cooperation with Helmholtz Center for Environmental Research (UFZ) in Magdeburg.

Monitoring vybraných léčiv v povrchových vodách Povodí Vltavy

M. Koželuh, L. Kule, P. Babková

Povodí Vltavy, státní podnik

Monitoring of selected pharmaceuticals in surface waters of the Vltava River Basin

For the first time contamination of active ingredients of OTC medicines such as NSAIDs (ibuprofen, diclofenac), anticonvulsants (carbamazepine), antibiotics (erythromycin, sulfamethoxazole) and contrast agents (iopromide and iopamidol) was investigated in the Vltava River Basin. Sources of these chemicals are municipal waste water treatment plants (WWTP). Selected drugs were included to the monitoring in January 2009. Samples were collected at monthly intervals at 31 sites of the Vltava River Basin and analyzed by LC-MS/MS. Data were statistically processed and compiled in a map of pollution. In some cases, concentrations greater than 1000 ng/l were found. This situation can occur when waste water from municipal WWTP in big cities discharges into small rivers with insufficient dilution of pollutants. At present, maximal limits of drugs in surface water are not yet established in the Czech Republic. Increased concentrations of these substances are the reason for continued monitoring focusing on sites with permanent pollution especially in highly populated regions or in regions with specific industrial production.

1. Specifické organické látky

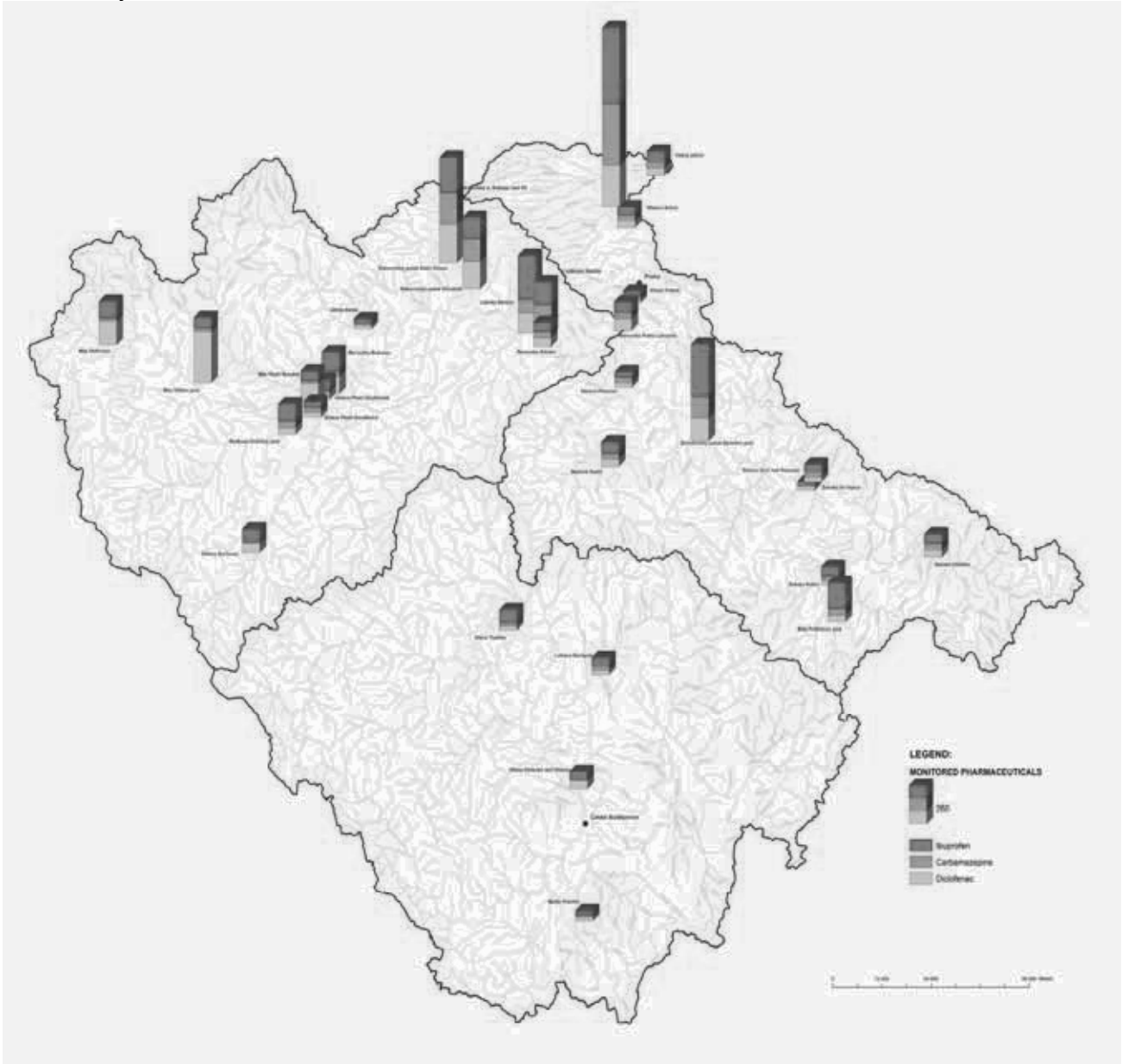
Rámcový program monitoringu [3], vytvořený v souladu se směrnicemi EU [1,2], určuje seznamy chemických a mikrobiologických ukazatelů určených k hodnocení chemického a ekologického stavu povrchových vod. S rozvojem instrumentálních separačních analytických metod s hmotnostní detekcí se v České Republice v posledních letech rozšiřuje seznam sledovaných pesticidních látek, které tvoří účinné složky prostředků na ochranu kulturních plodin, dřeva apod. Zároveň vznikají zcela nové analytické multikomponentní metody, které reagují na pozitivní nálezy látek patřících do specifické skupiny tzv. PPCP (Pharmaceuticals and Personal Care Products). Patří sem např. syntetické mošusové látky, komplexotvorné sloučeniny, hormony, účinné látky léčivých přípravků. Tyto látky se dostávají do životního prostředí z komunálních čistíren odpadních vod (ČOV). Účinná technologie degradace PPCP v procesu čištění odpadních vod není dosud optimálně vyřešena, neexistuje monitoring těchto látek v odpadních vodách na odtoku z ČOV a chybí údaje o celkovém přísunu těchto látek do životního prostředí. Zdravotní rizika a negativní dopady pro biosložky vodního ekosystému komplikuje různorodost jednotlivých polutantů a jejich biologická aktivita, která umožňuje vznik rozkladných produktů, jejichž účinky mohou být zcela odlišné než u původních látek [5]. Tento článek se zaměřuje na monitoring léčiv, které patří mezi tzv. OTC (Over-the-counter) léčiva, ibuprofen a diclofenac ze skupiny NSAIDs (non-steroidal anti-inflammatory drug) a karbamazepin (anticonvulsants). Od ledna 2010 se sledují erythromycin, sulfamethoxazole (antibiotika) a iopromide a iopamidol (contrast agents). Vybraná léčiva patří mezi nejpoužívanější v ČR [15]. Přestože léčiva chybí jak v Rámcovém programu monitoringu ČR, tak i v platných národních legislativních dokumentech, probíhá již druhým rokem sledování výše uvedených léčiv na mezinárodních měrných profilech v monitorovacím programu Labe [4]. Povodí Vltavy, státní podnik je jako správce vodních toků povinen vyhodnocovat kvalitu vody, a proto bylo rozhodnuto zařadit skupinu léčiv do programu provozního monitoringu tekoucích povrchových vod podniku Povodí Vltavy a získat tak základní informace o znečištění na vybraných profilech.

2. Použité analytické metody

Pro analýzu léčiv v povrchových vodách byla vyvinuta nová analytická metoda [9,11-14]. Pro separaci byla použita kapalinová chromatografie, pro detekci tandemová hmotnostní spektrometrie. Princip detekce je založen na determinaci charakteristického MRM přechodu výchozího a produktového iontu. Analýza na kapalinovém chromatografu byla realizována přímým nástřikem odstředěného vzorku vody, tedy bez jakékoliv extrakce organickým rozpouštědlem, bez SPE či podobné techniky. Pro zjištění informace o vlivu matrice a zajištění kontroly kvality je používána kombinace metody standardního přídatku a metody vnitřního standardu s izotopově značenými standardy.

3. Příprava monitoringu léčiv

Výběr lokalit, ve kterých byla zřízena odběrová místa, byl proveden s ohledem na možné zdroje odpadních vod s obsahem léčiv. Jednak v mezinárodních profilech (Vltava Zelčín a Berounka Lahovice), dále v tzv. páteřních profilech, které podchycují znečištění z větší oblasti. Zároveň bylo sledování zahájeno v místech s velkou hustotou zalidnění, ve kterých je vodní tok ovlivněn velkým množstvím komunálních odpadních vod a konečně v místech, kde je povrchová voda využita jako surovina pro úpravu na vodu pitnou. V r. 2009 bylo zvoleno 31 lokalit. Odběry vzorků byly realizovány v měsíčních intervalech.



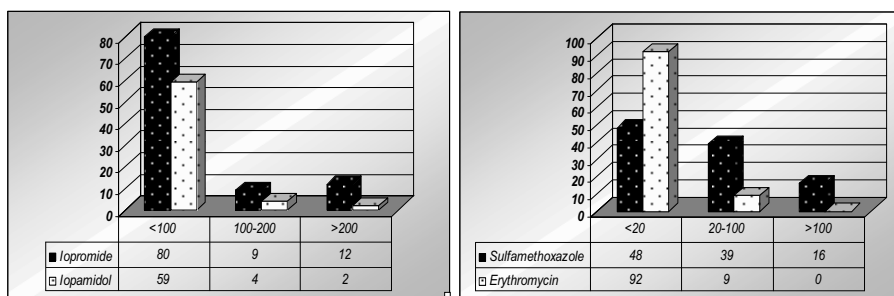
Obrázek 1: Průměrné koncentrace (2009) ibuprofenu, diclofenacu a karbamazepinu v ng/l.

4. Výsledky

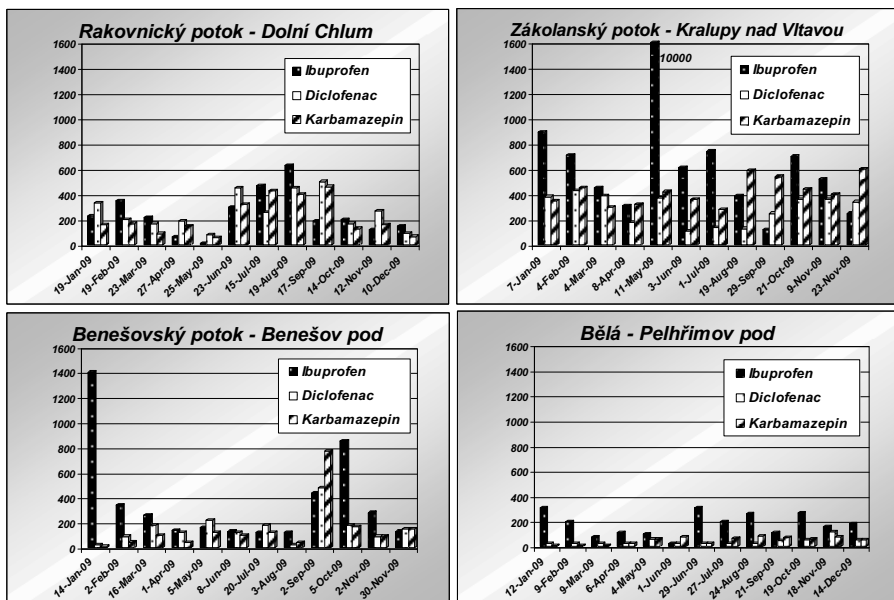
Na obrázku 1 jsou uvedeny průměrné roční koncentrace ibuprofenu, diclofenacu a karbamazepinu. Při zpracování dat byly vyloučeny mimořádně vysoké koncentrace, které nepostihují standardní stav příslušného toku. Z koncentrací pod mezí stanovitelnosti byla použita poloviční hodnota LOQ [16]. Tabulka 2 uvádí hydrologické údaje a údaje o populaci z lokalit, u kterých byly pravidelně měřeny zvýšené koncentrace léčiv. Měsíční koncentrace jsou uvedeny na obrázcích 5-8. Data pro iopromide, iopamidol, sulfamethoxazol a erythromycin získaná pilotně v listopadu a v prosinci 2009 představují pouze malý soubor, který neumožňuje zpracování ročních průměrných koncentrací. Proto byly ze všech hodnot vytvořeny distribuce koncentrací léčiv na všech odběrových místech (obrázky 3-4).

Tok	Průměrný průtok [m ³ /s]	Délka toku [km]	Plocha povodí [km ²]	Počet obyvatel v povodí (odhad)
Rakovnický p. (Rakovník)	0,68	48,5	302,2	32000
Zákolanský p. (Kralupy n/Vlt.)	0,63	28,2	265,6	107000
Benešovský p. (Benešov)	0,33	17,2	80,7	17000
Bělá (Pelhřimov)	0,87	22,7	94,2	20000

Tab. 2: Hydrologické údaje a údaje o zalidnění pro povodí vodních toků s nejvyššími nálezy léčiv.



Obrázky 3-4: Distribuce koncentrací iopromidu, iopamidolu, sulfamethoxazolu a erythromycinu (ng/l). Data byla získána v listopadu a v prosinci 2009.



Obrázky 5-8: Měsíční koncentrace ibuprofenu, diclofenacu a karbamazepinu (ng/l). Lokality v Povodí Vltavy s největším zatížením léčiv jsou menší řeky s průtokem <1 m³/s, do kterých přitéká odpadní voda s větších měst (15-100 tis. obyvateľ).

5. Diskuse

Cílem této práce bylo zjistit, které ze sledovaných řek jsou nejvíce zatíženy léčiv, pokusit se nalézt příčinu vysokých koncentrací a definovat tak obecně charakter znečištění, jehož smyslem by mělo být určení, popř. alespoň vytipování dalších oblastí s vysokými koncentracemi léčiv. Z obrázků 5-8 je patrné, že na uvedených tocích je pro většinu sledovaných léčiv vysoká četnost koncentrací nad analytickým detekčním limitem, často ve stovkách ng/l. Co mají tyto lokality společné – středně velké město s počtem obyvatel 15-100 tisíc, jehož komunální odpadní vody jsou svedeny do malého toku s průtokem menším než 1 m³/s. Obecná charakteristika oblasti s velkou pravděpodobností nálezů vysokých koncentrací léčiv je tedy „velké město na malé řece“. Problém extrémních koncentrací zpravidla skončí soutokem takového menšího toku s velkou řekou. Negativní dopady a zdravotní rizika toxických směsí léčiv na biologické složky tekoucích vod tak lze očekávat právě v malých tocích. Shrnutím následujících faktů lze dostat obrázek o problematice léčiv unikajících do životního prostředí, jejich dopadech a zdravotních rizicích na ekosystém povrchových vod v ČR:

- Neprovádí se bilanční monitoring léčiv v povrchových vodách, který by podal informaci o celkovém množství těchto látek, které se dostanou do vodního prostředí.
- Doposud v ČR neexistuje monitoring léčiv v odpadních vodách z komunálních ČOV. Výzkumné projekty zabývající se celkovou bilancí léčiv v odpadních vodách (přísun do ČOV, čištění a odtok z ČOV) dospěly k závěrům, že léčiva jsou z odpadních vod třeba čistit. Důvodů je mnoho,

jedním podstatným je např. ten, že u některých léčiv nebude možné provést konzistentní bilanci (karbamazepin) mezi teoretickou spotřebou a přísunem [6].

- Technologie vedoucí k odstranění léčiv z odpadních vod v procesu čištění jsou zkoumány pouze okrajově a konkrétní aplikace jsou vzácné (ČOV Modřice) [7,10].
- Rozsah sledovaných analytů je úzký, např. nezahrnuje účinné látky hormonální antikoncepce.
- Analýza vlivu léčiv na biologické složky řek (ryby, makrozoobentos) v kritických oblastech ČR není systematicky dokumentována.

Ke splnění těchto úkolů je nezbytná spolupráce orgánů státní samosprávy (ministerstva, ČHMÚ, správců povodí) se specializovanými pracovišti vysokých škol, Výzkumného ústavu vodohospodářského TGM apod. Kromě technického a odborného řešení je nezbytné i dostatečné finanční zajištění (provozní monitoring, výzkumné granty aj.).

6. Závěr

Provozní monitoring vybraných léčiv prokázal, že tyto látky se v povrchových vodách vyskytují v měřitelných koncentracích, často i ve stovkách ng/l. Zdrojem léčiv jsou komunální ČOV. Koncentrace je vysoká především tam, kde je malý poměr naředění odpadní vody (velké město na malé řece). V problematice vlivu léčiv na životní prostředí je v této době hodně „bílých míst“, která je zapotřebí začít zaplňovat.

7. Literatura

- [1] Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy.
- [2] Directive 2008/105/EC of the European Parliament and of the Council of 16 December 2008 on environmental quality standards in the field of water policy.
- [3] Rámcový program monitoringu: MŽP ČR a MZe ČR (2007).
- [4] Mezinárodní komise pro ochranu Labe (IKSE-MKOL): Seznam fyzikálně technických ukazatelů pro Mezinárodní program Labe 2010, dílčí program měření ve vodné fázi.
- [5] Fuksa, J.K. - Váňa, M. - Wanner, F.: Znečištění povrchových vod farmaky a možnosti jejich nálezu ve zdrojích pitné vody. Sborník konference Vodárenská biologie 2010, 186-190.
- [6] Fuksa, J.K. - Svoboda, J. - Svobodová, A.: Bolí vás něco? Kolik léčiv od nás přiteče do ČOV? Vodní hospodářství 1/2010, 16-19.
- [7] Vávrová, M. - Vydrová, L. - Čáslavský J. - Vítečková, H. - Mravcová, L. - Zlámalová Gargošová, H.: Využití SPE při analýze léčiv ve vodách, VÚT Brno, fakulta chemická, prezentace na semináři Sigma-Aldrich (2009).
- [8] Smrčková, Š. - Smrček, S. - Břichnáčová Habartová, V.: Léčiva jako antropogenní zátěž vodního ekosystému. Sborník konference Hydroanalytika 2009, 105-111.
- [9] Kule, L. - Dolenská, P. - Koželuh, M.: Stanovení vybraných léčiv ve vodách technikou LC-MS/MS. Sborník konference Hydroanalytika 2009, 123-129.
- [10] Jedličková, B. - Hilscherová, K. - Bláha, L.: Látky narušující hormonální rovnováhu organismů a celková toxicita odpadní vody - Roční studie na ČOV v Brně – Modřicích, Vodní hospodářství 1/2010, 3-5.
- [11] EPA Metod 1694: Pharmaceuticals and Personal Care Products in Water, Soil, Sediment, and Biosolids by HPLC/MS/MS (2007).
- [12] Seitz, W. - Schulz W. - Weber, W.H.: Novel applications of highly sensitive liquid chromatography/mass spectrometry/mass spectrometry for the direct detection of ultra-trace levels of contaminants in water, Rapid Commun. Mass Spectrom., 20: 2281-2285, (2006).
- [13] Borton, Ch. - Globarrah, H. - Olson, L.: Analysis of Endocrine Disruptors, Pharmaceuticals, and Personal Care Products in River Water, Application Note Applied Biosystems (2007).
- [14] Chin-Kai Meng - Werner, S.L. - Furlong, E.T.: Determination of Pesticides in Water by SPE and LC/MS/MS in Both Positive and Negative Ion Modes, Application Note Agilent Technologies (2006).
- [15] www.sukl.cz: carbamazepine, diclofenac, ibuprofen, iopromide, iopamidol, sulfamethoxazole, erythromycin (2009).
- [16] Nesměrák, I.: K problematice náhrad hodnot pod mezí stanovitelnosti polovinou meze stanovitelnosti na statistické charakteristiky souborů hodnot, Výzkum pro praxi, Sešit 57, Výzkumný ústav vodohospodářský T.G.M v.v.i. Praha (2009).

Vývoj jakosti vody Bíliny v období 1967–2008 (povodí Labe, Česká republika)

Petr Vlasák, Ladislav Havel*, Kateřina Kohušová**, Tomáš Hrdinka**

*Výzkumný ústav vodohospodářský, v.v.i., Praha **Přírodovědecká fakulta UK, Praha

Long-period development of the Bílina River water quality (Elbe River catchment area, Czech Republic).

Abstract:

O₂: gradual deterioration trend since 1977/1978 period under the industrial area of the Most Region; slight improvement on Bílina's downstream in the last decade

BOD₅; COD: strong increase in the whole longitudinal profile till the seventies, significant decrease in the nineties. The significant decline in all profiles during the last decade; present state meets the current water quality standards according to Water Act No. 229/2007.

N-NH₄⁺: the pollution of the Bílina River under the industrial area of the Most Region is still strong. The continual decrease of concentration of this indicator in 1967-2008 period illustrates the significant trend of improvement. The unsatisfactory level of pollution (Water Act No. 229/2007) is still persisting in this area.

Thermotolerant (faecal) coliform bacteria: the contamination of the whole longitudinal river profile is strong; no significant trend.

Phenols: since the seventies the continual decrease to today's level of 0.1–0.2 mg·l⁻¹ in all profiles, satisfies water quality standards according to Water Act No. 229/2007.

Other organic pollutants: present concentrations of PCB's, DDT's and PAH's substances at Ústí nad Labem sampling site meet the criteria of Water Act No. 229/2007. AOX concentration slightly increased at Chanov sampling site in 2007/08, non-polar organic hydrocarbons concentration at Chanov oscillates around 0.1–0.2 mg·l⁻¹ with deterioration at Ústí nad Labem from 0.052 mg·l⁻¹ to 0.14 mg·l⁻¹.

1. Úvod

Povodí Bíliny odvodňuje severozápadní část České republiky. Tento region zahrnuje hlavní oblast hnědouhelných pánví s vysokou hustotou osídlení a koncentrací průmyslové a energetické výroby. Podle Rámcové směrnice EU (2000/60/EC) a Vodního zákona ČR (č. 254/2001 Sb.) lze většinu toku Bíliny zařadit do kategorie „silně ovlivněných vodních útvarů“. Trend vývoje chemického stavu Bíliny v letech 1994–2007 u omezeného souboru ukazatelů (především kovů) rámcově popisuje Kohušová a kol. (2010), současný stav je zachycen např. ve studii Vlasák, Havel a kol. (2009). Komplexnější hodnocení vývoje chemického stavu Bíliny z delšího časového období není k dispozici. Cílem příspěvku je charakterizovat změny jakosti vody Bíliny v posledních 40 letech (1967–2008) ve vybraných profilech a ukazatelích. Dostupná data za uvedené období (zdroj: databáze ČHMÚ) umožňují posouzení 4 profilů Bíliny (Most, ř.km 59,0; Chanov, ř.km 46,9; Velvěty, ř.km 18,5 a Ústí nad Labem, ř.km 0,2), reprezentující oblasti, kde dlouhodobě dochází k výrazným změnám jakosti vody. Posouzení změn vybraných ukazatelů ve sledovaném období je založeno na hodnocení dat v pěti dvouletých obdobích s desetiletým odstupem (1967/1968, 1977/1978, 1987/1988, 1997/1998 a 2007/2008).

2. Metodika

Pro hodnocení celého období (1967–2008) byla k dispozici data pouze pro ukazatele: O₂, BSK₅, koliformní bakterie a N-NH₄⁺; pro CHSK_{Cr} v období 1977–2008. Analýza kovů je

součástí systematického monitoringu až v posledních dvou sledovaných obdobích (1997/1998 a 2007/2008); do hodnocení bylo vzhledem k rozdílné úrovni mezí stanovitelnosti Hg a Cd v obou sledovaných obdobích možno zahrnout pouze koncentraci As. Omezená možnost hodnocení se týká i vybraných organických polutantů (fenoly, AOX, NEL, PCB, DDT, PAU), které jsou součástí systematického monitoringu s různou intenzitou i selektivitou profilů až v posledních dvou sledovaných obdobích. Z tohoto důvodu je možno vývoj koncentrací ukazatelů DDT, PAU a PCB hodnotit jen v závěrovém profilu Bíliny v Ústí nad Labem.

3. Výsledky

Vývoj koncentrací vybraných ukazatelů ve sledovaných profilech Bíliny (Most, ř.km 59,0; Chanov, ř.km 46,9; Velvěty, ř.km 18,5 a Ústí nad Labem, ř.km 0,2) v období 1967–2008 je následující:

O_2

Kyslíkové poměry podélného profilu Bíliny nevykazují ve sledovaném období jednotný vývojový trend. Úsek toku nad městskou a průmyslovou aglomerací Most–Litvínov (profil Most, ř.km 59,0) vykazuje víceméně setrvalý a bezproblémový stav (s pozitivním trendem od 1997/1998). Naopak problematický je úsek Bíliny především v oblasti centrálního Mostecka (Chanov, ř. km 46,9), kde od období 1997/1998 dochází ke zhoršování kyslíkových poměrů, zatímco situace na dolním toku (Velvěty, ř.km 18,5; Ústí n. L., ř.km 0,2) v posledních dvou desetiletích směřuje k výrazným zlepšením a splňuje imisní standard dle NV 229/2007 Sb.

Pro profil Chanov je charakteristická zvýšená frekvence minimálních hodnot v posledních dvou sledovaných obdobích (1997/1998 a 2007/2008). Obdobný stav vykazuje i profil Záluží (ř.km 54,0), kde 54 % měsíčních vzorků v roce 2008 nesplovalo imisní standard koncentrace kyslíku dle NV 229/2007 Sb. (Vlasák, Havel a kol., 2009).

BSK_5 , $CHSK_{Cr}$

Organické znečištění (BSK_5) ve sledovaném období (1967–2008) narůstalo v profilech Chanov a Velvěty až do konce 70. let (1977/1978), v profilu Ústí n. L. až do konce 80. let (1987/1988). K výraznému poklesu koncentrace BSK_5 došlo v profilech Chanov (o 46%) a Velvěty (o 51%), a Ústí n. L. (o 9%) v období 1987/1988 a k dalšímu v profilech Chanov–Ústí n. L. v období 2007/2008. Úroveň znečištění z posledního období již vyhovuje imisnímu standardu dle NV 229/2007 Sb. Podobný průběh byl zjištěn i u ukazatele $CHSK_{Cr}$.

$N-NH_4^+$, NH_3

V průběhu celého sledovaného období docházelo k trvalému a výraznému snižování koncentrace amoniakálního dusíku ($N-NH_4^+$) v profilech Chanov–Ústí nad Labem. Nejhorší situace byla a i v současnosti je zaznamenávána v profilu Chanov (ř. km 46,9). Kontinuální pokles koncentrace tohoto ukazatele v celém sledovaném období sice demonstruje výrazný trend ke zlepšení, avšak úroveň znečištění Bíliny $N-NH_4^+$ ani v současné době není uspokojivá. V profilech Záluží a Želenice (ř. km 54,0, resp. 42,5) dosahovala v roce 2008 koncentrace tohoto ukazatele ve 47 % resp. 13 % případů IV. třídy jakosti vody dle ČSN 75 7221 (Vlasák, Havel a kol., 2009).

V závislosti na fyzikálních podmínkách (pH, teplota, O_2) $N-NH_4^+$ přechází na toxický NH_3 , jehož koncentrace může významně limitovat výskyt ryb. V roce 2008 koncentrace toxického NH_3 překračovala přípustnou koncentraci pro kaprovité ryby ($0,05 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$; dle Svobodová a kol., 1987) ve třech profilech: Záluží, Pod ČOV Bílina a Velvěty (Vlasák, Havel a kol., 2009). Současně platný limit pro kaprové vody dle Nařízení vlády 71/2003 Sb. je však o 50 % nižší ($0,025 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$).

Termotolerantní (fekální) koliformní bakterie (FKOLI)

Vývoj znečištění Bíliny v letech 1967–2008 nevykazuje výrazný trend. V současné době koncentrace FKOLI překračuje III. třídu dle ČSN 75 7221 ve všech profilech, do kterých jsou zaústěny komunální nebo kombinované komunální a průmyslové odpadní vody, čtvrtou třídu

jakosti vykazuje profil Velvěty–Rtyně a nejvyšší V. třída byla zaznamenána v Ústí nad Labem (Vlasák, Havel a kol., 2009).

Fenoly

Od 80. let (1977/78) byl zaznamenán kontinuální pokles ve všech profilech až na dnešní úroveň 0,1–0,2 mg·l⁻¹, která v posledních 20 letech již zcela vyhovuje imisnímu standardu koncentrace dle NV 229/2007 Sb. (Vlasák, Havel a kol., 2009).

Další ukazatele s omezenou dobou, intenzitou a profily sledování:

AOX - sledované v období 1997/98 a 2007/08. V letech 2007/08 zaznamenán 10% vzestup v Chanově – hodnota mediánu (viz i dále) ze 45 na 50 µg·l⁻¹, v Ústí nad Labem naopak prudký pokles (ze 625 µg·l⁻¹ na 52 µg·l⁻¹). V obou případech je dosud překračován imisní standard dle NV 229/2007 Sb.

NEL - v období 1997/98 a 2007/08 v Chanově oscilace kolem 0,1–0,2 mg·l⁻¹, v Ústí n. L. zhoršení z hodnot kolem 0,05 mg·l⁻¹ na 0,14 mg·l⁻¹. V obou případech oscilace kolem imisního standardu dle NV 229/2007 Sb.

PCB - v období 1997/98 a 2007/08 jen v Ústí n. L.; výrazné zlepšení stavu z 0,05 µg·l⁻¹ na 0,008 µg·l⁻¹, který vyhovuje imisnímu standardu dle NV 229/2007 Sb.

DDT - podobný trend v Ústí nad Labem jako u PCB, pokles koncentrace z 0,08 µg·l⁻¹ na 0,0005 µg·l⁻¹ v současnosti vyhovuje imisnímu standardu dle NV 229/2007 Sb.

PAU - setrvalý stav kolem 0,03 µg·l⁻¹ vyhovuje imisnímu standardu dle NV 229/2007 Sb.

As - v období 1997/98 a 2007/08 v Chanově pokles z 24 µg·l⁻¹ na 7,9 µg·l⁻¹, v Ústí n. L. ze 14,4 µg·l⁻¹ na 7,95 µg·l⁻¹. V Chanově v současné době vyhovuje imisnímu standardu dle NV 229/2007 Sb., v Ústí nad Labem vyhovuje po celé hodnocené období

4. Literatura

Kohušová, K., Havel, L., Vlasák, P. & Tonika, J. (2010) A long-term survey of heavy metals and specific organic compounds in biofilms, sediments and surface water in a heavily affected river in the Czech Republic. Environmental Monitoring and Assessment (published online May 13th, 2010). ISSN 0167-6369

Svobodová, Z., Gelnarová, J., Justýn, J., Krupauer, V., Máchová, J., Simanov, L., Valentová, V., Vykusová, B. & Wohlgemuth, E. (1987) *Toxikologie vodních živočichů*. MZVŽ ČSR a ČRS, SZN, Praha, 231 s.

Vlasák, P., Havel, L., Matoušková, M. & Milický M. (2009) *Negativní antropogenní vlivy v povodí Bíliny*. Projekt VaV č. SP/1b7/124/08, zpráva VÚV T.G.M., v.v.i. Praha pro MŽP, 95 s.

ČSN 75 7221 Jakost vod - Klasifikace jakosti povrchových vod

Nařízení vlády č. 229/2007 Sb. o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech

Nařízení vlády 71/2003 Sb. o stanovení povrchových vod vhodných pro život a reprodukci původních druhů ryb a dalších vodních živočichů a o zjišťování a hodnocení stavu jakosti těchto vod

Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES ze dne 23. října 2000, kterou se stanoví rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky ("Rámcová směrnice o vodách")

Zákon č. 254/2001 Sb. o vodách a o změně některých zákonů ("Vodní zákon")

SBORNÍK

TAGUNGSBAND

Magdeburský seminář o ochraně vod v Teplicích 4. - 6. října 2010



Povodí
Ohře



Posterová sdělení

Posterpräsentationen

Magdeburger Gewässerschutzseminar in Teplice 4. bis 6. Oktober 2010

Netradiční organické polutanty povrchových vod

Martin Ferenčík, Jana Schováňková, Gregor Vohralík, Kateřina Zubrová

Povodí Labe, státní podnik, Odbor vodohospodářských laboratoří, Hradec Králové

Emerging Organic Contaminants of Surface Waters

The contribution addresses the emerging organic contaminants of surface waters (pesticides, pharmaceuticals, perfluorinated compounds, musk chemicals, alkylphosphates). To prepare the topic, we used for analyses chromatographic techniques (Gas Chromatography, GC, and Liquid Chromatography, LC) coupled with mass selective detectors on principle of triple quadrupole (GC-MS/MS and LC-MS/MS) and single quadrupole (GC-MS).

In addition to routinely observed substances present in surface water in the past (triazine, phenylurea, phenoxyalkanoic and chloroacetanilide based pesticides), the widely used pesticide glyphosate and its metabolite aminomethyl-phosphonic acid (AMPA) are emerging now, as well as the degradates of the most frequently applied herbicides (acetochlor, alachlor, metolachlor, terbuthylazine).

Apart from the pesticides, the presentation will also mention other xenobiotics discovered in water, for instance, pharmaceuticals (carbamazepine, ibuprofen, sulfamethoxazole, diclofenac), perfluorinated compounds (PFOS, PFOA), musk compounds (galaxolide, tonalide), large volume chemicals (alkylphosphates), and more.

Ve vodohospodářských laboratořích Povodí Labe se v mezinárodních profilech povrchových vod stanovuje široká škála organických látek přesahující 200 látek. Kromě běžných skupin látek, jako jsou těkavé organické látky (TOL), polycyklické aromatické uhlovodíky (PAH), polychlorované bifenyly (PCB) atp., se díky nákupu techniky kapalinového chromatografu spojeného s tandemovým hmotnostním spektrometrem na principu trojitého kvadrupólu (LC-MS/MS) začaly od roku 2009 stanovovat i některé polární látky ze skupiny léčiv (karbamazepin, ibuprofen, diklofenak) a polární pesticidy a jejich degradační produkty (např. nejpoužívanější pesticid glyfosát a jeho degradační produkt AMPA). [1], [2]. Tyto látky se dostávají do řek z mnoha bodových zdrojů (komunální čistírny vod v případě léčiv), i plošných zdrojů v případě zemědělské i nezemědělské aplikace herbicidu glyfosát (parkoviště, dopravní komunikace, atp.). Koncentrace těchto látek se pohybuje v desítkách až stovkách nanogramů na litr a závisí na množství spotřebovaných látek, míře naředění dané průtokem a podmínkách ovlivňující jejich rozklad (sluneční osvit, teplota vody, míra oživení vod, množství suspendovaných částic, atp.). V roce 2010 došlo k rozšíření stanovovaných látek o další léčiva (sulfamethoxazol, trimethoprim), kontrastní látky (iopamidol, iopromid) a další pesticidy a jejich degradační produkty (aldicarb, desmedipham, irgarol, acetochlor-OA, acetochlor-OA, atp.), perfluorované sloučeniny (PFOA, PFOS). Někdy je přidání nové látky poměrně jednoduché, pokud lze danou látku stanovovat stávající multireziduální metodou (GC-MS nebo LC-MS/MS), jindy vyžaduje jiné podmínky při měření nebo i použití derivatizace (případ glyfosátu a AMPA). Shrnutí výsledků bude uvedeno v posteru.

Literatura:

[1] Ferenčík, M., Schováňková, J.: Stanovení vybraných pesticidů a léčiv ve vodách pomocí UPLC/MS/MS. Sborník konference Hydroanalytika 2009 (15.-16.9.2009, Hradec Králové), str. 113-122, ISBN 978-80-254-4823-6.

[2] Ferenčík, M., Schováňková, J., Zubrová, K.: Sledování pesticidů a farmaceutických látek v povrchových vodách pomocí LC-MS/MS. Sborník konference Hydrochémia 2010 (12.-13.5.2010, Bratislava), str. 45-54, ISBN 978-80-89062-68-3.

Vývoj charakteristik malých průtoků na Labi a jeho významných přítocích v období 1961 – 2005 / Entwicklung der Niedrigwasserabflüsse der Elbe und bedeutender Nebenflüsse von 1961 bis 2005

Petr Kuřík, Jörg Belz, Miloň Boháč

Sekretariát Mezinárodní komise pro ochranu Labe, Spolkový ústav hydrologický, Český hydrometeorologický ústav / Sekretariat der Internationalen Kommission zum Schutz der Elbe, Bundesanstalt für Gewässerkunde, Tschechisches Hydrometeorologisches Institut

Vzhledem k tomu, že dle některých scénářů očekávané změny klimatu lze předpokládat zvýšený výskyt extrémních hydrologických situací, tj. nejen povodní, ale také období sucha, zpracovává skupina expertů Hydrologie Mezinárodní komise pro ochranu Labe statistiku malých průtoků na Labi včetně jeho významných přítoků ve vybraných 32 vodoměrných stanicích. Výsledky tohoto zpracování, pro které bylo zvoleno období 1961 – 2005 (v některých případech navíc 1931 – 2005), popisují současný odtokový režim.

Byly zpracovány základní hydrologické charakteristiky a charakteristiky vztahující se k malým průtokům, především

- N-leté 7-denní minimální průtoky pro různé doby opakování, které dokládají na jaké extrémní hodnoty a jak často mohou průtoky poklesnout, a
- průměrné denní průtoky pro stanovené doby nedostoupení (překročení) v roce, které umožňují odhad počtu dní, po které je určitý průtok v toku v průměru během roku zajištěn.

Dále byly zpracovány trendy vybraných charakteristik průtoků za období 1961 – 2005, a to ročních minimálních 7-denních průtoků¹, navíc i rozdělených na zimní a letní pololetí, průměrných ročních průtoků, rovněž rozdělených na zimní a letní pololetí, chronologických měsíčních průtoků, průměrných měsíčních průtoků po jednotlivých měsících a průtoků Q_{355} ² (z čáry překročení denních průtoků).

Trendy časových řad ve vodoměrných stanicích byly testovány Mann-Kendallovým testem. Byla zvolena hladina významnosti 95 %. Pokud je trend detekován na hladině 95 % jako statisticky významný, používáme pojem rostoucí nebo klesající trend, pokud není trend na hladině 95 % identifikován jako významný, nazýváme ho rostoucí nebo klesající tendencí. Též byly zjišťovány body zlomů časových řad jednotlivých charakteristik průtoků i srážkových úhrnů za období 1961– 2005 dle Pettitova testu.

K interpretaci výsledků, zjištěných v rámci analýzy trendů vybraných charakteristik průtoků, byly zpracovány i trendy ročních srážkových úhrnů, resp. za zimní a letní pololetí, odvozených k analyzovaným vodoměrným stanicím.

Dále bylo provedeno porovnání hodnot dlouhodobých průměrných a průměrných minimálních průtoků za období 1931-1960 a 1961-2005. Ve všech stanicích na Labi se průtoky v novém období (1961-2005) oproti staršímu období (1931-1960) zvětšují. Průměrné průtoky narůstají relativně málo, o 2-8 %, průměrné minimální průtoky narůstají více, o 8-36 %, což je způsobeno i antropogenním ovlivněním (nalepšováním minimálních průtoků).

¹ nejmenší průměrný průtok za sedm po sobě následujících dnů v referenčním období – spolehlivá charakteristika minimálních průtoků, která není citlivá ke zkreslujícím singularitám (krátkodobé rušivé vlivy nebo chybná měření)

² průměrný denní průtok, který je dosažen nebo překročen průměrně 355 dní v roce

Výsledky analýz jsou k dispozici na internetových stránkách MKOL.

Da nach einigen Szenarien für den zu erwartenden Klimawandel ein gehäuftes Auftreten von hydrologischen Extremereignissen anzunehmen ist, d. h. nicht nur von Hochwasser, sondern auch von Niedrigwasser, erarbeitet die Expertengruppe „Hydrologie“ der Internationalen Kommission zum Schutz der Elbe eine Niedrigwasserstatistik der Elbe und bedeutender Nebenflüsse. Die Ergebnisse dieser Arbeiten, für die die Jahresreihe 1961-2005 (in einigen Fällen zusätzlich 1931-2005) gewählt wurde, beschreiben das derzeitige Abflussregime.

Es wurden die hydrologischen Grunddaten und sich auf Niedrigwasser beziehende Kenngrößen bearbeitet, vor allem:

- die T-jährlichen 7-tägigen Niedrigwasserabflüsse für verschiedene Wiederkehrintervalle, die belegen, auf welche Extremwerte und wie häufig die Abflüsse zurückgehen können, und
- die mittleren Tagesabflüsse für festgelegte Unterschreitungs- (Überschreitungsdauern) im Jahr, die es ermöglichen, die Anzahl der Tage abzuschätzen, an denen im Mittel während eines Jahres ein bestimmter Abfluss im Gewässer gesichert ist.

Bearbeitet wurden ferner die Trends ausgewählter Abflusskenngrößen für die Jahresreihe 1961-2005, und zwar für die $NM7Q^3$ der Einzeljahre sowie auch getrennt für das Winter- und das Sommerhalbjahr, die mittleren Abflüsse der Einzeljahre, ebenfalls getrennt für das Winter- und das Sommerhalbjahr, die chronologischen Monatsabflüsse, die mittleren Monatsabflüsse für die Einzelmonate und den Q_{10}^4 (aus der Unterschreitungslinie der Tagesabflüsse).

Die Trends der Zeitreihen an den Pegeln wurden mit dem Mann-Kendall-Signifikanztest getestet. Als Signifikanzniveau wurden 95 % gewählt. Sofern der Trend bei einem Niveau von 95 % als statistisch signifikant angezeigt wird, wird der Begriff „steigender Trend“ oder „fallender Trend“ verwendet, falls der Trend beim Niveau von 95 % nicht als signifikant identifiziert wird, wird er als „steigende Tendenz“ oder „fallende Tendenz“ bezeichnet. Ermittelt wurden auch die Sprünge in den Zeitreihen der einzelnen Abflusskenngrößen und Niederschlagshöhen für die Jahresreihe 1961-2005 nach dem Pettit-Test.

Zur Interpretation der im Rahmen der Trendanalysen ausgewählter Abflusskenngrößen ermittelten Ergebnisse wurden auch die Trends der Gebietsniederschlagsreihen für die untersuchten Pegel mit Jahres- und Winter- bzw. Sommerhalbjahresbezug ausgewertet.

Ferner wurde ein Vergleich für die Werte der mittleren Abflüsse und der mittleren Niedrigwasserabflüsse für die Jahresreihen 1931-1960 und 1961-2005 vorgenommen. Gegenüber dem älteren Zeitraum (1931-1960) steigen die Abflüsse im jüngeren Zeitraum (1961-2005) an allen Elbepegeln. Die mittleren Abflüsse nehmen relativ wenig, um 2 bis 8 %, die mittleren Niedrigwasserabflüsse mehr zu, um 8 bis 36 %, was auch durch anthropogene Einflüsse bedingt ist (Niedrigwasseraufhöhung).

Die Ergebnisse der Analysen sind auf den Internetseiten der IKSE zu finden.

³ der niedrigste mittlere Abfluss während sieben aufeinanderfolgender Tage in einem Bezugszeitraum – eine zuverlässige, gegenüber verzerrenden Singularitäten (kurzfristige Störeinflüsse oder Messfehler) unempfindliche Niedrigwasserkenngröße

⁴ der an 10 Tagen im Jahr unterschrittene oder erreichte mittlere Tagesabfluss

Výsledky realizace „Akčního plánu povodňové ochrany v povodí Labe“ v letech 2006 – 2008 / Ergebnisse der Umsetzung des „Aktionsplans Hochwasserschutz Elbe“ in den Jahren 2006 – 2008

Petr Kuřík

Sekretariát Mezinárodní komise pro ochranu Labe / Sekretariat der Internationalen Kommission zum Schutz der Elbe

Od roku 2003 tvoří Akční plán povodňové ochrany Mezinárodní komise pro ochranu Labe (MKOL) základ pro česko-německou spolupráci v oblasti realizace ochrany před povodněmi a protipovodňové prevence v povodí Labe. Byl vypracován na základě prací zahájených v rámci MKOL v polovině 90. let, jako jsou analýzy vniku povodní, zmapování stávající úrovně povodňové ochrany a strategie povodňové ochrany. Při jeho zpracování byly využity i poznatky a zkušenosti z katastrofální povodně v srpnu 2002. První bilance opatření realizovaných v rámci Akčního plánu v letech 2003 – 2005 byla zveřejněna v srpnu 2006.

Účinnost provedených opatření prověřila povodeň na jaře 2006, která je svým objemem srovnatelná s povodní z roku 2002. V Dolním Sasku, Šlesvicku-Holštýnsku a Meklenbursku-Předním Pomořansku dokonce překročily vodní stavy na Labi hodnoty dosažené v roce 2002. Na toku Labe a na všech větších přítocích (s výjimkou Černého Halštrovu) se vyskytovaly dlouhotrvající povodně, přičemž zčásti docházelo ke střetu kulminací povodňových vln (např. Sály a Labe). Manipulací na vodních nádržích na Vltavě a na Ohři se podařilo zabránit souběhu kulminací významných přítoků v horní části povodí Labe. Příčiny a průběh povodně jsou podrobně popsány v samostatné publikaci MKOL¹.

Povodeň na jaře 2006 prověřila funkčnost již realizovaných opatření Akčního plánu, jejichž cílem je zejména

- posílení schopnosti krajiny zadržovat vodu v ploše povodí, v korytech toků a v údolních nivách
- ochrana ohrožených oblastí technickými opatřeními
- snižování potenciálu škod v ohrožených oblastech především na základě zmapování povodňových rizik
- zdokonalování předpovědních a hlásných povodňových systémů
- informovanost a zvyšování povědomí veřejnosti o riziku povodní

Významného pokroku bylo dosaženo především v oblasti analýzy povodňových rizik, hlásných a předpovědních povodňových systémů, při realizaci opatření vedoucích ke zlepšení schopnosti krajiny a údolních niv zadržovat vodu a technických protipovodňových opatření. Ve sledovaném období bylo mimo jiné obnoveno 420 ha lužní krajiny v důsledku oddálení ochranné hráze od toku Labe u obce Lenzen, bylo sanováno nebo nově vystavěno cca 180 km ochranných hrází a v údolních nádržích byl zvýšen ovladatelný ochranný objem o více než 50 mil. m³.

Byla vymezena záplavová území v zastavěných oblastech podél vodních toků, kde lze očekávat významná povodňová rizika a povodňové škody. To je základním předpokladem pro snižování potenciálu škod v ohrožených oblastech.

¹ Hydrologické vyhodnocení povodně v povodí Labe na jaře 2006

Zpráva shrnující výsledky, kterých bylo dosaženo v období 2006 – 2008, byla zveřejněna v srpnu 2009 a je k dispozici na internetových stránkách MKOL.

Der Aktionsplan Hochwasserschutz der Internationalen Kommission zum Schutz der Elbe (IKSE) bildet seit 2003 die Grundlage für die deutsch-tschechische Zusammenarbeit bei der Umsetzung des Hochwasserschutzes und der Hochwasservorsorge im Einzugsgebiet der Elbe. Er wurde auf der Grundlage der im Rahmen der IKSE Mitte der 1990er Jahre begonnenen Arbeiten, d. h. der Analysen zur Hochwasserentstehung, der Bestandsaufnahme des vorhandenen Hochwasserschutzniveaus sowie der Strategie zum Hochwasserschutz, erstellt. In die Erarbeitung flossen auch die Erkenntnisse und Erfahrungen aus dem verheerenden Hochwasser im August 2002 ein. Eine erste Bilanz der im Rahmen des Aktionsplans von 2003 bis 2005 umgesetzten Maßnahmen wurde im August 2006 veröffentlicht.

Die Wirksamkeit der ergriffenen Maßnahmen wurde durch das Frühjahrshochwasser 2006, das im Hinblick auf die Abflussfülle mit dem Hochwasser 2002 vergleichbar war, einer Prüfung unterzogen. In Niedersachsen, Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern überschritten die Wasserstände an der Elbe sogar die 2002 erreichten Werte. An der Elbe und an allen größeren Nebenflüssen (mit Ausnahme der Schwarzen Elster) traten lang anhaltende Hochwasser auf, deren Wellenscheitel teilweise aufeinander trafen (z. B. Saale und Elbe). Im oberen Teil des Einzugsgebiets der Elbe konnte eine Überlagerung der Hochwasserscheitel bedeutender Nebenflüsse durch die Steuerung der Talsperren an der Moldau und der Eger verhindert werden. Ursachen und Verlauf des Hochwassers sind in einer gesonderten Publikation der IKSE ausführlich beschrieben².

Durch das Frühjahrshochwasser 2006 wurde die Funktionsfähigkeit der bereits umgesetzten Maßnahmen des Aktionsplans überprüft, der insbesondere folgende Ziele hat:

- Stärkung des Wasserrückhaltevermögens der Einzugsgebietsflächen, der Gewässer und Auen
- Schutz gefährdeter Gebiete durch technische Maßnahmen
- Verringerung des Schadenpotenzials in gefährdeten Gebieten vor allem auf der Grundlage der Kartierung der Hochwasserrisiken
- Verbesserung der Hochwassermelde- und -vorhersagesysteme
- Information der Öffentlichkeit und Verstärkung des Hochwasserbewusstseins

Wesentliche Fortschritte konnten vor allem auf den Gebieten Hochwassergefahrenanalyse, Hochwassermelde- und -vorhersagesysteme, bei der Umsetzung der Maßnahmen zur Verbesserung des Wasserrückhalts in der Landschaft und in den Auen sowie bei den Maßnahmen des technischen Hochwasserschutzes erzielt werden. So wurden im Berichtszeitraum u. a. 420 ha Auenlandschaft durch die Rückverlegung des Elbedeiches im Bereich Lenzen wieder hergestellt, ca. 180 km Deiche saniert bzw. neu errichtet sowie die gewöhnlichen Hochwasserrückhalteräume in den Talsperren um mehr als 50 Mio. m³ erhöht.

Entlang der Gewässer, an denen signifikante Hochwasserrisiken und -schäden zu erwarten sind, wurden in bebauten Gebieten Überschwemmungsgebiete ausgewiesen. Das ist die Grundvoraussetzung zur Reduzierung der Schadenspotenziale in den gefährdeten Gebieten.

Der Bericht, in dem die von 2006 bis 2008 erreichten Ergebnisse zusammengefasst sind, wurde im August 2009 veröffentlicht und steht auf den Internetseiten der IKSE.

² Hydrologische Auswertung des Frühjahrshochwassers 2006 im Einzugsgebiet der Elbe

Nový fenomén – regenerace acidifikovaných nádrží

Jan Potužák¹, Jindřich Duras², Vladimír Rohlík³

¹Povodí Vltavy, státní podnik, E. Pittera 1, 370 01 Č. Budějovice, e-mail: potuzak@pvl.cz

²Povodí Vltavy, státní podnik, Denisovo nábřeží 14, 304 20 Plzeň

³Povodí Vltavy, státní podnik, Litvínovická 709/5, 371 21 České Budějovic

The new phenomenon – recovery of acidified water reservoirs

Changes of rain water induced changes of processes in soils and streams of acidified drainage basins. It is now time to turn our attention to issues related to recovery of acidified reservoirs.

Most of them are drinking water reservoirs and changes in their water chemistry could markedly affect primary purpose of these reservoirs. Lower acidity of precipitation is mostly combined with decreasing inputs of Ca, Al, SO_4^{2-} , N- NO_3 and increasing loads of humic substances into these reservoirs. Lower concentrations of Al enable occurrence of cyprinid fish species and paralelly low Al means loose control of P cycle. Moreover, low concentrations of $\text{NO}_3\text{-N}$ in anoxic hypolimnion does not prevent decrease of redox potential. This enable P release from Fe-P compounds in sediments. These changes in water and soil chemistry may trigger processes of eutrophication.

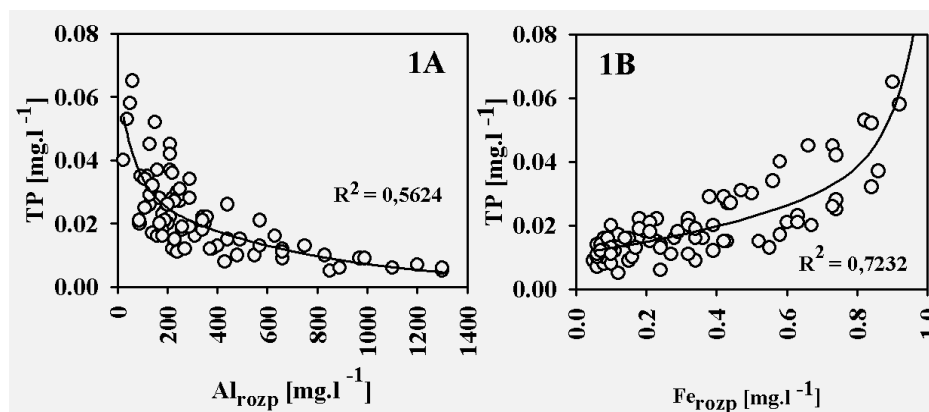
Úvod

Významným celosvětovým ekologickým problémem 70. a 80. let minulého století byla acidifikace a s ní spojený fenomén kyselých dešťů. Tento jev je připisován depozicím aerosolů H_2SO_4 a HNO_3 . Tato kyselá voda (tj. kyselý déšť, sníh nebo mlha) se dostává na zemský povrch a startuje řetěz reakcí vedoucí k okyselení půd a povrchových vod – tzv. environmentální acidifikace (Reuss a Johnson, 1986). Kyselé srážky (jejich kyselost způsobovaly především síranové ionty) snížily pH půd, a tím vodních toků a následně jezer, v nichž vzrostly i koncentrace síranů. Navíc byly z půd kyselými srážkami zvýšenou měrou vymývány bazické kationty (Ca, Mg) a také Al. Ten svými toxickými ionty decimoval biocenózy a při pH zhruba nad 6 tvořil sraženinu, která účinně vyvazovala veškerý dostupný fosfor a pevně ho držela v sedimentech (obr.1A) Méně známé je, že z acidifikovaných povodí byl zvýšenou měrou vyplavován dusík v podobě dusičnanů. Příčinou nebyla ani tak zvýšená atmosférická depozice NO_x , jako skutečnost, že zvýšený obsah rozpuštěného Al v kyselých půdách působil toxicky na kořeny rostlin a na celý komplex půdních organismů, z nichž mnohé byly zapleteny do koloběhu dusíku v půdách. Ten byl zásadně narušen, spotřeba dusíku vegetací omezena a nevyužitý dusík v podobě N- NO_3 odtékal pryč (Hruška a Oulehle, 2008). Díky odsíření spalin klesly v České republice od poloviny 80. let minulého století emise síry o 90 %, emise NO_x se v zásadě nezměnily (Hruška a Oulehle, 2008). Tím se výrazně změnil také charakter srážek. Následně došlo ke zvýšení pH tekoucích vod a ke snížení obsahu Al a síranů. Méně agresivní srážky přestaly masivně vyplavovat bazické ionty z povodí a vymizení toxických iontů Al z půd zde nastartovalo koloběh dusíku, přičemž utilizace dusíku vegetací se zvýšila – a vyplavování N- NO_3 do vod se tak snížilo. Bylo jen otázkou času, kdy se změny objeví také ve vodách stojatých. Skutečně bylo zjištěno zlepšení například skandinávských (Skjelkvåle, 2003), kanadských (Jeffries et al., 2003) či šumavských jezer (Vrba et al., 2009), která byla původně silně acidifikována. Tento proces byl nazván jako „recovery“ – obnova. Co bychom mohli v rámci takové obnovy čekat? Především by zvýšení hodnot pH mělo eliminovat působení toxických sloučenin Al na organismy, tedy podpořit druhovou bohatost biocenóz. Musíme si však uvědomit, že P bude méně vázán do komplexů s Al, což znamená riziko zvýšení úživnosti vody, postupný rozvoj fytoplanktonu a její následné eutrofizování. Pokud P nebude z vody účinně vychytáván Al,

bude se vázat zvýšenou měrou do sloučenin s Fe, na něž je většina acidifikovaných vod poměrně bohatá. Sloučeniny Fe~P jsou stabilní a nerozpustné za dobrých oxidoredukčních poměrů (dostatek kyslíku), přičemž pozitivní roli hraje také dostatek Ca iontů. Koncentrace Ca se díky jeho sníženému vyplavování z půd ale ve vodách snižuje a snižují se i koncentrace N-NO₃, jenž má v kyslíkem chudých hypolimniích důležitou roli oxidoredukčního pufru – brání redukci oxidovaných sloučenin Fe, které se jinak rozpouštějí a uvolňují na sebe vázaný P (obr.1B). Objevuje se tedy riziko, že se ve stojatých vodách odblokuje koloběh P. Situaci dále silně komplikují zvyšující se koncentrace rozpuštěných organických látek, které mohou velmi ovlivňovat koloběh Fe, Al i P.

Většina výzkumných projektů, které se zabývaly acidifikací či obnovou postižených vodních ekosystémů byla realizována na přírodních jezerech s minimálním či žádným antropogenním využitím. V oblastech postižených v minulosti acidifikací se však často nacházejí také umělé vodní nádrže využívané jako zdroj pitné vody. U takto využívaných nádrží pak může nastat problém ve zhoršování kvality vody (eutrofizace) nastartovaném v procesu obnovy.

Jedním z příkladů kdy ustupující acidifikace spustila eutrofizační procesy v plné míře je vodárenská nádrž Karhov na Českomoravské vysočině. Jedná se o nádrž s poměrně nízkým pH vody a se zvýšeným obsahem huminových látek, které barví vodu dohněda, čímž podporují zachycování slunečního záření už v horních vrstvách vody. Podporují tak utváření teplotního zvrstvení – s důsledky pro kyslíkový režim. Povodí nádrže je převážně zalesněné s minimem lidského osídlení a s nízkou intenzitou zemědělského obhospodařování.



Obrázek 1 Vztah mezi koncentrací celkového rozpuštěného hliníku a celkového fosforu (**1A**) a koncentrací celkového rozpuštěného železa a celkového fosforu (**1B**) (přítoky VN Karhov 2007-2009).

Výsledky

VN Karhov je historicky poměrně stará (zmínky již v 19. století). Před vodárenským využitím sloužila nádrž jako produkční rybník k chovu ryb. K vodárenským účelům se využívá od roku 1971.

Prvním výrazným signálem, že se v nádrži děje něco neobvyklého, byla v letech 2004-2005 náhlá vysoká maxima biomasy fytoplanktonu (chlorofyl_a), přičemž zároveň byl pozorován nárůst početnosti kaprovitých ryb (cyprinidů) – perlín, plotice. Obojí bylo překvapivé, protože ekosystém nádrže se dlouhá léta choval velmi stabilně s koncentracemi chlorofyl_a ojedinele přes 10 µg.l⁻¹ a s vyrovnanou rybí obsádkou typu „štika-okoun“. Stabilita ekosystému byla podporována bohatými porosty makrofyt. Teprve postupně se ukázalo, že rozmach cyprinidů nezpůsobila nějaká úmyslná introdukce, ale umožnily jej příznivější podmínky pro tření těchto ryb, protože jarní přívaly kyselých vod s vysokými koncentracemi Al v zásadě přestaly. Nárůst biomasy fytoplanktonu byl primárně způsoben zvýšenou dostupností P vlivem změn chemismu vody (omezení kontroly fosforu hliníkem) a nikoli změnami ve struktuře rybí obsádky, i když po zahuštění populace cyprinidů s jistotou došlo k dalšímu zvýšení dostupnosti P pro fytoplankton. V posledních letech botanické průzkumy dokládají ústup ponořených makrofyt vlivem zhoršení světelných podmínek (snížení

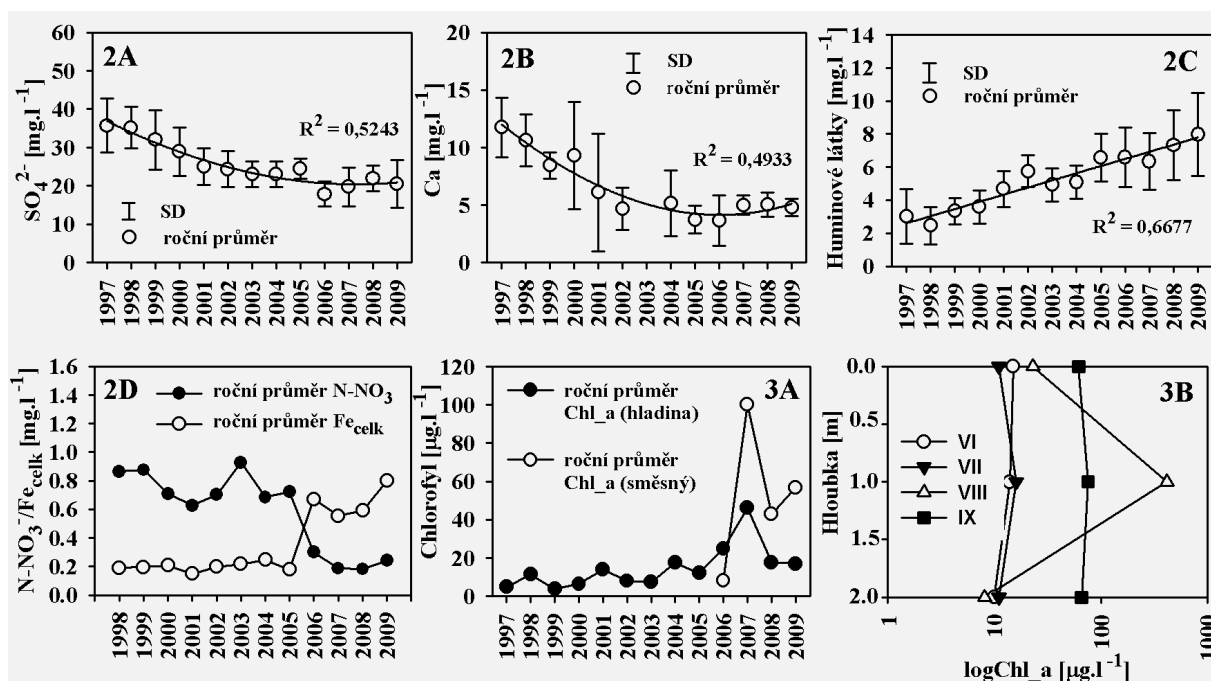
průhlednosti vody) zvýšeným obsahem huminů, zvýšenou hustotou fytoplanktonu a také rozmachem autotrofních epifytických nárůstů, jimž čistomilná makrofyta špatně vzdorují.

Z výsledků je patrné, že v návaznosti na snížení kyselosti srážek došlo k postupnému snížení koncentrace síranů a vápníku (obr. 2A, 2B). Poměrně markantní je také nárůst průměrných koncentrací huminových látek (obr. 2C). Příčinou jsou pravděpodobně změny chemismu v rašelinných půdách v povodí, které souvisejí zřejmě s kombinovaným vlivem změn v iontové síle srážek a odvodněním (Hejzlar et al. 2009).

Klesající koncentrací N-NO₃ a tím zhoršení oxidoredukčních poměrů v sedimentu zapříčinilo významnější nárůst koncentrací Fe (obr. 2D). Ve vztahu k deficitu nitrátu je důležité uvědomit si klesající retenci Fe, P, ale i Mn a Al v sedimentu nádrže (Hejzlar et al., 2009). Propočít množství Fe, P i Al v sedimentech také dokládá, že v minulosti musela být retence všech uvedených prvků výrazně vyšší. Je tedy vidět, že vyčerpání nitrátů výrazně zasáhlo do vnitřního hospodaření nádrže, jejíž retenční kapacita v důsledku toho výrazně poklesla (omezení kumulace látek v sedimentech) - logickým důsledkem je zvýšení koncentrací těchto látek ve vodním sloupci, potažmo v případě P stimulace rozvoje fytoplanktonu.

Koncentrace chlorofylu_a jakožto ukazatele vyjadřující biomasu fytoplanktonu v průměrných ročních hodnotách stoupá (obr. 3A). Spolehlivé upřesnění stoupajícího trendu je komplikováno tím, že dominantní druhem fytoplanktonu v letním období je poměrně mobilní zelenivka *Gonyostomum semen*, která má výraznou tendenci tvořit vysoká maxima v tenké vrstvě v hloubce kolem 1,0 - 2,0 m pod hladinou. Například v r. 2009 bylo zaznamenáno maximum chlorofylu_a (420 µg.l⁻¹) v hloubce 1,0 m (obr. 3B).

Z pohledu vodárenského využití je masová přítomnost zelenivek pochopitelně nepříznivá (také kvůli značně kolísavému výskytu, kdy jejich maximum se může střídavě objevovat v odebírané vrstvě vody). Při podráždění tyto bičíkaté řasy aktivují vymrštitelná tělíska (tzv. mukocyty), které vytvářejí velké množství slizu kolem buňky a znemožňují identifikaci, a při větším stresu – průchod čerpací stanicí – buňky praskají. Proto se stížnosti provozovatele zatím soustřeďují výhradně na vysoké hodnoty CHSK_{Mn} (huminy).



Obrázek 2, 3 Vývoj průměrných ročních koncentrací síranů (2A), vápníku (2B) a huminových látek (2C) v letech 1997 – 2009. Průběh průměrných koncentrací dusičnanového dusíku a celkového železa v letech 1998 – 2009 (2D). Vývoj průměrné roční koncentrace chlorofylu_a v hladinové vrstvě a ve smíšeném vzorku (0-2m) (3A) v letech 1997-2009. Zonační rozložení koncentrace chlorofylu_a v období květen – září v sezóně 2009 (3B).

Závěry

Otázkou zůstává, jak postupující eutrofizaci nádrže zastavit. Odstraňování sedimentu je nesmyslné, protože příčina leží zcela mimo něj, navíc jeho vrstva v nádrži je minimální (5-15 cm) po naprosté většině plochy dna. Regulace rybí obsádky, zde není klíčem k problému, ale může mít význam alespoň podpůrný – omezení recyklace P trávicí aktivitou ryb. Je proto poměrně intenzivně prováděn odlov cyprinidů a intenzivní dosazováním dravců (štika, mník). Zvažovat lze i aplikaci $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, což by byl jistě zajímavý experiment se značnou nadějí na úspěch, ale jeho důsledky zatím nelze bez podrobného testování předjímat. Možné je dávkování Al koagulantu, který by nahradil jarní přivaly rozpuštěného Al z povodí. Oba postupy ale neřeší příčinu, musely by se provádět každoročně a jejich vliv by byl snadno eliminovatelný jedním letním zvýšeným průtokem, který „propláchně“ většinu objemu nádrže. Uvedená opatření jsou protieutrofizační, ale nijak příliš by nezasáhla do stoupajícího trendu obsahu huminových látek, které výrazně zhoršují upravitelnost vody. V tomto směru lze doporučit asi jen změnu druhové skladby lesních porostů ve prospěch listnáčů, což je opatření vedoucí obecně ke zdravějším poměrům v půdách, kde by méně agresivní opad produkoval méně huminových látek a současně by byl více zadržován fosfor. Nicméně zatím nic účinného ve prospěch kvality vody v nádrži udělat neumíme a ani prognóza dalšího vývoje není příliš jasná.

Proces postupného zvyšování trofie byl zaznamenán také na nádrži Lučina u Tachova (Český les) a Obecnice (Brdy). Na těchto nádržích však zatím projevy eutrofizace nedosahují takových rozměrů jako na VN Karhov. To však klade zvýšený nárok na jejich monitoring. Podstatná část menších vodárenských nádrží se nachází v oblastech, které byly v minulosti v menší či větší míře postiženy kyselými dešti. Pochopením procesů obnovy původně acidifikovaných vodárenských nádrží můžeme rozpoznat lokality, kde je vodárenské využívání ohroženo a můžeme se snažit situaci s předstihem řešit jak na úrovni povodí, tak nádrže či úpravny vody. Důležitý je závěr pro monitoring jakosti vody v acidifikovaných oblastech. Je nezbytné se mu systematicky věnovat, byť se v těchto lokalitách dlouho zdánlivě nic nedělo – jinak nemůžeme popsané změny včas ani zaznamenat, natož je začít včas řešit.

Citace

Jeffries, D. S., Clair, T. A., Couture, S., Dillon, P. J., et al. (2003): Assessing the Recovery of Lakes in Southeastern Canada from the Effects of Acidic Deposition. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*: Vol. 32, No. 3, 176-182.

Hejzlar, J., Borovec, J., Jan, J., Kopáček, J., Žaloudík, J., (2009): Vodárenská nádrž Karhov mapování sedimentů a bilanční vyhodnocení vlivu přítoků na eutrofizaci nádrže.- BC AV ČR, v.v.i., Hydrobiologický ústav, České Budějovice, 50 s. Zpráva pro Povodí Vltavy s.p.

Hruška, J., Oulehle, F. 2008: Dusík v lesních ekosystémech. *Vesmír*, 87: 866-869.

Reuss, J. O., Johnson, D. W. (1986): Acid deposition and the acidification of soils and waters. Springer-Verlag New York, Inc., New York, NY, 119.

Skjelkvåle, B., L., Evans, Ch., Larssen, T., Hindar, A., Raddum, G. G. (2003): Recovery from Acidification in European Surface Waters: A View to the Future. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 170–175.

Vrba, J., Fott, J., Kopáček, J., Nedbalová, L., Čtvrtlíková, M., Šantrůčková, H. (2009): Deset let komplexního výzkumu zotavování šumavských jezer a jejich povodí z acidifikace.- In: Kröpfelová L., Šulcová J. (eds.): Sborník XV. konference České a Slovenské limnologické společnosti, 22.-26.6.2009 Třeboň, str. 282-285.

Zavádění Povodňové směrnice EU v podmínkách České republiky

Karel Drbal, Pavla Štěpánková

Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v.v.i., pobočka Brno

Implementation of the EU Flood Directive in conditions of the Czech Republic

According to the Directive of European Parliament 2007/60/ES (Flood Directive) member states shall undertake flood risk hazard and flood risk assessment and prepare appropriate maps with this information. Main task of the Flood Directive is an elaboration of effective flood risk management plans for areas, where the significant food risk is going to be assessed.

There were developed and tested credible methods for some of those steps in the Czech Republic. Other tools are added nowadays. A novelization of laws and preparation of new legal tools is very important phase of Flood Directive implementation. The poster describes present stage of implementation process in the Czech Republic.

Směrnice Evropského parlamentu 2007/60/ES (Povodňová směrnice) ukládá členským státům povinnost na jejich území postupně vyhodnotit povodňové nebezpečí, riziko a pořízené informace zpracovat do formy příslušného mapového vyjádření. Hlavním cílem Povodňové směrnice je vypracování efektivních plánů zvládnutí povodňového rizika pro území u kterých bude povodňové riziko vyhodnoceno jako významné.

Pro některé z těchto kroků již byly v České republice vyvinuty a testovány věrohodné postupy. Další nástroje jsou doplňovány v současnosti. Důležitou fází v procesu implementace Povodňové směrnice v podmínkách České republiky je i novelizace právních předpisů a tvorba nových legislativních nástrojů, které umožní efektivní splnění hlavních požadavků Povodňové směrnice. Příspěvek popisuje současný stav procesu implementace v České republice.

Mapování povodňových rizik v České republice

Pavla Štěpánková¹, Karel Drbal¹, Jaromír Říha², Aleš Dráb²

¹Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v.v.i., pobočka Brno

²Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební

Flood risk mapping in the Czech Republic

The Flood Directive of EU Parliament (2007/60/ES) assigns to member states to prepare flood hazard and flood risk maps for areas with significant flood risk.

There were already proposed and standardized methods for flood mapping in the Czech Republic. The methodology is based on matrix of risk and closely connected to the standard database established, operated and administrated within the Czech Republic. It comprises following main procedures: identification of the flood hazard, determination of vulnerability and semi-quantitative implication of risk by four-degree scale (the quantitative assessment of damages is not necessary). These maps will be a base for main goal of Flood Directive – to prepare flood risk management plans for areas with significant flood risk.

Směrnice 2007/60/ES o vyhodnocování a zvládnání povodňových rizik (Povodňová směrnice) ukládá členským státům mimo jiné připravit mapy povodňového nebezpečí a povodňových rizik pro oblasti s potenciálně významnými povodňovými riziky.

V České republice již byly navrženy a standardizovány postupy pro tvorbu těchto map. Metodika mapování je založena na matici rizika a maximálně navázána na standardní databáze spravované v České republice. Je složena z posloupnosti tří základních procesů: identifikace povodňového nebezpečí, stanovení zranitelnost a semikvantitativního vyjádření rizika pomocí čtyřstupňové škály (nevyžaduje kvantitativní odhad škody způsobené vyběžením vody z koryta toku). Mapy povodňových rizik budou sloužit jako podklad pro naplnění hlavního cíle Povodňové směrnice – vypracování plánů zvládnání povodňových rizik v oblastech s významným povodňovým rizikem.

20 let Mezinárodní komise pro ochranu Labe / 20 Jahre Internationale Kommission zum Schutz der Elbe

Sekretariát / Sekretariat

Mezinárodní komise pro ochranu Labe / Internationale Kommission zum Schutz der Elbe

Mezinárodní komise pro ochranu Labe (MKOL) si 8. října 2010 připomíná 20. výročí svého založení. Základ pro zlepšení stavu a ochranu vod v povodí Labe v uplynulých letech tvořily První akční program (Naléhavý program) pro období 1991 – 1995 a Akční program Labe pro období 1996 – 2010. Opatření akčních programů, zaměřená na odstranění hlavních bodových zdrojů znečištění, byla splněna. Všechny čistírny odpadních vod s kapacitou nad 20 000 EO v povodí Labe jsou vybaveny základním stupněm biologického čištění a odstraňováním živin. Ke značnému poklesu znečištění vod organickými látkami a živinami přispěly také technologické změny v průmyslových podnicích a čištění průmyslových odpadních vod v nových čistírnách. Sledování v rámci Mezinárodního programu měření Labe potvrzují pozitivní vývoj jakosti vody v povodí Labe. Opatření akčních programů jsou v plném souladu s požadavky Rámcové směrnice o vodách (2000).

Dosavadní etapy implementace Rámcové směrnice o vodách v povodí Labe byly ukončeny v požadovaných termínech:

- analýza vodohospodářské a ekonomické situace v povodí Labe (2004), která byla shrnuta do „Zprávy 2005“.
- zřízení monitorovacích programů (2006). O monitorovacích programech v povodí Labe informuje „Zpráva 2007“.
- uveřejnění prvního Mezinárodního plánu oblasti povodí Labe (2009), který je základem dalšího společného postupu států v povodí Labe do roku 2015 za účelem zlepšení stavu povrchových a podzemních vod.

Ochrana před povodněmi představuje významnou oblast činnosti MKOL. Nejprve byly zpracovány analýzy vzniku povodní (1996 – 1999) a strategie povodňové ochrany (1998). Dále následovalo zmapování stávající úrovně povodňové ochrany (2001). Na základě těchto dokumentů a se zohledněním zkušeností z katastrofální povodně v srpnu 2002 byl v roce 2003 sestaven „Akční plán povodňové ochrany v povodí Labe“. Výsledky realizace Akčního plánu jsou pravidelně vyhodnocovány a zveřejňovány. V srpnu 2009 byla vydána v pořadí již druhá bilance výsledků. Účinnost realizovaných opatření prověřila povodeň na jaře 2006.

V letech 1993 – 2004 vypracovala MKOL pro oblast havarijní prevence, bezpečnosti technických zařízení a zdolávání havárií 10 doporučení, která byla implementována do právního řádu České republiky a Spolkové republiky Německo. „Mezinárodní varovný a poplachový plán Labe“ je od roku 1991 jednotným systémem, umožňujícím přenos informací o místě, času a rozsahu havarijního znečištění vod v povodí Labe. Hlavní strukturu tvoří 5 mezinárodních hlavních varovných centrál, z toho jedna v České republice (Hradec Králové) a 4 v Německu (Drážďany, Magdeburk, Postupim a Hamburk). Od roku 2004 je součástí plánu „Poplachový model Labe“, který umožňuje předpovědět, kdy vlna znečišťujících látek dorazí do jednotlivých míst na Labi, jak vysoká bude koncentrace škodlivin a kdy natolik poklesne, že bude možno vodu z Labe opět využívat.

Uvedené výsledky činnosti MKOL jsou pouze několika příklady úspěšné česko-německé spolupráce při ochraně Labe a jeho povodí.

Die Internationale Kommission zum Schutz der Elbe (IKSE) begeht am 8. Oktober 2010 ihren 20. Gründungstag. Die Grundlage für die Verbesserung des Zustands und den Schutz der Gewässer im Einzugsgebiet der Elbe bildeten in den vergangenen Jahren das „Erste Aktionsprogramm (Sofortprogramm)“ für den Zeitraum 1991 – 1995 und das „Aktionsprogramm Elbe“ für den Zeitraum 1996 – 2010. Die auf die Beseitigung der wichtigsten punktuellen Schadstoffquellen abzielenden Maßnahmen der Aktionsprogramme Elbe wurden erfüllt. Alle Kläranlagen mit über 20 TEW im Einzugsgebiet der Elbe verfügen über eine biologische Grundreinigung sowie eine Nährstoffeliminierung. Zu einer spürbaren Reduzierung der Gewässerbelastung durch organische Stoffe und Nährstoffe trugen auch technologische Veränderungen in den Industriebetrieben sowie die Behandlung des industriellen Abwassers in neuen Kläranlagen bei. Die Untersuchungen im Rahmen des Internationalen Messprogramms Elbe bestätigen die positive Entwicklung der Wasserbeschaffenheit im Einzugsgebiet der Elbe. Die Maßnahmen der Aktionsprogramme fügen sich nahtlos in die Forderungen der Wasserrahmenrichtlinie (2000) ein.

Bisherige Etappen der Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie im Einzugsgebiet der Elbe wurden in den geforderten Terminen abgeschlossen:

- eine Analyse der wasserwirtschaftlichen und der ökonomischen Situation im Einzugsgebiet der Elbe (2004), die im „Bericht 2005“ zusammengefasst wurde
- Aufstellung von Überwachungsprogrammen (2006). Über die Überwachungsprogramme im Einzugsgebiet der Elbe informiert der „Bericht 2007“.
- Veröffentlichung des ersten „Internationalen Bewirtschaftungsplans für die Flussgebietseinheit Elbe“ (2009), der die Grundlage für das weitere gemeinsame Handeln der Staaten im Einzugsgebiet der Elbe bis 2015 zur Verbesserung des Zustands der Gewässer darstellt.

Der Hochwasserschutz ist ein bedeutender Tätigkeitsbereich der IKSE. Zunächst wurden die Analysen der Hochwasserentstehung (1996 bis 1999) und die Strategie zum Hochwasserschutz (1998) erarbeitet. Danach folgte die Bestandsaufnahme des vorhandenen Hochwasserschutzniveaus (2001). Auf der Grundlage dieser Dokumente und unter Berücksichtigung der Erfahrungen aus dem verheerenden Hochwasser im August 2002 wurde 2003 der „Aktionsplan Hochwasserschutz Elbe“ erstellt. Die Ergebnisse bei der Umsetzung des Aktionsplans werden regelmäßig ausgewertet und veröffentlicht. Der Bericht über den zweiten Abrechnungszeitraum wurde im August 2009 vorgelegt. Durch das Frühjahrshochwasser 2006 wurde die Wirksamkeit der ergriffenen Maßnahmen bereits einer Prüfung unterzogen.

Die IKSE erarbeitete von 1993 bis 2004 für die Bereiche Störfallvorsorge, Anlagensicherheit und Störfallabwehr zehn Empfehlungen, die in die Rechtsordnungen Deutschlands und der Tschechischen Republik überführt wurden. Der „Internationale Warn- und Alarmplan Elbe“ ist seit 1991 ein einheitliches System zur Weiterleitung von Informationen über Ort, Zeit und Ausmaß einer unfallbedingten Gewässerbelastung im Einzugsgebiet der Elbe. Die Hauptstruktur bilden fünf internationale Hauptwarnzentralen, davon vier in Deutschland (Dresden, Magdeburg, Potsdam und Hamburg) und eine in der Tschechischen Republik (Hradec Králové). Seit 2004 ist das „Alarmmodell Elbe“ Bestandteil dieses Planes. Mit diesem Modell lässt sich vorhersagen, wann eine Schadstoffwelle an einzelnen Orten an der Elbe eintreffen wird, wie hoch die Schadstoffkonzentration sein wird und wann diese so weit zurückgegangen sein wird, dass man das Elbewasser wieder nutzen kann.

Die aufgeführten Ergebnisse der Tätigkeit der IKSE stellen nur einige Beispiele der erfolgreichen deutsch-tschechischen Zusammenarbeit beim Schutz der Elbe und ihres Einzugsgebiets dar.

Hydromorfologie vodních toků

Hydromorphology of water courses

1. POP Moravy a Dyje - Morfologické úpravy vodních útvarů

Při hodnocení morfologických vlivů v oblastech povodí Moravy a Dyje se vycházelo ze sberu dat státního podniku Povodí Moravy, s.p., Zemědělské vodohospodářské správy a Lesů České republiky, s.p. Hlavní sběr dat pro první Plány oblasti povodí probíhal v roce 2004 a v průběhu dalších let se data aktualizovala.

Hodnoceny byly toky začleněné do tzv. „lumbe“ říční sítě, kterou tvoří ty s plochou povodí větší než 10 km². Morfologické ovlivnění toků ve vodních útvarech podléhá řadě aspektů a za neovlivněný útvár je v každém z těchto aspektů považován ten, pokud délka ovlivnění nepřesáhne 10 % z celkové délky všech toků v něm.

Celkově byly v Oblasti povodí Moravy hodnoceny toky o délce 4 216 km z celkové délky říční sítě 14 711 km a v Oblasti povodí Dyje 4 160 km vodních toků z celkové délky říční sítě 12 517 km.

Na tocích byly zjišťovány údaje o profilu toku, jeho úpravách, ohrazování, příčných překážkách (jejich typ, významnost, překážka, délka vzdutí). Dále byl zjišťován účel „morfologické“ úpravy toku a příčné překážky. Společně s těmito údaji byl také popisován stav břehové a doprovodné vegetace.



Finální vymezení HMWB v POP Moravy a Dyje
Final designation of HMWB in the Morava and Dyje RBMP

1. Morava & Dyje RBMP – Morphological alterations of water bodies

Morphological impact evaluation in the Morava and Dyje River Basin Management Plan (hereinafter Morava and Dyje RBMP) was based on a data collection of Morava River Board s.e., Agricultural Water Management Authority s.e. and Forests of the CR, s.e.. The main data collection for the Morava and Dyje RBMP was in the year 2004 and over the next years was updated.

Evaluation was done for water courses with a river basin > 10 km². Morphological affected water body dependent on many aspects, like an unaffected water body can be taking into account only one that is affected less than 10% from the overall length of all his water courses.

In the Morava River Basin was evaluated water courses with a total length 4 216 km from the overall river network length 14 711 km and in the Dyje River Basin 4 160 km from the overall river network length 12 517 km.

Data collection was focus on the stream profile, his changes, stream diking and occurrence of the river continuity interruption (type, significance level, impoundments length). Further was identified purpose of the „morphological“ alteration. Like additional was describing bank and accompanying vegetation.

Typ morfologického vlivu	Parametr	Kritérium
Napřimění toku	Délka narovnaní nebo napřimění toku	Více než 10 % celkové délky vodního útvaru
Vzdouvání	Procento délky toku zavzduté (s hladinou stálého nadřzení) při nízkém průtoku	Více než 10 % vodního útvaru jako celku
	Délka jednoho zavzdutého úseku	Více než 1,5 km
Zpevnění břehů a koryta	Délka – jeden nebo oba břehy	Více než 10 % celkové délky vodního útvaru
Podélné hráze	Délka ohrazovacích úseků	Více než 10 % celkové délky vodního útvaru
Zastavěné oblasti v blízkosti toku	Délka břehu toku protékajícího zastavěnou oblastí	Více než 15 % celkové délky úseků toku vytvářejících vodní útvár
Změna profilu toku	Délka toků s profilem jednoduchého či dvojitého lichoběžníka či pravidelným profilem s náběžními zdmi	Více než 20 % celkové délky vodního útvaru
Příčná překážka (narušení kontinuity toku)	Výška příčné překážky	Překážka vyšší než 1 m
Zatrubnění, zaklenutí	Délka zatrubněného úseku	Úsek delší než 100 m

Type of the morph. impact	Parameter	Significance level
Channel straightening	Length of the channel straightening	More than 10 % all length of the water body (rivers)
Impoundment	Impoundments' length percent (with the dead dyke level) on low flow rate	More than 10 % all length of the water body (rivers)
	Impoundments segment length	More than 1,5 km
Bank and bed reinforcement	Length – one or two bank	More than 10 % all length of the water body (rivers)
Stream diking	Length of stream diking	More than 10 % all length of the water body (rivers)
Built-up areas near the water course	Banks length run through the build-up areas	More than 15 % all length of the water body (rivers)
Profile change of the stream	Stream length with a simple or two-fold trapezoidal shape of channel or fixed profile with a quay wall	More than 20 % all length of the water body (rivers)
River continuity interruptions	Height of interruption	Interruption more than 1 m
Covered water course	Length of the covered reach	Section longer than 100 m

Z hodnocení morfologie plyne, že na převážnou většinu vodních útvarů působí jako významný vliv morfologické úpravy koryt vodních toků. V pramenitých oblastech je to většinou výskyt spádových objektů a níže na toku jsou pak častější soustavné úpravy koryt toků.

Další morfologické vlivy, mezi které lze zahrnout například těžbu sedimentů nebo kombinované vlivy, na posuzovaných tocích významné nejsou.

Hodnocení morfologických vlivů bylo v prvním plánovacím cyklu použito jako podkladní materiál pro vymezení silně ovlivněných vodních útvarů (HMWB).



Přirozené koryto
Nature stream

2. Hydroekologický monitoring

Povodí Moravy, s.p., zahájil v roce 2009 hydroekologický monitoring vodních útvarů. Postupuje se podle „Metodiky pro monitoring hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality vodních toků“, z dubna 2008, jejímž autorem je J. Langhammer.

Monitoring provádějí pracovníci Povodí v terénu, se zaměřením na ty části toků, na kterých je prováděn odběr biologických složek - probíhá zde sledování ekologického stavu vod. Tato místa jsou lokalizována na patěni toků vodních útvarů, a to s ohledem na uzavřenost a reprezentativnost v dolní části vodního útvaru. Z finančních a kapacitních důvodů není prozkoumán celý tok, ale pouze úseky, jejichž délka je odvozena od šířky koryta - 100 m, 500 m nebo 1000 m, což mírně snižuje vypovídací hodnotu celého monitoringu. Příkladem podléhá převedení stav koryta (tůně, průchodnost, zahloubení, variabilita hloubek), dna a břehů (dvojitý substrát, upravenost dna a břehů, stabilita břehů), charakter břehové vegetace a využití přilehlé zóny a inundačního území. Všechny tyto údaje jsou vyplněny do mapovacího formuláře, který je doplněn o fotodokumentaci a mapové podklady se zakreslením mapovaného úseku.

V Oblasti povodí Dyje je 130 vodních útvarů a v Oblasti povodí Moravy je 184 vodních útvarů. Státní podnik Povodí Moravy plánuje, že v letech 2009 a 2010 z hydromorfologického hlediska prozkoumá výše uvedeným způsobem, všechny vodní útvary.



Souvislá úprava profilu, umělé napřiměný tok
Continues river regulation, channel straightening



Břehová eroze, mrtvé dřevo v korytě
Bank erosion, dead wood in channel



Soustava nízkých stupňů v korytě s rybím přechodem
System of low bed drops with fish aids

The evaluation identify like a significant impact of the water body stream channel morphological alterations. In the spring area it's in particular occurrence of water level drops and downstream it's most significant system of the stream channel alteration.

Further morphological impact, e.g. sediment extraction or combine impact, don't significantly affect to the assessed water courses.

The morphological evaluation was use in the first RBMP process like a basis of HMWB (Heavily Modified Water Body) designation.

2. Hydroecological monitoring

Morava River Board s.e., start hydroecological monitoring of water body in the year 2009. Works go by the „Methodology for the hydromorphological monitoring of the ecological water quality indicator“ with a last update in April 2008 and elaboration by J. Langhammer. Monitoring is perform by worker of Morava River Board s.e., with a view to the reach where is done sampling of biological quality element – going here ecological monitoring of water status. These places are located to the main stream of water bodies with reference to representative downstream in the water body. Unfortunately, by reason of worker capacity and financial expenses, isn't possible monitoring all stream but only reach which length is derived from water width – 100 m, 500 m or 1000 m, which means slightly decrease in predicative value of summary monitoring. Field work is concentrate in particular to the channel status (routing, river continuity, recess, water depth variability), bank and bed status (bed substratum, bank and bed modification, slope stability), type of bank vegetations and riparian & floodplain zone use. All these data are filled in the map form which is complete by the photo documentation and mapping respective reach.

In the Dyje River Basin are 130 water bodies and in the Morava River Basin are 184 water bodies. State entertainment Morava River Board would like monitor through the years 2009 and 2010 all water bodies according to methodology mentioned above.

PRELIMINARY FLOOD RISK ASSESSMENT



Karel DRBAL, Miriam Dzuráková,
Jana Ošlejšková, Pavla ŠTĚPÁNKOVÁ,

T.G. Masaryk Water Research Institute, p.r.l., Brno branch, Czech Republic
karel_drbal@vuv.cz

IN THE CZECH REPUBLIC

Introduction Assessing the degree of flood hazard belongs to topical problems with all-society implications/consequences. One of the closest obligations imposed by the Directive of European Parliament and The Council 2007/60/EC on assessment and management of flood risks (Flood Directive), is preliminary flood risk assessment. Accomplishing the task, aiming to delimiting the areas of potentially significant flood risk is guaranteed by the Ministry of Environment together with the Ministry of Agriculture of the Czech Republic. It is necessary to distinguish the degree of danger of flood hazard or to identify the parts of the Czech Republic territory exposed to a significant flood risk which required the proposal of transparent procedure, development and application of relevant tools. Overall view on the total territory of the Czech Republic with relatively easy update of data sets and tools was provided by space analysis of possible consequences of flood hazard in flood plains based on selected aspects (basic, auxiliary). The choice of the aspects is strongly conditioned by the accessibility of the data from standardly obtained and kept databases in the Czech Republic which could contribute to approximation of the degree of the exposure of inhabitants, property, environment etc to floods or other forms of flood hazard.

Risk expressing

Quantitative expression of the parameters of the basic aspects of preliminary flood risks assessment is based on the definition of a risk, it means combination of occurrence probability of adverse phenomenon (floods, hazard scenarios) and its adverse impact on human health, environment, culture heritage and economic activities. The risk is, within the approach, defined as n-tuple of vectors (Tichý, 1994): $R_i = (S_{C_i}, D, P_i), i=1, \dots, n$ Where S_{C_i} is a hazard scenario, D consequences (harm, damage), P_i is occurrence probability of a hazard scenario, expressed in suitable units.

All the values are time dependent since both the hazard scenario and the probability of its occurrence and also the damage can change during the time. In accordance with the above stated definition, if the continuous distribution of consequences and probability distribution of causes is known, it is possible to determinate the risk according to the relationship:

$$R(D) = \int D(u|O) g(u) du$$

$D(u|O)$ is a function of consequences, u is a quantifier of an event dependent on the vector of measures and decisions O (the height of the protective barrier along the river, early evacuation etc.), which influences the consequences of an extreme event, $g(u)$ is probability density of the occurrence of an event (hazard scenario) with consequences $D(u|O)$.

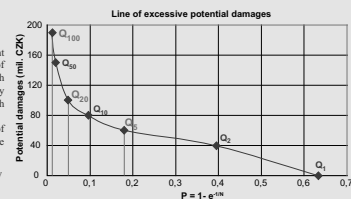
Respectively partial risk R_i following from the implementation of the n -th hazard scenario can be determined for example from the relation: $R_i = D_i P_i$

Then the total risk R from implementation n of statistically independent hazard scenarios is determined by the relation:

$$R = \sum D_i P_i \text{ where } P_i = 1 - e^{-\lambda_i T} \text{ and the period of time } T = 1 \text{ year}$$

Graphically, the risk, or the year loss, can be expressed by the area delimited by the line of excessive potential impacts and the axis x and y . In case of approximation of flood risk we are limited by the data available for the elaborated hazard scenarios, implicitly for Q_5, Q_{20}, Q_{100} .

(Tichý, M. (1994): Riziko a jeho odhad. Stavební obzor 9/94, s. 261-262)



Main aspects

For the stage of preliminary flood risks assessment the main aspects have been selected, according to which the impact of flood exposure can be quantified:

1. The number of permanent residents aggrieved by the flood extent in flood plains
2. The value of property aggrieved by the flood extent in flood plains



For various probabilities of occurrence (respectively return period – min. 5, 20, 100 years) of flood hazard, so-called hazard scenarios.

Auxiliary aspects

Flood directive requires including also the impact of the activities in expressing flood risk which can, in case of flooding, have a negative influence on the environment (accidental pollution etc.). Thus the relevant potential sources of pollution were selected as an auxiliary aspect in connection with the flood risk.

The presence of significant historic buildings in the flood plain was other auxiliary aspect. Appropriately expressed parameters of so-called auxiliary aspects have been compared only with the demonstrations of hazard scenarios with the return period of 100 years.

Flood plains (extent)

for individual probabilities of flood hazard occurrence (provider VUV T.G.M.)

Data sources

- Numbers of permanent residents aggrieved by flood hazard** – geographical layer Buildings from the Register of Census districts (ČSÚ – Czech Statistical Office)
- The value of property aggrieved by the flood extent for the individual hazard scenarios** – level of fixed assets (value of intangible and tangible assets) in flood plains (ČSÚ) – built-up areas and lengths of road transport infrastructure – objects of ZABAGED geodatabases (ČUZK – Czech Office for Surveying, Mapping and Cadastre): Building; Block of buildings; Purpose-build development; Power station; Airport; Car park; Roads and motorways; Street; Roads.
- Potential sources of pollution** – Integrated register of environment pollution (IRZ, provider MŽP – Ministry of Environment); register of data on selected pollutant leaks (into atmosphere, water, soil), transports of pollutants in wastes and waste waters and transports of quantities of wastes, which are annually reported for individual business premises bases on criteria determined by respective legal regulations. – Register of industrial sources of pollution (RPZZ, provider VUV T.G.M.)
- Significant culture monuments** – information provided by National Monument Institute (NPU) on localization of national monuments, protected areas (urban, country and archaeological monument reservations and zones) and significant archaeological sites. – assessing the monument from the point of view of their exposure to flood phenomena from the NPU workers perspective in the form of questionnaires

Process of delimiting the areas of potential flood risk

Proposed river segments with potential significant flood risk – 1st stage –

- 1st step**
Quantification of parameters of main aspects was performed for individual flood hazard scenarios; it means calculation of the number of permanent residents in the aggrieved municipalities and the value of property aggrieved by flooding. Unit values of fixed assets groups were used for calculation of property value (CZ data for 2006).
- 2nd step**
Determining criteria for delimiting a significant flood risk. Within the negotiation of interdepartmental work group (Ministry of Environment, Ministry of Agriculture) for implementation of Flood Directive in the Czech Republic the combined criterion for the two stated main aspects for the first selection of areas with a significant flood risk was: 25 and more residents aggrieved by flood hazard a year in a municipality or the value of 70 and more million CZK of the property aggrieved by flood hazard a year.
– delimiting river segments of the streams in the cadastre of municipalities exceeding the selected parameters of main aspects
- 3rd step**
The sources of pollution have been localized (IRZ, RPZZ) in flood plains. Those river segments were added to the selection from the 2nd step, which seemed potentially risky from the view of possible pollution during floods.
- 4th step**
Respecting the presence of significant culture monuments in flood plains. Only information on location of national culture monuments, protected areas (urban, country and archaeological monument reservations and zones) has been used.
- 5th step**
Specification of the river segments in the areas of a significant flood risk – 1st stage (map and table)

Example of documentation of proposed river segments with potential significant flood risk (1st stage)

SECTION ID	WATERCOURSE	FROM (river-km)	TO (river-km)	LENGTH OF SECTION (km)
POH-1	Ohře	0,0	30,5	30,5
POH-2	Ohře	51,5	80,2	28,8
POH-3	Ohře	155,9	223,1	67,3
POH-4	Ohře	238,8	241,1	2,3
...
POH-47	Milnářova	11,0	17,6	6,6
POH-48	Vilémovský potok	6,8	7,3	2,5
POH-49	Liščí potok	0,0	7,8	7,8
Povodí Ohře, s.p.	TOTAL			371,7



Methodik zur Untersuchung der Auswirkungen des Klimawandels auf die Kosten des Binnenschifftransportes



Motivation & Zielstellung

Vor dem Hintergrund des globalen Wandels verstärkt sich der Bedarf, Aussagen zu den klimabedingten Auswirkungen auf die Kostenstrukturen der Binnenschifffahrt treffen zu können.

Zur Untersuchung dieser Fragestellung im Rahmen des BMVBS-Forschungsprogrammes KLIWAS wurde eine modellgestützte Methodik zur Ermittlung der Transportkosten in täglicher Auflösung für flusstypische Binnenschiffe auf verschiedenen Transportrelationen unter Berücksichtigung sich verändernder Fahrwassertiefen entwickelt. Diese Methodik ist auf jedes Flussgebiet übertragbar und wird bereits erfolgreich für Elbe und Rhein eingesetzt.

Methodik

Herzstück der Methodik ist ein Kostenstrukturmodell, das sowohl die Vorhaltungs- und Personalkosten als auch Energiekosten berücksichtigt (Abb. 1).

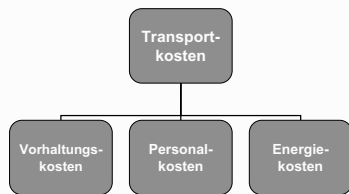


Abb. 1: Zusammensetzung der Transportkosten

Dabei werden insbesondere die Energiekosten maßgeblich von den gegebenen Fahrwasserbedingungen, d. h. vor allem von der Fahrwassertiefe sowie von den hydrodynamischen Eigenschaften der Binnenschiffe (d.h. der Schiffsform) bestimmt.

Modellaufbau

- 1 Ermittlung der Haupttransportrelationen
- 2 Einteilung des Flusses in relevante Segmente unter Berücksichtigung der hydrodynamischen Verhältnisse (Abb. 2)

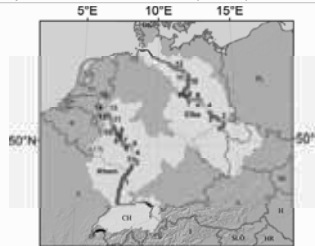


Abb. 2: Einteilung von Rhein und Elbe in Segmente

- 3 Ermittlung der flusstypischen Binnenschiffe, Erfassung der Propulsionskurven für jeweils unterschiedliche Einsatzbedingungen (Abb. 4)

Modellanwendung

- 1 Ermittlung der gewässerspezifischen Kennziffern je Segment und Tag: Fließgeschwindigkeit, ablade- und vortriebsrelevante Wassertiefe (Abb. 3), Gewässerbite



Abb. 3: Gewässerspezifische Kenngrößen in einem Segment (Längsschnitt)

- 2 Ermittlung des schiffsspezifischen Tiefgangs unter Zugrundelegung des unter den jeweiligen Fahrwasserbedingungen maximal möglichen Tiefgangs sowie unter Beachtung der wirtschaftlich erforderlichen Mindestabladung und des Absunks)

- 3 Ermittlung der leistungsbezogenen Kosten, d.h. der erforderlichen Leistung in Abhängigkeit von Schiffstyp (Einzelfahrer, Verband), Schiffsgröße und -form sowie den jeweils spezifischen Einsatzbedingungen (Gewässertiefe, -breite und -strömung im jeweiligen Segment sowie Tiefgang des Schiffes) anhand der Propulsionskurven (Abb. 4)

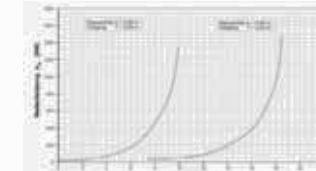


Abb. 4: Propulsionskurven für ein Binnenschiff

- 4 Ermittlung der zeitbezogenen Kosten je Schiffstyp (Vorhaltung und Personal)

Modellanwendung Bsp. Elbe - Status Quo

Das Kostenstrukturmodell wird innerhalb von KLIWAS Elbe zur Anwendung kommen. Der aktuelle Schwerpunkt liegt in der Durchführung von Simulationen für den Zeitraum von 1980 bis 2006 sowie in der Plausibilisierung der Ergebnisse (Abb. 5). Es bestätigen sich die allgemeinen Gesetzmäßigkeiten (z. B. „economies of scale“ und höhere Kosten bei der Fahrt zu Berg (Überwindung der Gegenströmung) als bei der Fahrt zu Tal (Fahrt mit der Strömung). Bei niedrigen Fahrwassertiefen (wie z.B. 2003) wird mit den Schubverbänden eine höhere Versorgungssicherheit als mit Einzelfahren gewährleistet. Die Schiffsgeometrie sowie die Infrastruktur des Gewässers beeinflussen bei der Fahrt zu Berg signifikant die Energiekosten.

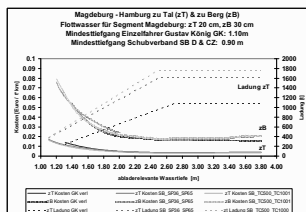


Abb. 5: Transportkosten für drei Elbe-Binnenschiffe

Für Januar bis Mai 2005 wurde ein Vergleich der simulierten Kosten mit den erzielten Preisen auf der Relation Oberelbe-Hamburg (aus: Frachtspiegel der Zeitschrift für Binnenschifffahrt, 2005) durchgeführt. Unter Beachtung der Annahmen, die den ermittelten Preisen zugrunde liegen, kann von einer guten Modellgüte gesprochen werden, da die simulierten Kosten (2 €/t) unter den erzielten Preisen (5 €/t) liegen.

Modellanwendung Bsp. Rhein - Zukunft

Um die Methodik im Kontext der Klimafolgenforschung anwenden zu können muss das Kostenstrukturmodell in eine komplexe Modellkette integriert werden. Diese erstreckt sich von den atmosphärischen Treibhausgaskonzentrationen über Klima-, hydrologische und hydraulische Modelle bis zur Binnenflotte.

Abb. 6 zeigt die Ergebnisse eines Simulationslaufes für zwei unterschiedliche Schiffstypen in der Bergfahrt auf dem Rhein mit einer willkürlich ausgewählten Modellkette.

Im Vergleich der normierten Änderungen über den Zeitraum 1961-90 wird deutlich, dass Aussagen zur relativen Vorteilhaftigkeit unterschiedlicher Schiffstypen möglich werden. Für belastbare Aussagen sind jedoch noch Simulationen mit zahlreichen weiteren Modellketten erforderlich (vgl. "Ausblick").

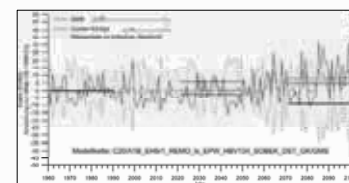


Abb. 6: Kostenstrukturanalyse unter Annahme einer willkürlich gewählten Modellkette am Beispiel Rhein, Bergfahrt Rotterdam-Basel. Angaben sind normiert auf dem Mittelwert der Periode 1961-90. Horizontale Linien sind Mittelwerte der Perioden 2021-2050 und 2071-2100.

Zusammenfassung & Ausblick

Zur Abschätzung der zukünftigen Entwicklung der Fahrwasserbedingungen wurde eine Modellkette implementiert, die ausgehend von Treibhausgaskonzentrationen des IPCC das zukünftige Wasserdargebot in den Einzugsgebieten der Wasserstraßen und letztlich die Kostenstrukturen simuliert. Innerhalb der Modellkette gibt es zahlreiche Unsicherheiten, die sowohl system-, als auch daten- und modelltechnisch bedingt sind. Da es dem Wesen von Modellen entspricht mit Vereinfachungen und Annahmen zu arbeiten, können sie erwartungsgemäß nicht die exakte Realität nachbilden. Deshalb muss den Unsicherheiten durch den Einsatz unterschiedlicher Modelle (z.B. Klimamodelle) Genüge getan werden.



Abb. 7: Modellkette und Datengrundlagen der Klimafolgenabschätzung im Rahmen von KLIWAS, Beispiel Elbe

Eine belastbare Klimafolgenabschätzung muss auch die Elastizität potentiell betroffener Stakeholder einbeziehen. Mit Blick auf die Binnenflotte werden bei den laufenden Untersuchungen folgende Anpassungsoptionen simuliert:
 [1] Schiffbaulich (z.B. neue Schiffskörper)
 [2] Schiffstechnisch (z.B. Tunnelschürze)
 [3] Schiffsbetriebstechnisch (z.B. Continue Betrieb).

Autoren:
 Dr. A.-D. Ebner von Eschenbach*
 Dr. W. Bialonski**
 Dipl.-Ing. B. Holtmann**
 Dr. E. Nilson*
 Dipl.-Math. C. Rachimow*

* Bundesanstalt für Gewässerkunde
 Am Mainzer Tor 1
 56068 Koblenz

E-Mail:
 EbnerVonEschenbach@bafg.de

Referat M2
 Wasserhaushalt, Vorhersagen und Prognosen

** DST - Entwicklungszentrum für Schiffstechnik und Transportsysteme e.V.
 Fachbereich Transportsysteme
 Oststr. 77, 47057 Duisburg



Der Zustand der Auen in Deutschland

Follner, K., Ehlert, T., Neukirchen, B.

Bundesamt für Naturschutz (BfN), Binnengewässer, Auenökosysteme und Wasserhaushalt
Konstantinstraße 110, D-53179 Bonn, Germany



Einleitung

Naturnahe Binnengewässer, Uferzonen und Auen gehören zu den wertvollsten Ökosystemen in Europa, aber auch zu den bedrohtesten. Sie sind „Hotspots“ der Artenvielfalt und zentrale Achsen eines Biotopverbundes. Deshalb gehören etwa 50 % der aktiven Flussauen dem europäischen Schutzgebiets-Netzwerk Natura 2000 an (Brunotte et al. 2009). Es gibt kaum einen anderen Ökosystemtyp, der dem Menschen eine derart bemerkenswerte Vielfalt von natürlichen Funktionen und Dienstleistungen erbringt.

Methoden der Auenbilanzierung

Das Bundesamt für Naturschutz (BfN) fördert mehrere Forschungsprojekte zur Erfassung der ursprünglichen Auenflächen an den größeren Flüssen in Deutschland, der verbliebenen überflutbaren Auenflächen und deren Zustand (Brunotte et al. 2009). Erhoben wurden die Auenflächen von Flüssen ab einer Einzugsgebietsgröße von mindestens 1.000 km². Tidebeeinflusste Gewässer waren ausgenommen. Es wurden die verbliebenen rezente Auen und die Altauen bearbeitet. Zusammen bilden sie die morphologische Aue, die hier als die Fläche definiert ist, die überflutet würde, wenn keine anthropogenen Baumaßnahmen (z.B. Deiche) existierten.

Für jedes 1-Kilometer-Auensegment wurden jeweils für das rechte und das linke Ufer die Fläche der rezente Aue und der Altaue, Landnutzung, Schutzstatus und naturschutzfachlicher Wert erfasst. Die Datengrundlage der Auenbilanzierung besteht aus mehreren digital verfügbaren georeferenzierten Datensätzen (GIS) des Bundes und der Länder. So liegt ein einheitlicher Datensatz für die Auen von 79 Flüssen Deutschlands an ca. 10.000 Flusskilometer vor (Abb. 1).

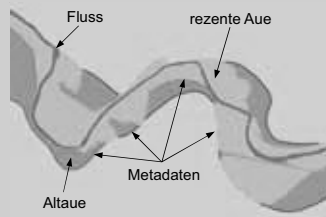


Abb. 1: Beispielhaftes Detail der GIS-Kartengrundlage für die Auenbilanzierung

Der Auenzustandsbericht für Deutschland

Ehemals bedeckten die Auen der größeren Flüsse etwa 15.000 km², was 4,4% der Fläche Deutschlands entspricht, von denen zwei Drittel durch Deichbau verloren gingen. Weniger als 10% der aktiven Auen sind ökologisch funktionsfähig (Abb. 2). Die verbliebenen naturnahen Hartholzauwälder bedecken nur etwa 1% der überflutbaren Auenfläche. Dies ist die Folge intensiver landwirtschaftlicher Nutzung und der früheren Bedeutung der Flüsse als Transport- und Handelswege mit der daraus folgenden Besiedlung.

In den Altauen blieb ein kleiner Anteil (4%) „gering veränderter“ Auenabschnitte erhalten, die auenähnlich bleiben ohne derzeit überflutet zu werden. Solche Gebiete haben das höchste Potential für Renaturierung und Rückgewinnung von Überflutungsflächen.

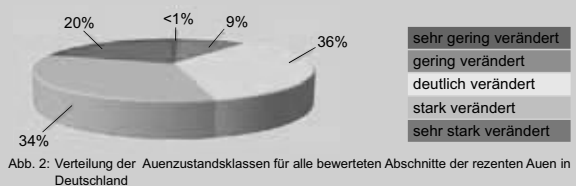


Abb. 2: Verteilung der Auenzustandsklassen für alle bewerteten Abschnitte der rezente Auen in Deutschland

Diskussion

Die nun vorliegende Bilanzierung und Bewertung der Auen (BMU & BfN 2009) ist eine wichtige Grundlage, sowohl national bedeutsame Auengebiete und mögliche Renaturierungsgebiete für Auen zu finden als auch Flächen für den Hochwasserschutz. So kann der Auenzustandsbericht für Deutschland dazu beitragen, Synergien zwischen Naturschutz und Hochwasserschutz zu erkennen und zu nutzen.

Danksagung

Die erwähnten Projekte wurden durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit gefördert. Wir danken Prof. Dr. D. Günther-Diringer, Prof. Dr. E. Distler, Dr. Dr. D. Mehl, Dr. U. Koenzen, Prof. Dr. E. Brunotte und ihren Teams für ihren Beitrag zum Auenzustandsbericht. Deutsche Bundes- und Landesbehörden stellten großzügig georeferenzierte Information (GIS) zur Verfügung.

Download

http://www.bfn.de/0324_auenzustandsbericht.html

Karten und Legenden

Die Ergebnisse des Auenzustandsberichtes für Deutschland wurden zu drei Karten verdichtet: Verlust von Überschwemmungsflächen, Anteil der Ackernutzung, Auenzustand. Abb. 3, Abb. 4 und Tab. 1 zeigen die Legenden der nebenstehenden Karten.

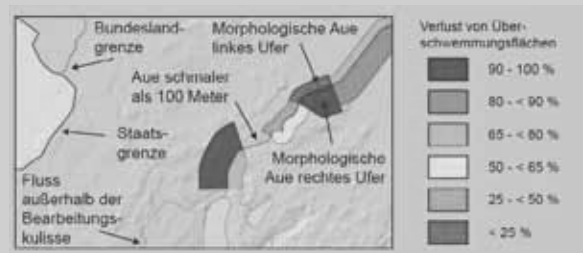


Abb. 3: Prozentualer Verlust an aktiver Auenfläche

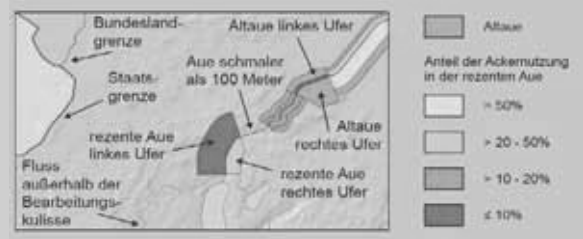


Abb. 4: Prozentualer Anteil des Ackerlandes in der rezente Aue

Die Auenzustandsbewertung

Koenzen (2005) entwickelte eine Methode, um für Flusslandschaften Leitbilder definieren zu können (potentiell natürlicher Zustand), die dann dazu dienen, den Zustand der rezente Aue und der Altaue mittels der o.g. Datengrundlagen sowie Gewässerstrukturgütedaten zu bewerten (Brunotte et al. 2009). Wesentliche Eingangsdaten für die Bewertung, wie die hydromorphologischen und hydrologischen Umweltbedingungen, die Vegetation und Landnutzung sind zugleich bestimmend für die Habitatqualität des Lebensraumes. Die Bewertung wird in 5 Klassen als Grad der Abweichung vom potentiell natürlichen Zustand dargestellt (Tab. 1). Die Klassenzuordnung der Auenabschnitte beruht auf zahlreichen definierten Einzelfaktoren und ist somit nachvollziehbar. Die Bewertung des Auenzustandes wurde an 21 Abschnitten, die sich hinsichtlich Auentyp und Grad des Flussausbaus unterschieden, mit dort zusätzlich verfügbaren Informationen überprüft.

Tab. 1: Die fünf Auenzustandsklassen mit einer kurzen Beschreibung

Klasse	Ausprägung
1 sehr gering verändert	Auen von Überflutung durch Gewässerausbau und/oder Hochwasserschutzmaßnahmen nicht oder nur in sehr geringem Maße abgekoppelt Gewässer in der Regel mit sehr geringem Ausbaugrad, selten regelprofiliert, mit sehr hohem Überflutungspotenzial Vorherrschend keine oder sehr extensive Flächennutzung, zumeist Wald, Feuchtgebiete und vereinzelt Grünland
2 gering verändert	Auen von Überflutung durch Gewässerausbau und/oder Hochwasserschutzmaßnahmen in geringem Maße abgekoppelt Ausbaugrad unterschiedlich, z.T. regelprofiliert, aber in der Regel mit hohem Überflutungspotenzial Vorherrschend extensive Flächennutzung, zumeist Wald, Feuchtgebiete und Grünland
3 deutlich verändert	Auen von Überflutung durch Gewässerausbau und/oder Hochwasserschutzmaßnahmen teilweise abgekoppelt Gewässer in der Regel ausgebaut, jedoch mit Überflutungspotenzial Wechselnde Flächennutzungsintensitäten
4 stark verändert	Auen von Überflutung durch Gewässerausbau und/oder Hochwasserschutzmaßnahmen weitgehend abgekoppelt Gewässer in der Regel ausgebaut, teilweise gestaut Intensive Flächennutzung, vorherrschend intensive Landwirtschaft und Siedlungen
5 sehr stark verändert	Auen von Überflutung durch Gewässerausbau und/oder Hochwasserschutzmaßnahmen abgekoppelt Gewässer in der Regel stark ausgebaut, häufig gestaut Intensive Flächennutzung, zumeist mit höheren Siedlungsanteilen
nicht bewertet	

Literatur

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit & Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.) (2009): Auenzustandsbericht. Flussauen in Deutschland. Berlin, 35 p
Brunotte, E., E. Distler, D. Günther-Diringer, U. Koenzen & D. Mehl (2009): Flussauen in Deutschland - Erfassung und Bewertung des Auenzustandes - Naturschutz und Biologische Vielfalt 87: 141 S. - Anhang und Kartenband. Bonn - Bad Godesberg
Koenzen, U. (2005): Fluss- und Stromauen in Deutschland - Typologie und Leitbilder. Angewandte Landschaftsökologie 65: 1-327.



ProFor

Weinviertel - Jižní Morava

Cíle společného česko rakouského projektu

Forejtníková, M., Beránková, D., Brtníková, H., Rozkošný M.,

Výzkumný ústav vodohospodářský T.G.M., v.v.i.,
milena_forejtnikova@vuv.cz, tel.: 541 126 311

Oblast jižní Moravy a oblast Weinviertel mají obdobné přírodní podmínky i obdobné problémy v managementu malých vodních toků v zemědělské krajině. Byl proto vytvořen společný projekt pro období 2009-2011, podporovaný z Evropského fondu pro regionální rozvoj z programu Evropská územní spolupráce Rakousko - Česká republika 2007-2013. Úplný název projektu je „Výzkum procesů samočištění drobných, silně degradovaných toků v oblasti Weinviertel a Jižní Moravy: Vývoj metodiky pro trvale udržitelná opatření ke zlepšení jakosti vod“. Vedoucím partnerem projektu je Úřad Dolnorakouské zemské vlády. Za českou stranu je jediným partnerem Výzkumný ústav vodohospodářský T.G.M., v.v.i.

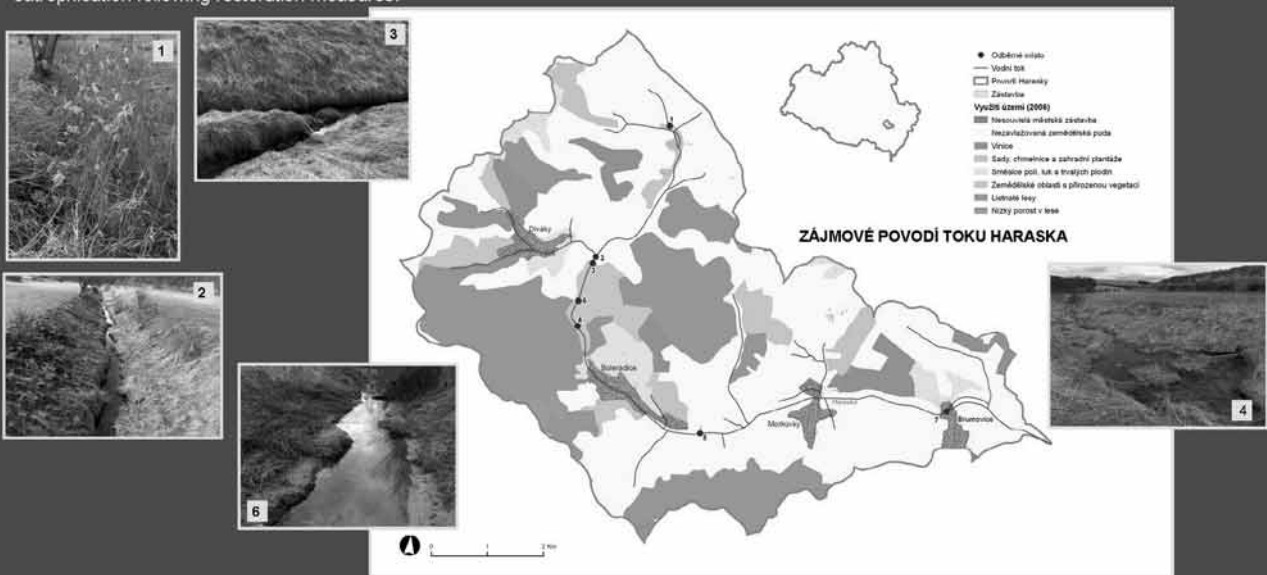
Cílem projektu je najít možná opatření pro zlepšení ekologického stavu/potenciálu v souladu s Rámcovou směrnicí pro silně ovlivněné toky nízkého řádu dle Strahlera. Projekt je zaměřen na vztahy mezi morfologií koryta toku, antropogenními vlivy a samočištěním. Je věnována pozornost modelování vztahů mezi povodím a tokem i dynamice procesů v toku vázaných na přísun a šíření nutrientů.

Výstupem projektu by měl být *Katalog opatření* pro toky nízkého řádu, opatření, která by pomohla optimalizovat samočištění těchto toků. A to jak zvýšením dlouhodobého vsřebávání nutrientů, tak omezením negativního zpětného uvolňování ze sedimentu do vody nebo omezením sekundární eutrofizace provázající revitalizační opatření.

There are similar natural conditions and similar problems with management of small stream in agricultural landscape in South Moravia and Weinviertel. The common Czech – Austrian project started in 2009. Project is cofinanced by European Regional Development Fund in program European Territorial Co-operation Austria - Czech Republic 2007-2013. The complete name of the project is „Process-orientated research of self-purification in small, heavily impacted streams in Weinviertel and South Moravia: Development of a guideline for sustainable restoration measures to improve water quality. The Lead partner is Office of the Provincial Government of Lower Austria. The only partner in The Czech Republic is T.G. Masaryk Water Research Institute, Public Research Institution.

The aim of the project is to identify management options for heavily modified low order streams to restore the good ecological status / potential according to the EC Water Framework Directive with respect to the water quality. The project focuses on the interaction between river bed morphology, anthropogenic impact and the self-purification of these streams. Project pays attention to modelling the interaction between catchment and stream as same as to in-stream nutrient dynamic.

The product of the project should be a *Catalogue of measures* for low order streams which help to optimise the self-purification within these streams by either raising the long-term in-stream nutrient uptake or avoiding negative feed-back loops on the water-sediment-interface or secondary eutrophication following restoration measures.



EUROPEAN TERRITORIAL CO-OPERATION
AUSTRIA - CZECH REPUBLIC 2007-2013
Gemeinsam mehr erreichen. Společně dosáhneme více.



ADAPTAČNÍ OPATŘENÍ NA KLIMATICKOU ZMĚNU V OBLASTI VODNÍCH EKOSYSTÉMŮ



Degradovaný vodní tok

V minulosti došlo k výrazným **změnám vodního režimu** naší krajiny. Vodní toky byly regulovány, svázány do napřímených, zahloubených a opevněných koryt. Odvodněné nivy přestaly plnit svou retenční a ekologickou funkci. Nešetrné využívání naší krajiny v důsledku přispívá k extrémním klimatickým jevům.

Poslední zachovalá údolí s přirozenými úseky vodních toků tvoří přírodní předlohu pro navrácení degradovaných toků a niv do přírodě blízkého stavu. Revitalizace vodních toků a niv má oporu v **Rámcové směrnici o vodách**, ve které se ČR zavázala k ochraně morfoloického a ekologického stavu vodních toků.



Přirozený vodní tok

REVITALIZACE VODNÍCH TOKŮ A JEJICH NIV

- obnova degradovaných vodních toků a niv do přírodního stavu
- revitalizační koryto vodního toku má přiměřeně malou kapacitu a členitý profil
- velké vody se rozlévají do nivy, kde se zpomalují (a mohou přispět ke zmírnění kulminace v níže položených místech)
- obnova říčních ramen, tůň a mokřadů v nivě přispívá ke zvýšení retenční schopnosti

REVITALIZACE MALÉ VODNÍ NÁDRŽE

- příznivě ovlivňují zásobu vody v krajině
- zpomalují rychlost odtoku vody z povodí (mají-li k tomu vymezený retenční prostor)
- mohou být přínosem pro zlepšení kvality protékající vody
- litorální pásmo - přírodovědecky nejcennější částí nádrže
- uvedené efekty nebývají slučitelné s intenzivním rybářským využíváním nádrží

TŮŇE A MOKŘADY

- vhodné k revitalizaci degradovaných ploch (např. po těžbě, plošném odvodnění)
- zlepšují retenční schopnost krajiny, podporují zvýšení biodiverzity
- tůňe se nejčastěji vytvářejí hloubením, s mírným sklonem svahů
- mokřady lze vytvářet plošným zahloubením terénu, nízkým hrázováním nebo zahrazením zahloubeného odtoku z území (především při revitalizaci rašeliníšť)



Revitalizace Černého potoka v PR Černá louka



Revitalizace Dubového rybníka PR Dubový rybníkrybníka



Přehrázka na Bořidarském rašeliníšti (NPR)

PŘÍRODĚ BLÍZKÁ PROTIPOVODŇOVÁ OPATŘENÍ V ZASTAVĚNÝCH ÚZEMÍCH OBCÍ

- kombinují požadavky na protipovodňovou ochranu a ekologický stav vodního toku
- koryto si zachovává alespoň částečně přírodě blízkou členitost, při dodržení požadavků na stabilitu a kapacitu
- zvětšovat povodňovou průtočnost lze snížením úrovně terénu v blízkosti vodních toků do podoby přírodě blízkých berem s parkovými a rekreačními plochami

ZPROSTUPNĚNÍ MIGRAČNÍCH BARIÉR NA VODNÍCH TOCÍCH

- odstranění migrační překážky (nejčastěji jezu)
- výstavba rybního přechodu

Rybí přechody umožňují rybám a dalším organismům možnost migrace, což je jedním z jejich základních životních projevů. Budují se na neprůchodných migračních překážkách, které není možné odstranit. Mezi osvědčené stavby patří především přírodě blízké bypassy, balvanité rampy a šterbinové rybí přechody. Z technických a prostorových důvodů jsou časté i jejich kombinace.



Revitalizace řeky Isar v Mnichově (SRN)



Rybí přechod v Bulharech na Dyji

DOTAČNÍ PROGRAMY MŽP V OBLASTI PÉČE O VODNÍ EKOSYSTÉMY

NÁRODNÍ ZDROJE:

Program péče o krajinu 2009–2011

(obnova a tvorba mokřadů a tůň)

Program obnovy přirozených funkcí krajiny

2009–2019 (podprogram 115 164)

EVROPSKÉ ZDROJE:

Operační program Životní prostředí

2007–2013 (oblast podpory 6.4 a 1.3.2)

Pro nápravu vodního režimu krajiny jsou nezbytná také **opatření v ploše povodí** – protierozní meze, průlehy a šetrné hospodaření na zemědělské i lesní půdě, která podporují přirozenou retenci vody v krajině. Tato opatření lze převážně hradit z **Programu rozvoje venkova** a **Programu péče o krajinu**.

Bližší informace na www.dotace.nature.cz



PÉČE O PŘÍRODU A KRAJINU

PLÁNY PÉČE O ZVLÁŠTĚ CHRÁNĚNÝCH ÚZEMÍ

AOPK ČR zajišťuje **územní ochranu** dle zákona č. 114/ 1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny a jeho prováděcí vyhlášky č. 60/2008 Sb. Zajišťuje péči o zvláště chráněná území, a to o 24 chráněných krajinných oblastí (CHKO) a o stovky maloplošných zvláště chráněných území, které se dále rozlišují na čtyři kategorie: národní přírodní rezervace (NPR), národní přírodní památky (NPP), přírodní rezervace (PR) a přírodní památky (PP).

Plány péče o zvláště chráněná území představují zásadní koncepční dokumenty ochrany přírody a krajiny. Obsahují podrobný rozbor stavu a návrhy opatření na zachování či zlepšení stavu předmětů ochrany v dané lokalitě. Obvykle se zpracovávají na 10 let. Plány péče o CHKO, NPR a NPP projednává a schvaluje Ministerstvo životního prostředí na základě podkladů připravených AOPK ČR. Plány péče o PR a PP nacházejících se uvnitř CHKO vytváří příslušné správy CHKO.



FINANČNÍ NÁSTROJE PÉČE O PŘÍRODU A KRAJINU

AOPK ČR zajišťuje praktickou péči o přírodu a krajinu České republiky pomocí několika finančních nástrojů. K hlavním z nich patří Operační program Životní prostředí, Program péče o krajinu, podprogram Správa nezcizitelného státního majetku ve zvláště chráněných územích, Podpora obnovy přirozených funkcí krajiny a Program rozvoje venkova.

www.dotace.nature.cz

Opatření lze věcně rozdělit do několika základních skupin, podle kterých se člení také internetové stránky o finančních nástrojích:

■ Nelesní ekosystémy, např.:

- zachování a vytváření krajinných prvků
- péče o dřeviny
- protierozní opatření
- šetrné hospodaření na zemědělské půdě
- regulace šíření invazních druhů rostlin a živočichů

■ Lesní ekosystémy, např.:

- zlepšování druhové skladby lesních porostů
- ochrana výsadeb a přirozeného zmlazení
- likvidace nepůvodních druhů dřevin
- ponechávání dřeva v lese
- zalesňování nevyužívaných zemědělských ploch

■ Vodní ekosystémy, např.:

- revitalizace vodních toků
- výstavba a revitalizace malých vodních nádrží
- odbahnování, rekonstrukce a údržba rybníků
- revitalizace odvodněných ploch (tůně, mokřady, rašeliníště a jiné drobné vodní plochy)
- rybí přechody
- příroděblízká protipovodňová opatření v intravilánu
- břehové porosty – zakládání, obnova a údržba
- výstavba a rekonstrukce čističek odpadních vod a kanalizací

■ Osvěta a vzdělávání, např.:

- turisticky značené cesty, naučné stezky v ZCHÚ a návštěvnická infrastruktura
- environmentální poradenství, osvěta a vzdělávání, centra a poradny
- podpora cestovního ruchu

■ Zpracování podkladových materiálů, např.:

- implementace soustavy Natura 2000 a monitoring
- zpracování podkladových materiálů pro krajinotvorné programy
- tvorba plánovací a projektové dokumentace



GLOWA – Elbe

Challenge for an integrated management

The **Elbe region** is one of the **largest and driest** river basins in **Europe**. Due to its comparatively **low precipitation** and the high probability of its further reduction in the coming decades, the basin appears to be vulnerable to expected climate change. Interactions between social and climatic change affects both water quantity and water quality, thus studies and assessments to predict future water availability play a key role in developing sustainable management strategies in the region.

Scientists from 13 institutions of various disciplines are integrating their scientific work beyond the overall question about the effects of global change to the water cycle in the Elbe river basin.



FACTS:

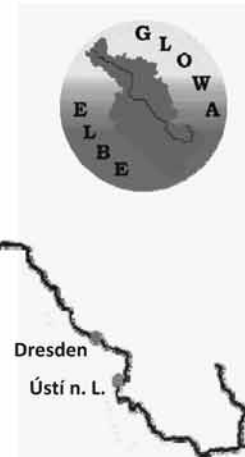
- **Area:** 148.268 km²
- **Length:** 1.091 km
- **Altitude difference:** 1.384 m
- **Population:** about 25 Mio people, about 7 Mio live in Czech Republic, 18 Mio in Germany
- **Second lowest** water availability in Europe (680 m³ per inhabitant and year)
- **Supplies 80 %** of water demands in the eastern German part
- **Water quality classification** II-III (critical load)
- **Large tributaries:** Vltava/Moldau (28.090 km²), Saale (24.167 km²), Havel (23.860 km²), Spree (9.793 km²), Mulde (7.400 km²)



Drought in summer 2003



Elbe flood 2002



Dresden
Ústí n. L.

The overarching aim of GLOWA-Elbe is to comprehend both the risks and the options arising from global change in the Elbe river basin, and to convey this understanding to regional decision makers as a means of promoting sustainable development.

The implementation of this aim will be carried out by:

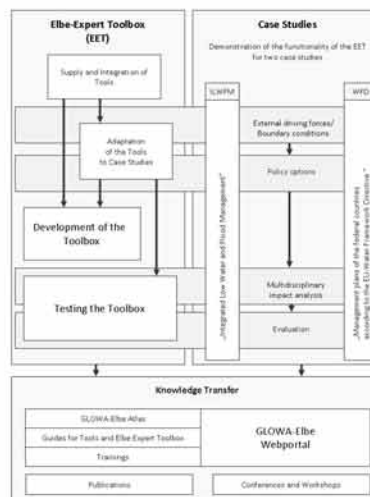


- transfer of the GLOWA-Elbe model system to the **Elbe Expert Toolbox (EET)** for a further application in scenario analyses by decision makers, scientific institutions etc.;

- demonstration of the functionality of the Elbe Expert Toolbox for two case studies with major societal relevance:
 - a) water quality management planning to implement the European Water Framework Directive for the Elbe river basin as a whole,
 - b) integrated low-flow and flood management;



- **knowledge transfer** by comprehensive documentation and presentation of the GLOWA-Elbe results and methods to decision makers (Elbe-Atlas, Web portal, publications, seminars).



Project partners

- Helmholtz Centre for Environmental Research Leipzig-Halle
- German Federal Institute of Hydrology
- Johann Heinrich von Thünen Institute, Federal Research Institute for Rural Areas, Forestry and Fisheries
- Technical University of Berlin, Institute for Landscape Architecture and Environmental Planning
- DHI-WASY
- German Institute for Economic Research
- Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research
- Brandenburg Technical University Cottbus, Chair for Hydrology and Watermanagement
- Leibniz Centre for Agricultural Landscape Research Müncheberg
- Leibniz Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries
- Research Center Jülich
- Vrije Universiteit Amsterdam

Contact:
P. Gräfe, F. Wechsung
graefe@pik-potsdam.de

Potsdam Institute
for Climate Impact
Research
Telegrafenberg
D-14472 Potsdam



Sponsored by
 Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, veřejná výzkumná instituce

VÝVOJ JAKOSTI KOU PACÍCH VOD V ČR (2004 – 2009)

Ing. Helena Grünwaldová, CSc., Bc. Tomáš Fojtík
Výzkumný ústav vodohospodářský T.G.Masaryka., v.v.í.

LEGISLATIVA ČESKÉ REPUBLIKY

Koupační vody využívané ke koupání osob ve volné přírodě jsou v České republice rozděleny na koupaliště ve volné přírodě a dále povrchové vody využívané ke koupání osob (koupační oblasti).

Povrchové vody využívané ke koupání osob (tzv. koupační oblasti)
Tyto oblasti jsou definovány v zákoně č. 254/2001 Sb. o vodách a jejich seznam a vymezení je stanoveno vyhláškou č. 159/2003 Sb., kterou se stanoví povrchové vody využívané ke koupání osob, ve znění vyhlášky č. 152/2008 Sb. Tato místa nemají charakter zařízení, nemají provozovatele, ale jsou pro vyhovující kvalitu vody využívány ke koupání větším počtem osob. Povinnost provádění kontroly jakosti vody v těchto koupačních oblastech spadá do kompetence orgánů ochrany veřejného zdraví a rozsah a četnost kontrol je dána vyhláškou č. 135/2004 Sb. V ČR je těchto míst stanoveno 130.

Koupaliště ve volné přírodě
Tato koupaliště jsou rekreační zařízení provozovaná ve smyslu zákona č. 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví, ve znění pozdějších předpisů a vyhláškou č. 135/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na koupaliště, sauny a hygienické limity prsků v pískovitých venkovních hracích ploch. Počet těchto zařízení není konstantní a každoročně se mění.

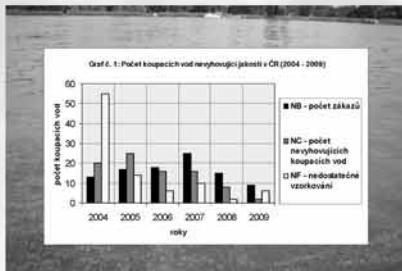


LEGISLATIVA EVROPSKÉ UNIE

Směrnice 76/160/EHS
Základní požadavky na přírodní koupační vody (tzn. moře, sladkovodní jezera a toky) jsou v Evropské unii určeny ve směrnici 76/160/EHS o jakosti vody ke koupání. Směrnice 76/160/EEC se zrušuje s účinkem od 31. prosince 2014.

Směrnice 2006/7/ES
Směrnice 2006/7/ES ze dne 15. února 2006 o řízení jakosti vod ke koupání a o zrušení směrnice 76/160/EHS (dále jen „Směrnice“) zjednodušila a aktualizovala řídicí a monitorovací systém.

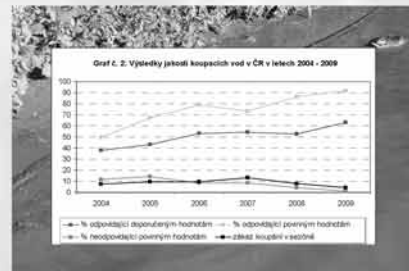
Co přináší nová Směrnice 2006/7/ES:
Byly stanoveny 4 stupně klasifikace vod: nevyhovující, přijatelné, dobré a výborné a zařazení koupační vody bude prováděno na základě čtyřletého (nebo tříletého) sledování místa každoročního hodnocení. Nově jsou zavazeny termíny „profil vod ke koupání“ a „krátkodobé znečištění“. Počet ukazatelů byl snížen z osavadních 19 na 2 bakteriologické ukazatele: enterokyty a *Escherichia coli*, neboť fekální znečištění představuje primární ohrožení pro koupající se. Zajišťuje širší účast veřejnosti a její dostatečný přístup k informacím o koupační vodě.



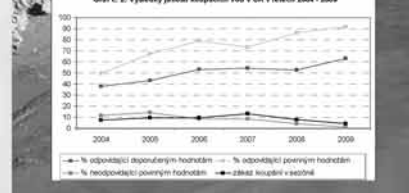
Tabulka č. 1: Výsledky jakosti koupačních vod v ČR v letech 2004 - 2009

Legend for the bar chart:

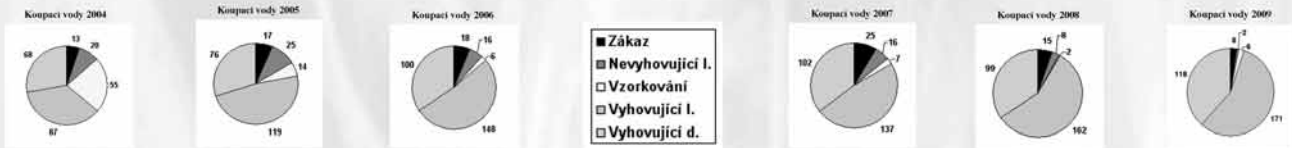
- NB - počet zákazů
- NC - počet nevyhovujících koupačních vod
- NF - nedostatečné vzorkování



Tabulka č. 2: Výsledky jakosti koupačních vod v ČR v letech 2004 - 2009



Soubor grafů: Jakost koupačních vod v ČR podle hodnocení Evropské komise v letech 2004 - 2009.

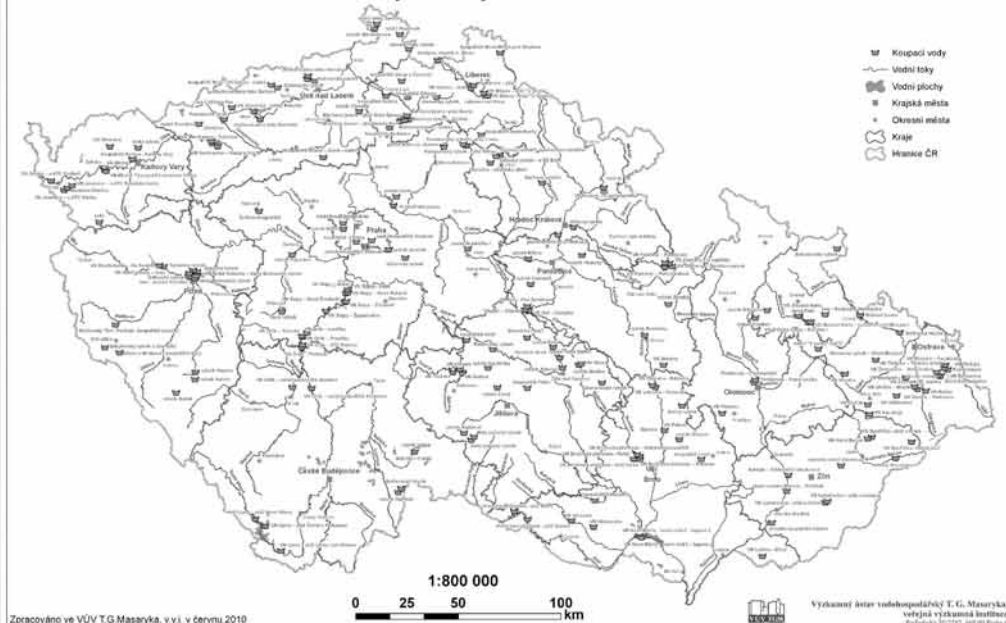


INFORMOVÁNÍ VEŘEJNOSTI V ČR

Pro informování veřejnosti o jakosti vody ke koupání byly zřízeny internetové stránky <http://www.mzv.cz> nebo <http://www.vuv.tgm.cz> a stránky jednotlivých KHS. Od roku 2006 jsou informace zveřejňovány i na portálu veřejné správy na adrese <http://www.zeoportal.nemz.cz>. Mapové podklady a lokalizaci koupačních vod v ČR je možno nalézt na stránkách Výzkumného ústavu vodohospodářského T.G. Masaryka, v.v.í. na adresách <http://www.vuv.tgm.cz> nebo <http://www.vuv.cz>. Ukázky webových stránek



Mapa č. 1: Koupační vody v ČR určené jako vody ke koupání podle článku 13.2 směrnice 2006/7/EC, uveřejněné ve vyhlášce 152/2008 Sb.



INFORMOVÁNÍ VEŘEJNOSTI EVROPSKOU KOMISÍ

Evropská komise zřídila pro občany Evropské unie webovou stránku <http://ec.europa.eu/waterwatch> (www.waterwatch.europa.eu), kde se každý může o kvalitě vody ke koupání zjišťovat informace. Evropskou informační agenturou pro životní prostředí (EEA) byl vytvořen informační portál Eye on Earth <http://eye.eea.europa.eu>

Aplikace Eye on Earth Water Watch zobrazuje poslední informace o jakosti vod ke koupání z více než 22 000 monitorovacích míst po celé Evropě.



Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, veřejná výzkumná instituce

PRAHA - Podbabská 30/2582, 160 00 Praha 6
BRNO - Mojmírovo nám. 16, 612 00 Brno-Královo Pole
OSTRAVA - Macharova 5, 702 00 Ostrava

Zemědělská vodohospodářská správa

Činnosti zabezpečované Zemědělskou vodohospodářskou správou jsou veřejně prospěšnými výkony neziskového charakteru. Jsou orientovány zejména na zajištění správy, provozu a údržby vodohospodářského majetku ČR, odstraňování povodňových škod, realizaci protipovodňových opatření, budování informačního systému veřejné správy v rámci MZe ČR, zajištění a vyhodnocování monitoringu povrchových vod, monitoringu cizorodých látek v povrchových vodách. ZVHS zabezpečuje výkon správy drobných vodních toků v celkové délce 38 889 km a 512 vodních nádrží v celkové pořizovací hodnotě majetku 9,709 miliardy Kč. Organizace zároveň spravuje majetek zařazený do kategorie hlavní odvodňovací zařízení, který představuje zejména otevřené a zatrubněné odvodňovací kanály v délce 8 915 km a s tím související vodní díla v celkové pořizovací hodnotě 2,527 miliardy Kč. Mezi priority patří příprava a realizace akcí II. etapy programu prevence před povodněmi. V rámci Programu revitalizace říčních systémů ZVHS zrealizovala úpravy toků v délce cca 500 km. Jako pověřený odborný subjekt se podílí na plnění požadavků směrnice Rady 91/676/EHS (Nitrátová směrnice). Statisticky vyhodnocené výsledky monitoringu jsou zveřejňovány na internetových stránkách ZVHS (www.zvhs.cz).

Activities ensured by the Agricultural Water Management Authority (AWMA) are public performances of non-profit-making character. They are focused in particular on performance of the administration, operation and maintenance of the water management property of the Czech Republic, removing loss caused by flood and forming anti-flood measures. In addition to that AWMA arranges the Public Service Information System in framework of the Ministry of Agriculture of the Czech Republic, ensures and evaluates the surface water monitoring and the monitoring of extraneous substances contained in surface water. AWMA performs the administration of minor watercourses of a total length of 38 889 km and 512 water reservoirs in the total acquisition value of property of 9,709 milliard CZK. At the same time AWMA administers the property belonging to the category of the main drainage devices, in particular open and piping drainage conduits in the total length of 8 915 km and connected water works in the total acquisition value of property of 2,527 milliard CZK. Preparation and realization of projects in framework of the II. stage of the Anti-Flood Program belong between our priorities. In framework of the Program of Revitalization of the Landscape's Water Regime AWMA realized regulation of approx 500 km of watercourse length. As an authorized professional authority AWMA participates in performance of requirements of the Council Directive N. 91/676/EEC (the Nitrates Directive). Statistically-evaluated monitoring results are published on web pages of AWMA (www.zvhs.cz).



Zemědělská vodohospodářská správa
 Hlinky 60, 603 00 Brno
 telefon/fax: 504 509 501
 e-mail: zvhs@zvhs.cz
www.zvhs.cz



Impact of tritium discharges from Temelín Nuclear Power Plant on the Vltava and Elbe Rivers during the period 2001-2009

Diana Ivanovová, Eduard Hanslík

INTRODUCTION

In conjunction with operation of nuclear power plants, high attention is paid to problems associated with the environment contamination by tritium. Tritium is emitted with waste waters from nuclear power plants into the environment and the discussions concerning tritium emissions are evoked by the fact that concentrations of tritium emitted into surface waters and other components of the environment exceed those of other radionuclides by several orders of magnitude.

The aims of the studies in the Czech Republic were to quantify main tritium components stemming from natural processes and those originating from man activities (residual pollution from atmospheric tests on nuclear weapons in the last century and the atmospheric transfer from nuclear facilities worldwide) and tritium quantities discharged from Temelín Nuclear Power Plant into surface waters in the Vltava River basin. The intention was also to quantify tritium outflows into the Vltava River and to compare the results with data provided by Czech Power Works, joint stock company, which operates the Temelín Nuclear Power Plant.

MATERIAL AND METHODS

Concentrations of ^3H were monitored upstream from the waste water discharge from Temelín NPP in the Vltava, Lužnice and Otava Rivers (sampling sites located on the Vltava at Hluboká, the Lužnice at Koloděje and the Otava at Topělec) and in the Vltava River downstream from the waste water discharge (sampling sites located on the Vltava at Solenice and Vltava at Podolí). Samples were taken with a frequency of 12 in a year. The sampling was carried out in tritium monitoring network operated by Czech Hydrometeorological Institute (CHMI). The data on river flows were provided by CHMI.

The tritium activities were determined by Reference Laboratory for Components of the Environment and Wastes of T.G.M. Water Research Institute, public research institution. The ^3H concentrations were determined by using Quantulus 1220 and TriCarb low-level liquid scintillation spectrometers. The determination was performed according to ISO 9698:1996 Standard. The detection limit was set according expected activities. For mixture of 8 ml of sample and 12 ml of scintillation solution and alternatively counting time of 800 minutes (for samples not effected by the waste water discharges) and 300 minutes (for samples effected by the waste water discharges), the detection limit was 1.2 Bq l⁻¹ and 2.2 Bq l⁻¹ respectively at the level of significance of 0.05. Calibration was performed by using ^3H standard provided by Czech Metrological Institute.

The long-term development of tritium concentration in surface water not affected by waste water discharges from Temelín Nuclear Power Plant was described by using a kinetic first-order equation as follows:

$$\ln c_{3\text{H}_j} = q - \lambda_{\text{eff}} t$$

where $c_{3\text{H}_j}$ is annual average tritium concentration in surface water, based on the results of field measurements in the period 1990 - 2009 (Bq l⁻¹); λ_{eff} is effective ecological decay constant describing decrease in concentrations of tritium (yr⁻¹) and t is time of monitoring (yr).

The resulting effective ecological decay constant (λ_{eff}) was used for calculation of effective ecological tritium half-life (T_{eff}) as follows:

$$T_{\text{eff}} = \ln 2 / \lambda_{\text{eff}}$$

Tritium concentrations were further corrected by subtracting natural component ($c_{3\text{HCR}}$) and activity originating from the atmospheric transfer from nuclear facilities worldwide ($c_{3\text{HNF}}$).

ACKNOWLEDGEMENT

The work was processed of results gained in projects MZP 0002071101 and Elbe V (SP/2e7/229/07) sponsored by Czech Ministry of Environment.

Contact diana_ivanovova@vuv.cz, +420 220 197 335

RESULTS

Figure 1. Tritium concentrations in surface water not affected by waste water discharges from Temelín Nuclear Power Plant (A) and concentrations after correction (B) in the period 1990 – 2009

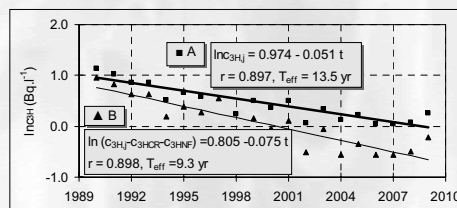


Figure 2. Mean annual tritium concentrations in the Vltava and Elbe River upstream (Hluboká) and downstream (the other sites) from the outflow of waste water from Temelín NPP in the period 1990 – 2009

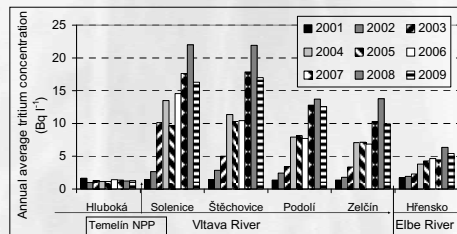
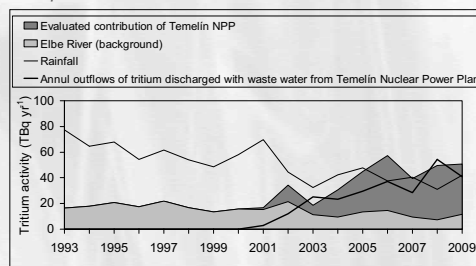


Figure 3. Atmospheric deposition of tritium and the discharged annual tritium activity in the Elbe River at Hřensko in the period 1993–2009 as compared with the impact of the Temelín NPP operation in the period 2001–2009.



CONCLUSIONS

Natural processes, residual contamination from atmospheric tests of nuclear weapons in the last century and discharges from nuclear facilities are the main sources of tritium concentrations in the environment. In terms of tritium quantities, the residual contamination from the tests is dominating, however, this component is gradually diminishing consequently to the tritium radioactive decomposition. Effective half-life calculated for the period 1990 – 2009 was 13.5 yr and 9.3 yr if we subtract natural tritium component and tritium originating from the atmospheric transfer from nuclear facilities worldwide. The results of tritium monitoring downstream from the outflow of waste waters from Temelín NPP showed that the mean annual values were below an indicative limit of 100 Bq.l⁻¹ specified in a Decree of the State Institute for Nuclear Safety No. 307/2002.





Ichthyofauna of the middle Elbe: influence of pollution or river modification?



Jurajda P.* Janáč M.* Valová Z.* Streck G.**

* Institute of Vertebrate Biology, Academy of Sciences of the Czech Republic, v.v.i., Květná 8, 603 65 Brno, Czech Republic
** Department of Effect-Directed Analysis, Helmholtz Centre for Environmental Research – UFZ, Permoserstr. 15, 04318 Leipzig, Germany



MIDDLE ELBE RIVER

Fish community response to:

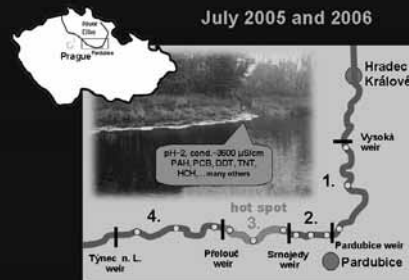
- river regulation
- river channelisation
- point source pollution

Method:
electrofishing by boat

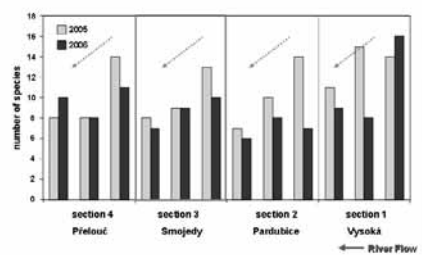
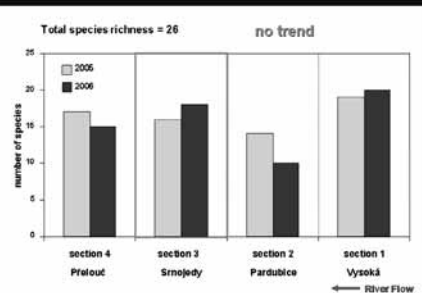


Study area: 4 inter-weir sections
4 x 3 sites

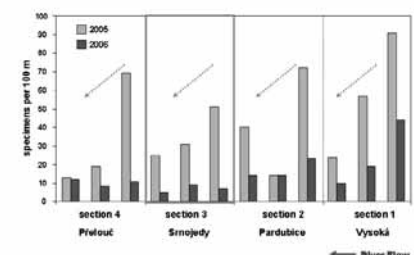
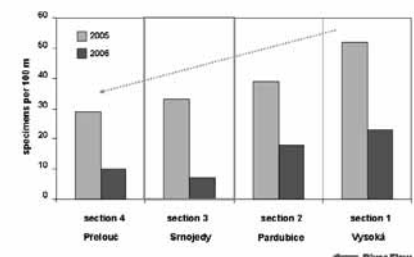
July 2005 and 2006



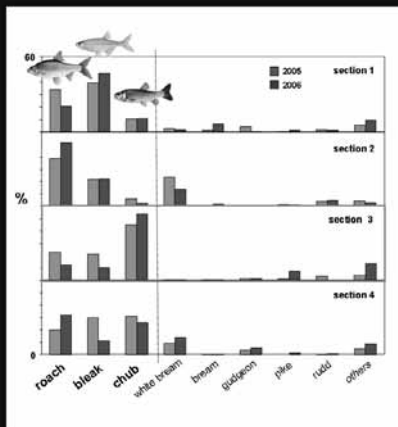
NUMBER OF SPECIES



ABUNDANCE



DOMINANCE



Conclusions:

- no significant difference in fish assemblages between study sections (no pollution effect)
- majority of the fish community represented by generalists in all four sections
- decreasing trend downstream within sections (habitat effect)
- geomorphologic river character appears to be the most important determinant of fish assemblages

Acknowledgement:



Povodí Labe s.p.



Český rybářský svaz



MODELKEY 511237 (GOCE): Models for Assessing and Forecasting the Impact of Environmental Key Pollutants on Marine and Freshwater Ecosystems and Biodiversity



Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, veřejná výzkumná instituce
T. G. Masaryk Water Research Institute, Public Research Institution

Profil vod ke koupání – nástroj ochrany vod

Bathing water profile – a tool for water protection

Povrchové vody využívané ke koupání vyžadují trvalou péči a ochranu; v ČR jsou povrchové vody využívané ke koupání ohroženy zejména rozvojem sinic, v některých případech trpí i mikrobiálním znečištěním. Jedním z nástrojů ke zlepšení jakosti povrchových vod využívaných ke koupání jsou profily vod ke koupání – soubry informací zaměřené hlavně na vytvoření správně cílených opatření. Zpracování profilů vod ke koupání ukládá členským státům směrnice Evropského parlamentu a Rady 2006/7/ES o řízení jakosti vod ke koupání a o zrušení směrnice 76/160/EHS. Profily vod ke koupání musí být poprvé vytvořeny do 24. března 2011 a pak pravidelně aktualizovány. Jde tedy o zavedení nového systému sběru dat a informací a jejich následné vyhodnocení podle požadavků směrnice s respektováním národních specifik. V ČR bude pravděpodobně tato povinnost uložena správcům povodí. Zpracování profilů vod ke koupání by mělo vést k hlubšímu pochopení zdravotních rizik typických pro zkoumanou lokalitu, ke správnému vyhodnocení příčin znečištění a jejich rizikosti vůči určité vodě ke koupání a k návrhu optimálních opatření. Informace z profilů vod ke koupání budou nejen součástí reportingu Komise Evropských společenství, ale zároveň pomůckou pro plánování opatření. Některé údaje z profilů vod ke koupání mohou být využívány pro zajištění toku informací povinně poskytovaných o vodách ke koupání veřejnosti. Předpokládá se zpracování informací pomocí geografických informačních systémů.

Surface waters in use for bathing require permanent protection. In the Czech Republic, these waters are endangered mainly by growth of cyanobacteria and some of them also by microbial pollution. The bathing water profiles, as one of the tools for improvement of surface water quality, are lists of information intended mainly for development of relevant measures. These profiles are established in accordance with Directive 2006/7/EC of the European Parliament and of the Council of 15 February 2006 concerning the management of bathing water quality and repealing Directive 76/160/EEC. The bathing water profiles must be established for the first time by 24 March 2011 and subsequently regularly reviewed and updated. In the Czech Republic, the responsibility for carrying out of this new system, which involves data collection, their assessment and evaluation of national specific aspects, will be undertaken by river basin companies. The results should be used for better understanding of health risks specific for given locality and causal factors of its pollution and associated risks, and for specification of optimum measures to be taken. In addition, these results will be also used for meeting the EC reporting requirements and in water management planning. Some of the data will be available as compulsory information about bathing waters to be provided to the public. It is intended that the data will be analysed by using a geographical information system.

Doporučená struktura tohoto souboru informací:

Identifikace vod ke koupání a kontakty

Identifikační kód a název vody ke koupání, lokalizace hlavních monitorovacích bodů, identifikace skupiny vod ke koupání, které lze zahrnout do jednoho profilu, identifikace povodí a dílčího povodí, identifikace vodního útvaru, identifikace toku, nádrže, aktualizace seznamu vod ke koupání, nejdůležitější kontakty (informátor, správce koupaliště, KHS, správce povodí).

Základní charakteristiky a údaje o koupací sezóně

Klasifikace podle nové směrnice, výjimečné situace (ve smyslu směrnice), krátkodobé znečištění (ve smyslu směrnice) a jeho příčiny, souhrnné národní hodnocení (zhoršená jakost vody, voda nevhodná ke koupání, voda nebezpečná ke koupání), opatření, která mají zabránit, aby byli koupající vystaveni znečištění; aktuální zákazy koupání a varování před koupáním s uvedením data počátku a ukončení, návrhy na trvalé zákazy a trvalé varování před koupáním, zrušení vody ke koupání.

Další charakteristiky, určení a posouzení příčin znečištění

Hydrologické charakteristiky, vymezení doplňujících monitorovacích bodů, příčiny mikrobiálního znečištění z bodových zdrojů znečištění, difúzních zdrojů znečištění, riziko pro rozvoj sinic (přisunu fosforu) z bodových zdrojů znečištění, difúzních zdrojů znečištění, opatření k omezení rizika znečištění.

Vyhodnocení rizikosti jednotlivých druhů znečištění bude vyžadovat vyhodnocení široké škály dat, terénní průzkum, průzkumný monitoring a odborný odhad, bude pro každou vodu ke koupání individuální. Při analýze rizikosti zdrojů znečištění se hodnotí míra vlivu jednotlivých zdrojů znečištění (např. podle stupně čištění odpadních vod) a pravděpodobnost dopadu znečištění na vodu ke koupání (tedy například vzdálenost zdroje znečištění od vlastní vody ke koupání) s využitím obecné matice analýzy rizikosti zdrojů znečištění.

Matice analýzy rizikosti zdrojů znečištění

Pravděpodobnost (dopady)	Následky (vlivy)				
	nevýznamné	malé	Mírné	velké	katastrofické
Téměř jisté	H	H	E	E	E
Pravděpodobné	M	H	H	E	E
Méně pravděpodobné	L	M	H	E	E
Nepravděpodobné	L	L	M	H	E
Vzácné	L	L	M	H	H

E – extrémní riziko, H – vysoké riziko, M – střední riziko, L – nízké riziko



Foto: Rafting nebo koupání?

Zavedení průzkumného monitoringu, vyhodnocení rizikosti zdrojů znečištění a návrhy opatření je nutné provést **přednostně** u vod ke koupání, u kterých byly **zákazy** koupání, které jsou hodnoceny v jakosti vody jako **nevýhovující**; opatření by měla zajistit zlepšení na přijatelnou jakost vody do konce koupací sezóny v roce 2015, následně je nutné se věnovat zlepšení jakosti vod, které jsou hodnoceny jako přijatelné, aby se staly výborné nebo dobré. Podle národního hodnocení, ve kterém se projeví hodnocení rizika rozvoje sinic, by byla opatření aktuálně nejprve pro vody ke koupání s vodou nebezpečnou ke koupání (zákazy), vodou nevhodnou ke koupání (varování) a následně se zhoršenou jakostí vody.

Poster byl zpracován na základě podkladů z projektu VaV SP/2e/7/58/08. Zjištění parametrů ovlivňujících profily vod ke koupání z hlediska životního prostředí, na kterém spolupracuje VÚV T.G.M., v.v.i. a Státní zdravotní ústav. Další informace jsou zveřejněny na stránkách projektu: <http://neis.vuv.cz/projekty/koupacivodyprofil>. Poster zpracovala Ing. Marie Kalinová (kalinova@vuv.cz).




Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka,
veřejná výzkumná instituce

PRAHA - Podbabská 30/2582, 160 00 Praha 6
BRNO - Mojžírovo nám. 16, 612 00 Brno-Královo Pole
OSTRAVA - Macharova 5, 702 00 Ostrava

VLTAVA V PRAZE

ZPRŮCHODNĚNÍ JEZŮ Z HLEDISKA MIGRACE RYB

PROJEKT LABE V



OBR. 1: VLTAVA V PRAZE - PŘEHLEDNÁ ORTOFOTOMAPA

**VÝZKUMNÝ ÚSTAV VODOHOSPODÁŘSKÝ T.G.M.,
veřejná výzkumná instituce**
Podbabská 30, 160 62 Praha 6
www.vuvv.cz, ondrej_slavik@vuvv.cz

ENVISYSTEM s.r.o.
U Nikolajky 15, 150 03 Praha 5
www.envisystem.cz, lausman@envisystem.cz


Dolní Vltava byla do konce 19. století důležitým migračním koridorem, kam směřovaly nejen hlavní tahy lososů a úhořů, ale byly zde také nalezeny mihule mořská a říční, jeseter velký a cejn šinný. Avšak dnes - vzhledem k výstavbě vltavské kaskády a jezů - je třeba hledat význam zpříchodnění dolní Vltavy v úseku po VD Vrané - především v prodloužení labského migračního koridoru a otevření cesty do Berounky a dále k pramenným oblastem potoků a řek v západních Čechách.

Výzkumný úkol byl orientován především na vhodné lokalizaci přírodně blízkých rybích přechodů v centrální části Prahy. Na modelových snímcích rychlostních polí jsou dokumentovány dva základní případy usměrnění proudění šikmým jezem bez energetického využití a také vliv koncentrace proudu pod vodní elektrárnou. Polohy proudnic pak jednoznačně vypovídají o nejvýhodnějším umístění hlavních vstupů do rybích přechodů.

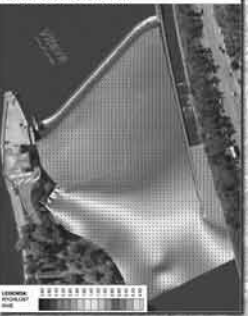
HELMOVSKÝ JEZ A MVE ŠTAVANICE

OBR. 2, 3: 2D MODEL PROUDĚNÍ V PODJEZÍ - RYCHLOSTNÍ POLE


Q300d - STÁVAJÍCÍ STAV (3. turbína)



Q30d - STÁVAJÍCÍ STAV



OBR. 4, 5: PANORAMATICKÉ FOTO A MODEL KORYTA




panoramatický pohled

morfologie koryta podjezí

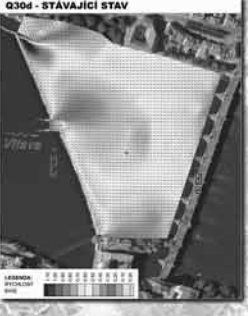
STAROMĚSTSKÝ JEZ

OBR. 6, 7: 2D MODEL PROUDĚNÍ V PODJEZÍ - RYCHLOSTNÍ POLE

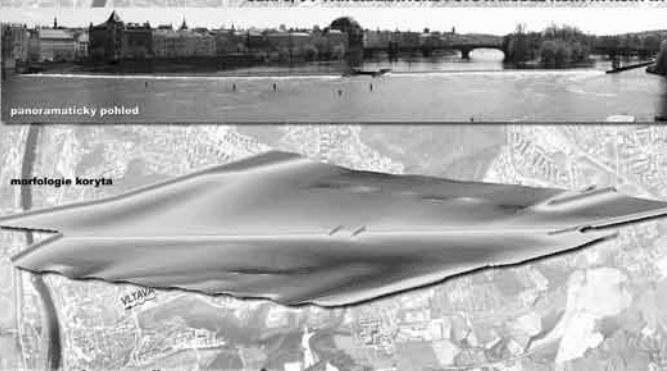
Q300d - STÁVAJÍCÍ STAV



Q30d - STÁVAJÍCÍ STAV



OBR. 8, 9: PANORAMATICKÉ FOTO A MODEL KORYTA KORYTA

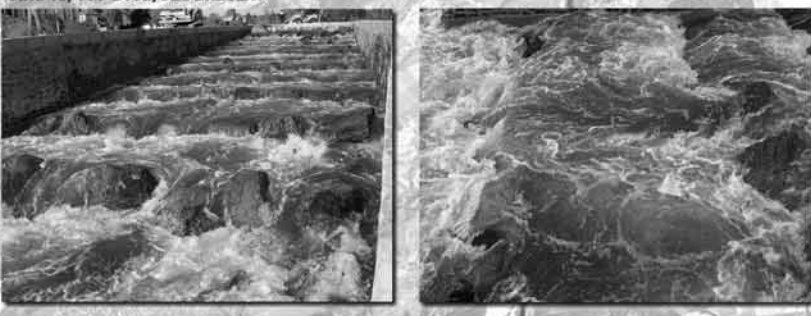


panoramatický pohled


morfologie koryta

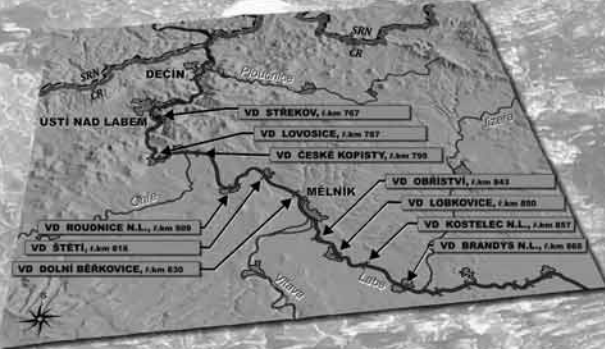
PŘÍKLADY REALIZACE PŘÍRODĚ BLÍZKÝCH RYBÍCH PŘECHODŮ

OBR. 10, 11: DYJE, JEZ BŘECLAV



OBR. 12: OHŘE, JEZ KYNSPĚK N. OHŘI





OBNOVA ŘÍČNÍHO KONTINUA LABE ZPRŮCHODNĚNÍ RYBÍMI PŘECHODY

VaV 650/4/00



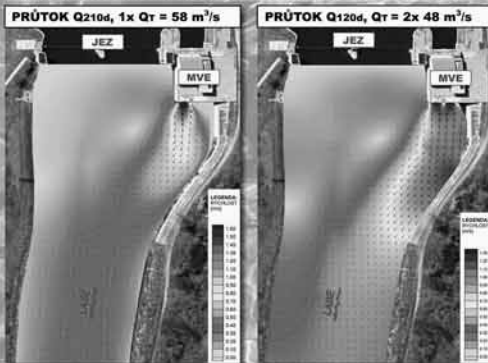
Výzkumný ústav vodohospodářský T.G.M.,
veřejná výzkumná instituce
Podbabská 30, 160 62 Praha 6
www.vuv.cz; ondrej_slavik@vuv.cz



U Nikolajky 15, 150 03 Praha 5
www.envisystem.cz; laurman@envisystem.cz

OBR. 1: DOLNÍ A STŘEDNÍ LABE - SCHEMATICKÁ MAPA

OBR. 2, 3: VD OBRŠTINY - RYCHLOSTNÍ POLE V PODJEŽÍ



Nezbytnost doplnění rybních přechodů na plavebních stupních Labe vyplývá ze strategického významu úseku řeky pro obnovu obousměrné migrační propustnosti potamodromních i diadromních druhů ryb. Zprůchodnění překážek je tedy cíleno nejen na současné rybní společenstvo, ale rovněž se předpokládá potenciální příznivý vývoj migrací původních druhů ryb včetně návratu lososa obecného do povodí Labe a Vltavy. Z hydrologických a hydraulických analýz i prostorových nebo konstrukčních možností jednotlivých profilů vyplynuly požadavky na základní schéma komplexního řešení, kdy vstupy hlavního rybního přechodu jsou vždy situovány v bezprostřední blízkosti výtoku ze savenk a na protilehlém břehu je umístěn pouze úsporný doplňkový rybní přechod.

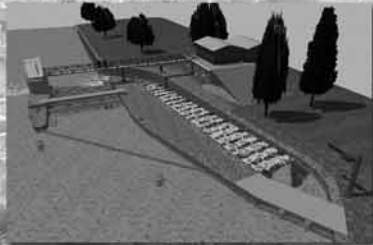
Přiložené modelové snímky zachycují charakteristické rychlostní pole pod jezem s vodní elektrárnou a také základní schematické příklady potenciálního řešení hlavních i doplňkových rybních přechodů.

OBR. 4: VD OBRŠTINY - PANORAMATICKÝ POHLED PROTI VODĚ

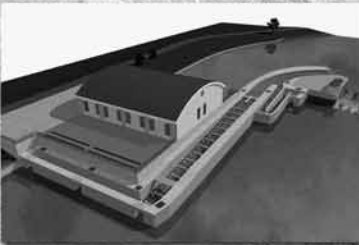


SCHEMATICKÉ PŘÍKLADY MODELOVÉHO ŘEŠENÍ RYBÍCH PŘECHODŮ

OBR. 5: VD LOVOVICE



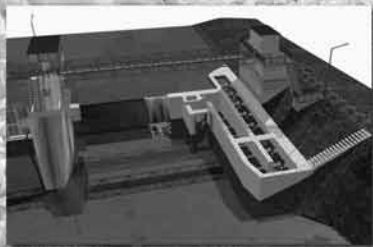
OBR. 6: VD ČESKÉ KOPISTY (HLAVNÍ RP)



OBR. 7: VD ČESKÉ KOPISTY (DOPLŇKOVÝ RP)



OBR. 8: VD ŠTĚTÍ (DOPLŇKOVÝ RP)



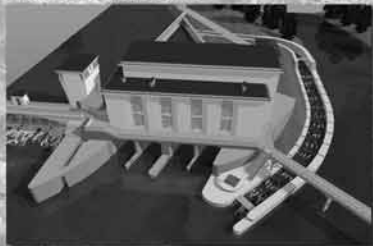
OBR. 9: VD DOLNÍ BĚRKOVICE



OBR. 10: VD OBRŠTINY



OBR. 11: VD LOBKOVICE



OBR. 12: VD KOSTELEČ NAD LABEM



OBR. 13: VD BRANDÝS NAD LABEM





Interakce podzemní a povrchové vody na toku Křinice v Národním parku České a Saské Švýcarsko

Ondřej Nol¹, Lucia Lencsesová¹, Irena Šupíková¹, Aleš Pacl¹, Petr Nakládal²

¹AQUATEST a.s., Geologická 4, Praha 5, 152 00

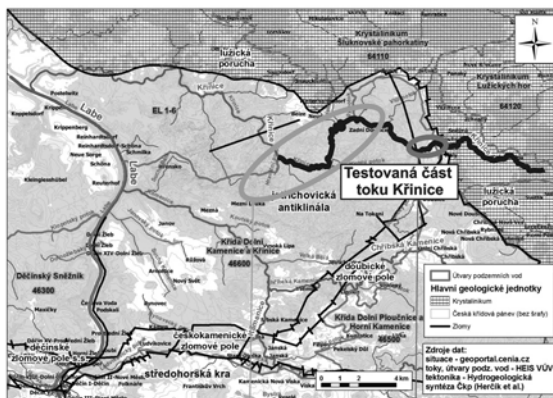
²Karel Klímer vodní zdroje, s.r.o., Lidická 881/7, 152 00 Praha

email: nol@aquatest.cz, lencsesova@aquatest.cz, supikova@aquatest.cz, pacl@aquatest.cz.

Řeka Křinice se nachází na severu České republiky (Obr.1). Křinice pramení v lužických horách. Za obcí Krásná Lipa vstupuje do hluboce zařízlého Kyjovského údolí, které je součástí NP České a Saské Švýcarsko.



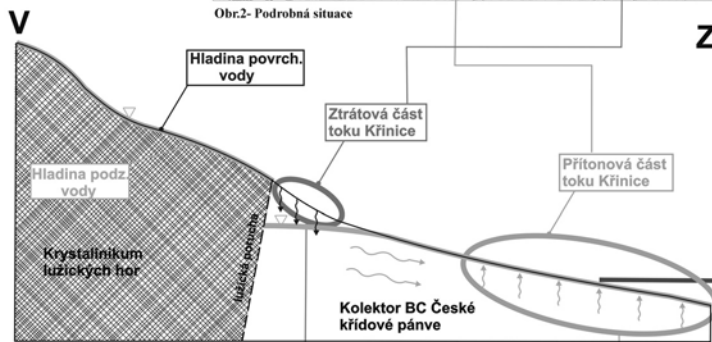
Obr.1- Lokalizace NP České a Saské Švýcarsko



Obr.2- Podrobná situace

Hydraulická komunikace mezi tokem Křinice a podzemní vodou je dána geologickou pozicí. Zatímco horní tok Křinice drénuje krystalinikum Lužických hor, střední a dolní část toku se nachází v české křídové pánvi (Obr.2). Po překřížení toku s lužickou poruchou, která odděluje krystalinikum a dobře propustné křídové pískovce kolektoru BC, dochází ke ztrátám vodnosti Křinice ve střední části toku (Obr.3).

Vlivem vyšší propustnosti křídového kolektoru a jeho značné mocnosti (až 300 m) dochází k zaklesnutí hladiny podzemní vody pravděpodobně pod úroveň toku Křinice (Obr.3). Povrchová voda Křinice tak dotuje podzemní kolektor, což je přesně opačný stav než v krystaliniku, kde podzemní voda je drénována povrchovým tokem Křinice.



Obr.3- Schématický profil

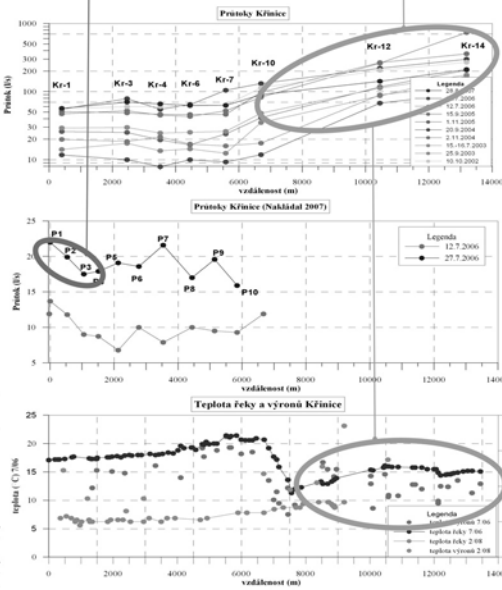
V zimním období byly termokamerou vymapovány v přítokové části toku Křinice teplejší výrony podzemní vody (Obr.5).

Hydrologická měření umožnila vymezit jednoznačně přítokový úsek na profilu od 5600 do 14000 m (Na Obr. 3 a 4 vyznačen zelenou elipsou). Na úseku 0-5600 m se povrchová lokálně „ztrácí“ (červená elipsa na Obr. 3 a 4) nebo díky vyrovnaným hydraulickým výškám nedochází k významnější hydraulické komunikaci mezi povrchovou a podzemní vodou. Od vzdálenosti 5600 m dochází k výraznému nárůstu průtoků.

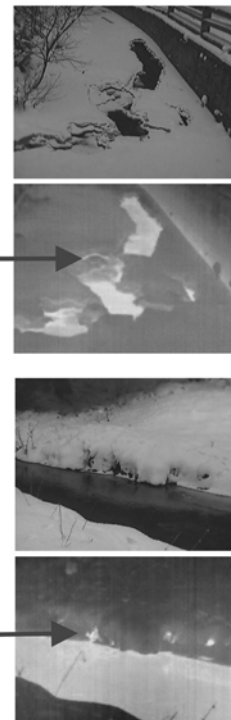
Detailní hydrologické měření za extrémně nízkých stavů pravděpodobně naznačuje, že ke ztrátám dochází po překřížení toku s lužickou poruchou.

Termometrická měření jsou v shodě s hydrologickými výsledky. V dolním toku Křinice tj. od vzdálenosti 5600 m (vyznačeno zelenou elipsou) na profilu nastává výrazný pokles teploty v Křinici vlivem přítoku chladnější podzemní vody.

Během letních měření teplota klesla z 21 °C až na teplotu 11 °C. Přítoky podzemní voda tak výrazně ochlazují povrchovou vodu Křinice. Naopak v zimním období teplota Křinice narůstá, což je způsobeno přítokem relativně teplejší podzemní vody (Obr.5).



Obr.4- Hydrologická a termometrická měření



Obr.5- Měření termokamerou



Výzkumný ústav vodohospodářský, T. G. Masaryka, veřejná
výzkumná instituce

Oddělení GIS a kartografie

Možnosti využití leteckého laserového skenování pro vodohospodářské účely

Summary

Airborne Laser Scanning (ALS) belongs to modern technologies for producing geospatial information. The main use is found for digital terrain model creation (only terrain) and digital surface model creation (including buildings and vegetation). New altimetric survey of the whole state territory using ALS technology has started in autumn 2009 in the Czech Republic. In connection to this project, potential utilization of this much more accurate data in water management was examined by the Water Research Institute. Particularly the update of DIBAVOD (Digital database of water management data) is examined. ALS data from pilot area around Dobruška town in eastern Bohemia was used for research. Flood extents of Dedina stream, which flows through Dobruška, were assessed in the locality. Research in 2009 had these main goals:

- analysis of stream line accuracy and possibilities of improvement
- identification of vertical cross objects in streams in connection to water level determination
- suitability assessment of using ALS data as input in 1D and 2D hydrodynamic models to specify flood extent, water depth and flow velocity in floodplain areas

Beside that, comparison between LLS data and different altimetric data that are possible in the area are also part of the research. It means mainly fotogrammetry, geodetic survey and different digital elevation models ZABAGED. Analyses were done in ArcGIS.

Abstrakt

Letecké laserové skenování (LLS) patří k nejmodernějším technologiím pro pořizování prostorových geografických dat. Nachází své uplatnění zejména pro tvorbu digitálního modelu reliéfu a digitálního modelu povrchu. V České republice probíhá od konce roku 2009 nové výzkumné mapování celého území s využitím metody LLS. [1] V souvislosti s tímto projektem byly na pracovišti Výzkumného ústavu vodohospodářského T. G. Masaryka, v. v. i. (VÚMIGM) zkoumány možnosti využití těchto výrazně přesnějších datových zdrojů k aktualizaci vodohospodářských dat, zejména digitální báze vodohospodářských dat (DIBAVOD).

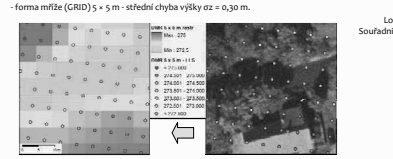
Cíle

1. Na testovacích datech z lokality Dobruška provést tyto analýzy:
2. Možnosti zjištění polohy vodních toků
3. Identifikace příčných překážek v korytě vodního toku v souvislosti se stanovením příčného vodního hladiny
4. Posouzení vhodnosti použití dat LLS v přířezných zřezích jako vstupu do hydrodynamických modelů pro stanovení záplavových území.
5. Porovnání výškopisných dat na celém území

Princip LLS použitého pro mapování ČR

- Na leteckém nosiči je umístěn skener (vyšší laserové paprsky v podobě pulzů)
- Ve skeneru jsou zaznamenány odrazy od zemského povrchu a od dalších objektů
- Vzdálenost bodu od nosiče je určena časem mezi vysláním paprsku a přijetím jeho odrazu
- Umístění bodů v souřadném systému je dáno také polohou a náklonem letadla (skeneru) v době výskvěny paprsku a známým směrem paprsku (měřeno za pomocí aparatur GPS a inerciálního navigačního systému)
- Odraz laserového paprsku může být jediný nebo vícebodový
- Podoba dat - tzv. mráčka bodů (nepravdělné rozmístění bodových dat)
- Voda pohlcuje bílé infračervené záření - oblast bez dat [4]
- Automatické procesy filtrace a klasifikace → rozdíly odrazů od budov, vegetace, rostlinného terénu a hrubých chyb
- Digitální model povrchu (DMP) - po odstranění hrubých chyb
- Digitální model reliéfu (DMR) - filtrovaná data „rostlinného terénu“ [2, 3]

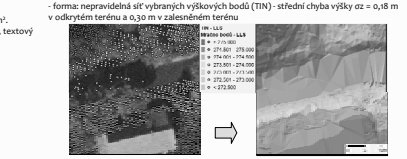
Digitální model reliéfu území České republiky 4. generace (DMR 4C)



Charakteristika a formát dat

Experimentální soubor dat LLS
Lokalita Dobruška (47 km²) 24.4. a 26.6. 2008, Výška nad povrchem 200 – 1500 m, hustota mráčka - cca 122 bodů/m².
Souřadnicový referenční systém - primárně WGS-84, elpsoidická výška. Převod (pracoviště VÚV) zobrazení UTM (zóna 33N), textový ASCII formát (X, Y, Z) → úřadí převádí v 5-JTSK East North a výškový systém Bati po vyznění.

Digitální model reliéfu území České republiky 5. generace (DMR 5C)



1 Přesnost polohy vodních toků

- Velmi dobře rozpoznatelná koryta toků v datech LLS (mráčka bodů - oblast bez dat, TIN)
- Rozdíly mezi toky LLS a ZABAGED jsou průměrně 3,3 m se směrodatnou odchýlkou 4,1 m. Maximální rozdíly - až 30 metrů. Vizualizace odchýlek v mapě 1:5 000.

Pravděpodobné příčiny:

- Databáze ZABAGED a DIBAVOD odpovídají měřítku 1:10 000
- Vysoká míra generalizace linií toků
- Neprůhlednost hustým vegetačním doprovodem toku na ortofotosnímku

Popis obrázku:
Mráčka bodů z vrstvy terén, následně DMT v podobě TIN a současný dataset vodních toků (důvod nepřesnosti - neprůhlednost doprovodné vegetace na ortofoto snímku).

Zpřesnění dat vodních toků musí předcházet i dalším analýzám. Snahou je vyzkoušet postup automatické generace os toků z dat LLS a rozumné kombinace se současnými daty (upravené úseky, zatrubnění, mosty atd.)

Lokalita Dobruška

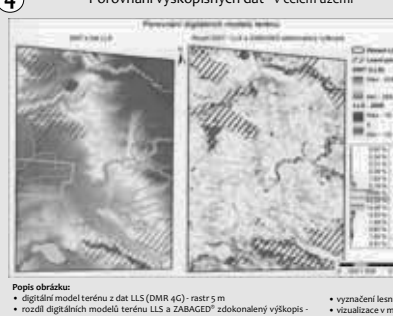


2 Identifikace příčných překážek na vodním toku

- analýza výškových skoků na podélném profilu hladiny toku
- nezbytné podmínky - přesná osa toku a co nejlepší model terénu (TIN z mráčka bodů vrstvy terén)

Popis obrázku:
TIN úseku toku včetně detailů stupňů - úsek upravené koryto se dvěma stupni (převýšení 0,5 a 0,7 m při terénním průřezu)
• Hodnoty u bodů s krokem cca 5 m označují nadmořskou výšku (pravě) a výškový rozdíl od níže položeného bodu (levo). Červené jsou zvýrazněny body nepřítel stupňů
• Podélný profil hladiny toku zobrazeného úseku, kde stupně tvoří značkové skoky
• Fotografie horního stupně (0,7 m)

4 Porovnání výškopisných dat - v celém území



3a Porovnání výškopisných dat - v záplavovém území

Leze alespoň částečně nahradit daty LLS geodetickými zaměřením? Je přesnost a hustota dat dostatečná?
V roce 2002 byla na toku Dědina stanovena záplavová území. Geodetické podklady byly:

- fotogrammetrické mapování (pouze část toku)
- geodetické zaměření podrobných profilů koryta toku i údobních profilů (rok 1999).

Analyza DMT
Popis obrázku:
Rozdíly rástrů DMT (rozlišení 5 m);
• letecké laserové skenování (LLS)
• fotogrammetrické (FOT)
• zdokonalený výškopis ZABAGED® (ZAB)

Výsledky:

- LLS - průměrně 0,36 m pod úrovní FOT, směr odchýlky 0,33 (chyba při testovacím skenování způsobila hladké hodnoty v level částě)
- Rozdíly LLS a ZABAGED® - výraznější a nahodilější, střední hodnota je -0,36 m se směrodatnou odchýlkou 0,56.
- Větší rozdíly - především v místech koryta toku, zejména v porovnání se ZABAGED® (výškopis ZABAGED® nezahrnuje geometrii koryt mýchých toků)

3b Porovnání byly nadmořské výšky z

- GEO geodetického zaměření
- LLS laserového leteckého snížení
- FOT fotogrammetrického mapování

Popis obrázku:
ZAB gřdu ZABAGED® 10 x 10 m zdokonalený výškopis
LLS 0,5m LLS - krok 0,5 m (sada vystihuje lomové terénní linie koryta a stánudce)

Geodetický zaměřený profil

- Počet 40, průměrná vzdálenost cca 200 m
- Výšky vzájemně k jednotlivým geodetickým zaměřením bodům

Na obrázku 4 charakteristické příčné profily z různých oblastí

Výsledky:

- Úspokojivá shoda LLS a GEO, vstihuje terénní linie
- FOT > GEO a GEO > LLS
- Doba fotogrammetrie (profily A a B):
 - průměrné rozdíly výšek v korytě - 0,36 m GEO - LLS
 - 0,57 m FOT - GEO.
 - cca 0,25 m v inundačním území (oba případy)
- Sřídla část (profil C):
 - hodnoty LLS 0,30 - 0,40 m pod hodnotami GEO
- Horní část toku - údolí v lese (profil D):
 - výborná shoda

Geodetické zaměření koryt (1999) nemusí odpovídat současnému stavu
Profil ZABAGED® - menší měřítko a rozlišení rástru
Výsledky porovnání digitálních modelů terénu i profilů mohou ukazovat na systematické chyby.

3c Statistické výsledky [m]

Výškopis	MIN	MAX	RANGE	MEAN	STD
osná páska	-8,47	7,85	16,42	-0,34	0,88
les	22,70	21,34	48,66	-1,46	3,12
okna	-12,48	11,51	24,00	-2,68	1,62
přída	-7,87	6,29	13,86	-0,19	0,90
střelka	-3,88	12,41	16,29	0,39	2,72
vedcí pl.	-5,40	22,85	28,25	0,96	2,52
osná páska	-23,70	22,85	46,56	-0,54	1,73

Závěry a zaměření dalšího výzkumu

- nové výškopisné mapování metodou LLS - kvalitní výškopisná data (přesnost a hustota) → využití v mnoha oborech lidské činnosti
- ve vodním hospodářství obecně
 - vhodné pro zpracování studií a plánovacích dokumentů pro přípravu retenčních nádrží (např. preventivní protipovodňová opatření, akumulace vody, atd.)
 - vhodné pro modelování v oblasti ochrany povrchových i podzemních vod
- základ - zjištění polohy sítě vodních toků + aktualizace jejich kilometráže
- automatizovaný postup analýzy podélného profilu vodní hladiny → identifikace výškových objektů na vodním toku (tzn. stupně, jezy, mosty atd.)

vhodné pro určení geometrie inundační koryta některých drobných vodních toků s malou hloubkou vody (po odstranění systematických chyb) → základní z geodetických podkladů při tvorbě map povodňového nebezpečí a rizika (podle evropské směrnice)

- další výzkum v případě velkých vodních toků (přímé metody pro mapování terénu pod hladinou)
- stanovení rozvodnic a ploch povodí (v roce 2009 výzkum neprobíhal pro nedostatečnou velikost zkoumané oblasti)
- problém při zpracování - obrovské objemy dat, vysoké nároky na výpočetní techniku (převládající nebudou možné řešit rozsáhlé oblasti - nutnost optimalizace dat a členění na menší části)
- rok 2010 - řešeno oblast Polabí a Jižního

Literatura

- [1] Brzdík, K. (2009): Projekt tvorby nového výškopisu území České republiky, ročník 55/97, 2009, číslo 7, 145 - 151 str., Geodetický a kartografický obzor.
- [2] Šíma, J. (2009): Abeceda leteckého laserového skenování, ročník 2009, číslo 3, 22 - 25 str., GeoBusiness.
- [3] Dušek, P. (2008): Tvorba digitálních modelů terénu z dat leteckého laserového skenování a jeho využití pro aktualizaci výškopisu ZABAGED, Diplomová práce.
- [4] Dolanský, T. (2004): Lidary a letecké laserové skenování, Acta Universitatis Purkyněanae 59, Studia geoinformatica, Universita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem, 2004, ISBN 80-7049-275-0

Použitý software: Microsoft Windows XP 64bit, MS Office 2002, Vektorový analyzátor výškopisných dat v prostředí ArcGIS 9.3 s využitím nadstavby Spatial Analyst, 3D Analyst, ArcHydro, ArcScene, ETGeoWizards a XTools Pro.
Hardware: Pentium® 4 CPU 3.60 GHz 2.76 GHz, 2.00GB RAM



Poděkování
Článek vznikl za podpory VZ 0002071101 - „Výzkum a ochrana hydrosféry - výzkum vztahů a procesů ve vodní složce životního prostředí, orientovaný na vliv antropogenních tlaků, její trvalé užívání a ochranu, včetně legislačních nástrojů“ 2005 - 2011.
Data z testovacího laserového snížení pro výzkumné účely poskytl Český úřad zeměměřičský a katastrální, pobočka Pardubice.
Data ke stanovení záplavových území zapůjčil podnik Povodí Labe s.p. se sídlem v Hradci Králové.

Autor:
Ing. Kateřina Uhlířová, Ph. D.
uhlirova@vuv.cz, 220 197 345

Oddělení GIS a kartografie
www.dibavod.cz



MONITORING OF SELECTED PHARMACEUTICALS IN SURFACE WATERS OF THE VLTAVA RIVER BASIN

MILAN KOŽELUH, LUMÍR KULE, PAVLA BABKOVÁ

POVODÍ VLTAVY, STÁTNÍ PODNIK, ÚTVAR VODOHOSPODÁŘSKÝCH LABORATORÍ, DENISOVO NABŘEŽÍ 14, PLZEN, CZ-304 20, KOZELUH@PVL.CZ

The Framework Monitoring Programme, developed in line with EU directives defines the lists of chemical and microbiological indicators for the assessment of chemical and ecological status of surface waters. In the last 5 to 10 years, the list of monitored active substances of pesticides used in the Czech Republic for plant protection products, wood preservatives etc. is being expanded along with the rapid development of instrumental analytical separation methods with mass detection. To respond to the positive findings of substances belonging to the specific group referred to as PPCPs (Pharmaceuticals and Personal Care Products) in environment, new multi-analytical methods have also been developed, allowing to identify these substances, including, e.g. synthetic mask compounds, complex-forming compounds, hormones, active ingredients of pharmaceuticals. These substances are discharged into aquatic ecosystems via municipal sewage treatment plants (STPs) effluents. An efficient technology of PPCPs degradation in the process of waste water treatment is yet to be developed. PPCPs are not monitored in STPs effluents, so consequently, mass balance cannot be calculated. Drug determination at concentrations reaching the ambient pollution levels is relatively new to the chemical analysis of water. Expansion of liquid chromatography with tandem mass spectroscopy (LC-MS/MS) provided conditions for developing the methods of determination of drug levels in water. It is also important in this context that extremely sensitive mass detectors have been developed and are currently available at a reasonable price, affordable even to routine water management laboratories. Although currently drugs are not comprised in the Framework Monitoring Programme of the Czech Republic and in current national legislative documents, the above drugs are being monitored for already

the second year at specific international sampling sites under the Elbe Monitoring Programme (IKSE-MKOR, 2010). Povodí Vltavy, státní podnik (The Vltava Valley Authority) is responsible for the management of watercourses and for evaluation of surface water quality, and therefore it has been decided that this new group of drugs should be included in Povodí's programme of surface water operational monitoring to obtain basic information on pollution at selected sampling sites. The aim of this study was, first, to determine which of the monitored rivers were the most loaded with drugs, and then to try and identify the causes of high concentrations and, finally, to define the general nature of pollution, generally. The objective is to identify or at least suggest other areas with high drug concentration. The LC-MS/MS technique uses a unique principle of detection, based on the determination of the characteristic M/M transmission between the precursor and product ion, and therefore the samples did not need to be cleaned. For liquid chromatographic analysis, a centrifuged water sample was injected directly, without any organic solvent extraction and without SPE or similar techniques. To achieve the required limit of determination, it was necessary to increase the sample injection volume to 1 ml. A combination of the standard addition method and internal standard method with isotope-marked standards is used to gain information on the elimination matrix interference and to ensure quality control. Sampling sites were selected with regard to the possible sources of water containing drugs: first, in the international profiles (Vltava at Záhleň and Boreňka at Labořice), followed by the final sites of backbone flows, where pollution is to be recorded from a larger area, such as a small river basin,

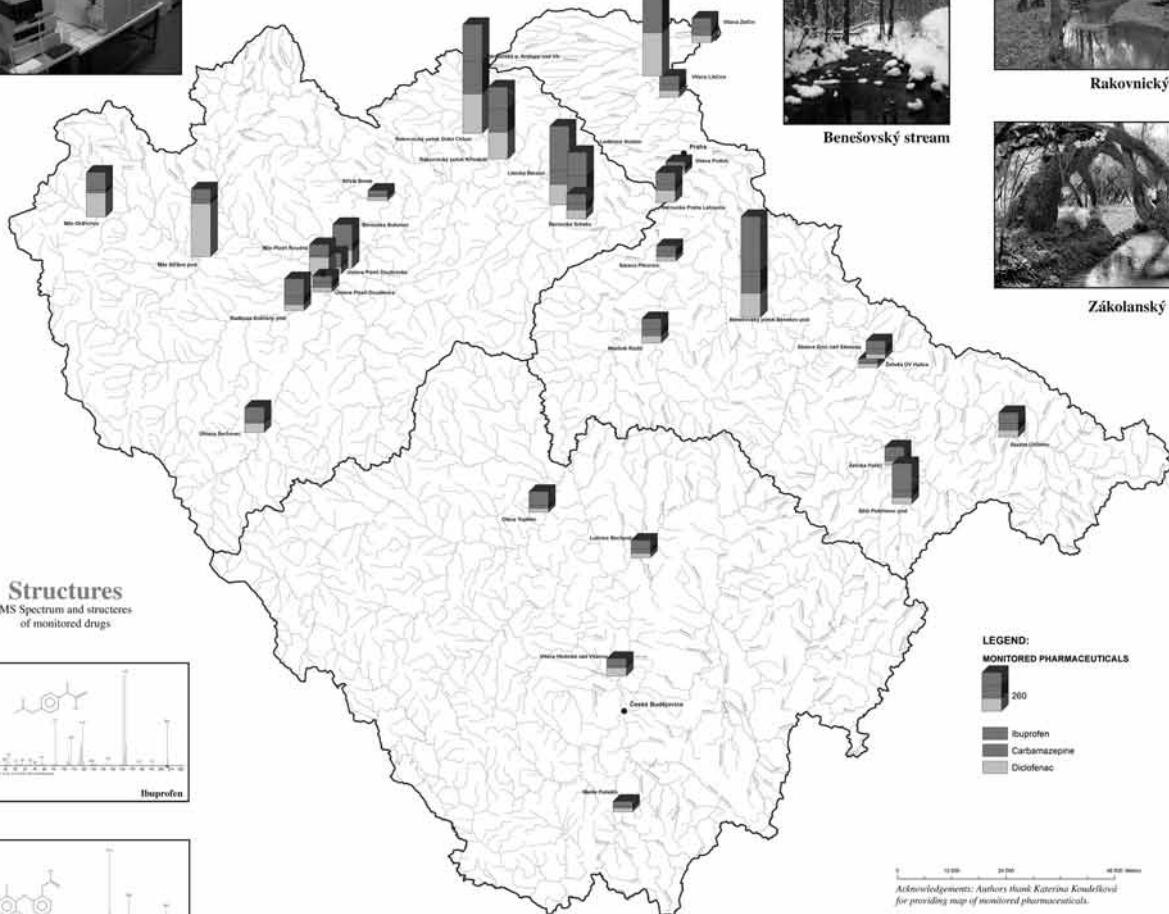
which typically corresponds to an area of several water bodies. Simultaneously, monitoring was initiated at sites with a high population density where surface waters are affected by large amounts of treated municipal waste water discharged into a river, and also in areas where surface water is used as a source of drinking water. A total of 31 sites, whose locations are indicated in the map, were selected for 2009. Sampling was carried out on a monthly basis. The initial set of 12 data items was thus generated, providing a first indication of pollution in the region. The map shows the average annual concentrations of ibuprofen, diclofenac and carbamazepine. Extremely high concentrations not recorded repeatedly, which did not reflect the standard conditions in the river, were excluded during data processing. As to concentrations below the limit of quantification, half the LOQ was used in the calculation. Figures with monthly concentrations show rivers with a high frequency of concentrations above the limit of quantification for most of the drugs under review, often reaching hundreds of ng/l. What these sites have in common is a medium-sized city with a population of 15-100 thousand, whose municipal waste waters are discharged into a small watercourse with a flow rate of less than 1 m³/s. Hence, an area where high concentrations of drugs are likely to occur can generally be characterized as "a large town on a small river". Extreme drug concentrations as a rule disappear at the confluence of such a small stream with a large river. Therefore, the health risks caused by the toxic mixtures of drugs and their adverse impacts on the biological components of flowing surface waters can be expected to occur specifically in small watercourses.

Overview of the issues of drugs in surface water in the Czech Republic:

- There is no balance monitoring of drugs in surface waters to provide information about the total amount of these substances in the aquatic environment.
- Research projects concerning the overall balance of drugs in waste waters (at inflow to treatment plants, in the treatment process, at the discharge from treatment plants) led to the conclusion that efficient removal is needed. The main reason is that with some of the drugs (carbamazepine) it will be impossible to find a consistent balance between the theoretical consumption and supply.
- Technologies to remove pharmaceuticals from waste water are explored only marginally and specific applications are rare.
- The range of the analyses being monitored is very narrow; for example, it does not include the active substances of hormonal contraceptives.
- Analysis of the impact of drugs on the biological components of rivers (fish, macroinvertebrates) in critical areas of the Czech Republic is not systematically documented.

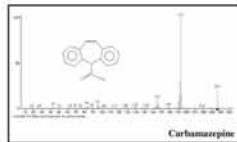


LC-MS/MS
Liquid Chromatograph Agilent Technologies 1200
and Triple Quadrupole Agilent Technologies 6410



Structures

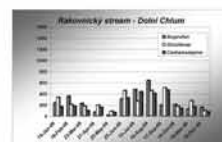
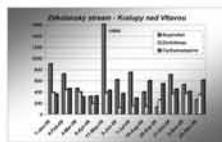
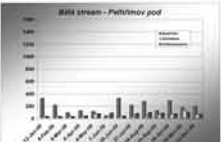
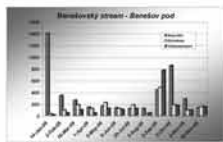
MS Spectrum and structures of monitored drugs



LEGEND:
MONITORED PHARMACEUTICALS
200
Ibuprofen
Diclofenac
Carbamazepine

The highest concentrations of drugs = big city on a small river

Monthly concentrations (ng/l) of ibuprofen, diclofenac and carbamazepine. The sites with the highest concentrations in the Vltava River basin are small rivers (flow < 1 m³/s) to which a large quantity of wastewater is discharged from large cities (15-100 thousand inhabitants).





GROUNDWATER MODELLING APPROACH TO THE RELATION "FLOODPLAIN SEDIMENTS - GROUNDWATER" - Jaromer Pond case

Ondřej Nol¹, Kamil Nešetřil¹, Vlasta Navrátilová¹, Miroslav Rudiš²

¹AQUATEST a.s., Geologická 4, Praha 5, 152 00, Czech Republic,
²VUV T.G.M. Praha 6, Podbabská 30, 160 62, Czech Republic,
 email: nol@aquatest.cz, nesetril@aquatest.cz, miroslav_rudis@vuv.cz.



Fig. 1 - Situation

The reservoir Les Království (Fig.1) is located in the Elbe River close to the mountain part of the watershed. Due to the incompetent industrial and agricultural policies it contains polluted sediments (mainly zinc and lead). Transport and sedimentation of suspended load re-suspended by the flood Q500 in the reservoir has been modelled in the past.

Jaromer Pond (Fig.1) and its vicinity were determined as the most influenced area by the sedimentation (Fig. 2).

The results of sedimentation and sampling on sediments in the reservoir yield the basis for modelling of the effect of settled sediments on ground water in Jaromer Pond.

As a representative heavy metal concentration of zinc was used.

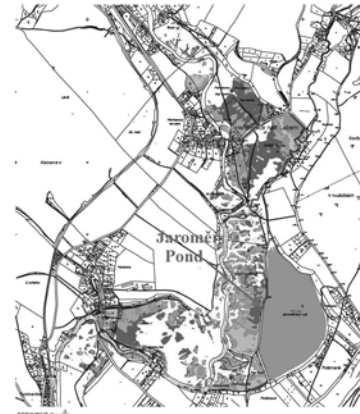
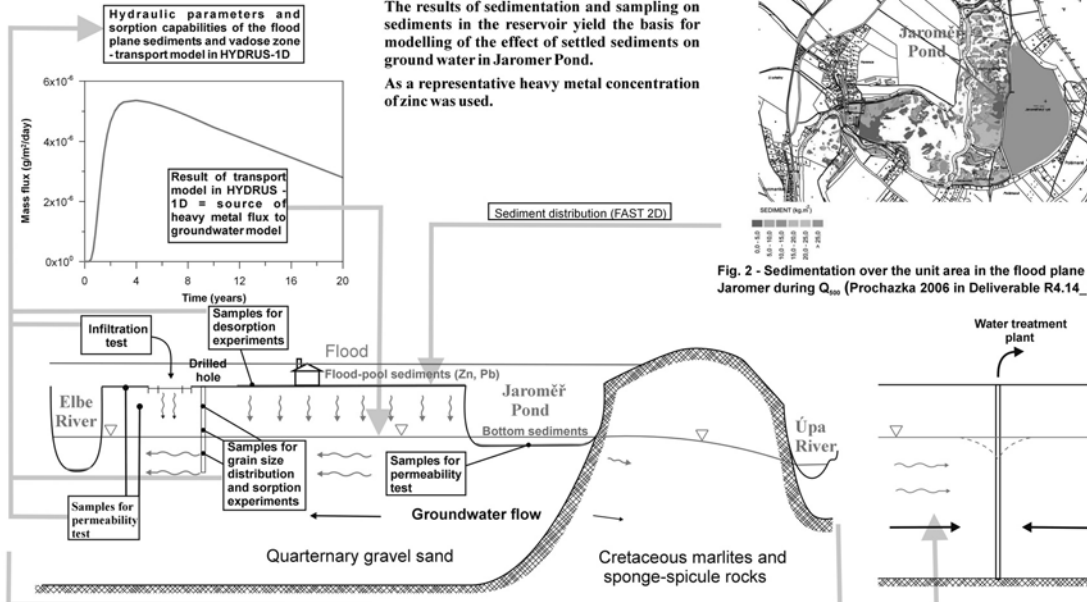
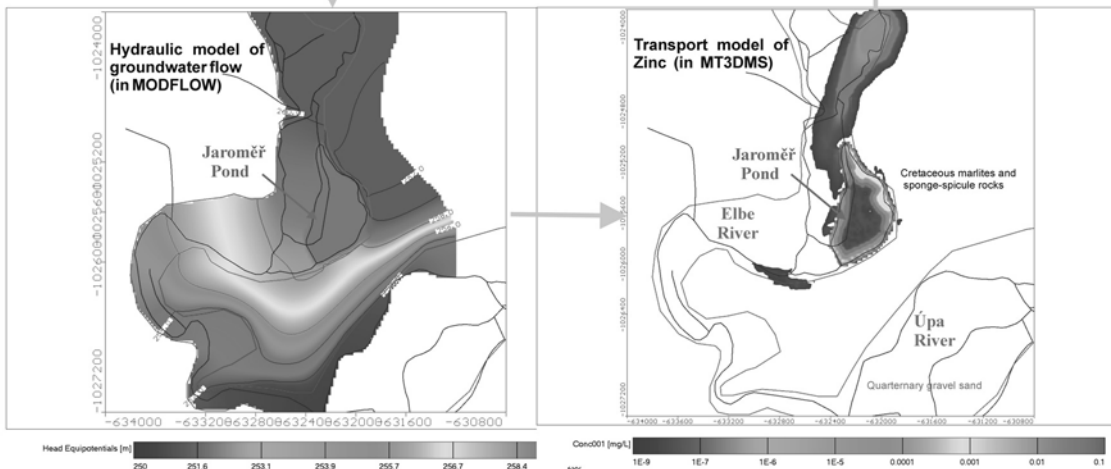


Fig. 2 - Sedimentation over the unit area in the flood plane of Jaromer during Q₅₀₀ (Prochazka 2006 in Deliverable R4.14_BIS)



Concentrations of the representative pollutant zinc were determined in very low values - 33 times lower than the Czech target value for remediation. The heavy metals brought with sediments to flood plains by catastrophic discharges should not endanger groundwater.



Ekologické sledování hydrických rekultivací

Ecological survey in the flooded lakes

Martin Neruda, Jana Říhová Ambrožová, Tomáš Píkrýl, Vladimíra Petroušková, Roman Olah

Fakulta životního prostředí Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem, martin.neruda@ujep.cz

Na Fakultě životního prostředí UJEP v Ústí n. L. sledujeme napouštění jezer Chabařovice a Most. Na jezerech probíhá od roku 2007 monitoring rybního plůdku a od roku 2009 také monitoring planktonu ve spolupráci s Hydrobiologickým ústavem Akademie věd v Českých Budějovicích a s Palivovým kombinátem Ústí, s.p.
In the Faculty of Environment UJEP in Ústí n. L. we do survey in the flooding lakes Chabařovice and Most. We begin in the year 2007 with monitoring of juvenile fish and from the year 2009 we do monitoring of plankton species in cooperation with Hydrobiological Institute Academy of Science in České Budějovice and with the company Palivový kombinát Ústí, s.p.

Metodika

Při našem sledování jsme se zaměřili především na litorální části jezer Chabařovice a Most a jejich satelitní nádrže (Protieutrofiční nádrž u jezera Chabařovice a Stříbrné jezírko u jezera Most). Pro zorkování planktonu byla použita standardní planktonní síť se sběrnou nádobkou. Pro zorkování rybního plůdku byly použity sáčky na plůdek upevněné na tyči. Vzorky byly fixovány formalinem a Lugolovým roztokem. Následně byla provedena jejich determinace pomocí mikroskopu. Určení druhu plůdku proběhlo s pomocí odborníků v Hydrobiologickém ústavu Biologického centra Akademie věd v Českých Budějovicích.



Jezero Chabařovice



Jezero Most

Výsledky

Monitoring plůdku

V protieutrofiční nádrži u jezera Chabařovice jsme ve dnech 23.7. a 28.7.2009 odlovili 20 ks plůdku perlína ostrobříchého (*Scardinius erythrophthalmus*) a 1 ks plůdku lína obecného (*Tinca tinca*). Při odlovu dne 14.8.2009 byla našim průzkumem dokázána přítomnost rybního plůdku ve Stříbrném jezírku (satelitní nádrž jezera Most). Všechny 5 odlovených kusů plůdku tvořili jedinci perlína ostrobříchého (*Scardinius erythrophthalmus*). Je pravděpodobné, že vývoj rybní obsádky jezera Most bude ovlivněn rybami ze Stříbrného jezírka, jakmile dojde ke spojení těchto vodních ploch.

Monitoring planktonu

Na jezerech Chabařovice jsme zjistili hojný výskyt buchaneček (*Metacyclops gracilis*, *Cyclops sp.*) a drobnějších perlooček rodu *Daphnia*. Dále se zde vyskytuje v menším zastoupení buchanka *Acanthocyclops nanus*. Z fytoplanktonu se hojně vyskytuje rozišvika *Melosira varians*, dalšími zastoupenými druhy jsou zelené řasy (*Ulothrix*, *Spirogyra*, *Mougeotia*), rozišvika (*Gomphonema*, *Gyrosigma*), sinice (*Arthrospira*, *Oscillatoria*, *Phormidium autumnale*) a bezbarvý bičíkovec *Anthophysa vegetaris*. Zjištěna byla také sirmá bakterie *Beggiatoa*.
Ve složení zooplanktonu v protieutrofiční nádrži u jezera Chabařovice jsme zjistili hojný výskyt druhů buchaneček (*Cyclops vicinus*, *Acanthocyclops bicuspidatus*) a perlooček (*Moina macrocopa*, *Ceriodaphnia reciculata*). Zastoupeny byly především menší jedinci, což je patrně způsobeno predáčním tlakem planktonofágních ryb na zooplankton v nádrži.
V jezerech Most jsou zastoupeny ze zooplanktonních organismů v hojném počtu velké perloočky (*Daphnia magna*, *Chydorus sphaericus*) a vznášivka obecná (*Eudiaptomus vulgaris*). Hojný výskyt velkých perlooček v litorálu jezera Most je nejspíše způsoben nízkým predáčním tlakem planktonofágních ryb, které jsou v jezerech pravděpodobně zastoupeny prozatím velmi málo. Naproti tomu ve Stříbrném jezírku jsou řídko zastoupeny drobné perloočky, vířníci (*Keratella quadrata*, *Keratella cochlearis*) a v hojném počtu buchanka (*Cyclops sp.*), což poukazuje na přítomnost ryb a jejich predáčního tlaku na zooplankton.
Z fytoplanktonních organismů byl ve Stříbrném jezírku zjištěn výskyt rozišvika (*Melosira varians*, *Diatoma hiemale*), zlativka (*Chrysococcus*) a chlorokokálních řas (*Coelastrum*). Výskyt těchto druhů pravděpodobně znamená větší přítomnost planktonofágních ryb. Při terénním průzkumu jsme ve Stříbrném jezírku zaregistrovali větší zákal vody.
Rozborem vzorků z jezera Most jsme zjistili, že se zde v hojném počtu vyskytují rozišvika (*Melosira varians*, *Diatoma tenuis*, *Diatoma vulgare*, *Fragilaria capucina*, *Navicula sp.*, *Asterionella*, *Synedra*), méně zlativky (*Chrysococcus*, *Dinobryon divergens*), chlorokokální řasy (*Coelastrum*, *Eudorina*), sinice (*Phormidium*, *Oscillatoria*), vířníci (*Keratella cochlearis*, *Polyarthra vulgaris*, *Cephalodella*), krytenky (*Arcella*) a ojedinelé se zde objevila i sinice *Microcystis aeruginosa*. V jezerech Most byla při terénním průzkumu zjištěna velká čistota a průhlednost vody, nejspíše spojená s hojným výskytem filtrujícího zooplanktonu např. perlooček *Daphnia magna*.

Poděkování

Sledování bylo podpořeno projektem ENWAMA Leonardo da Vinci, číslo CZ/08/LLP-PS/LDV/011.



Odběr vzorků



	t_{20} [°C]	pH	γ [uS/cm]	DO [mg/l]
Jezero Chabařovice	15,5	6,78	1062	9,13
Protieutrofiční nádrž	12,3	6,92	661	8,54
Jezero Most	12,5	6,77	445	13,11
Stříbrné jezírko	14,4	6,86	1031	8,91

Zjištěné fyzikální parametry vody dne 8.4.2010



Protieutrofiční nádrž jezera Chabařovice



Stříbrné jezírko

Einfluss dezentraler Ansätze des Abwasser- und Regenwassermanagements auf die Nährstoffemissionen im deutschen Elbegebiet

Christian Sartorius, Thomas Hillenbrand und Rainer Walz
Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung, Karlsruhe, Deutschland



Impact of decentralized approaches to wastewater and stormwater treatment on the emission of nutrients in the German Elbe river basin

More than one million inhabitants of the German part of the Elbe river basin are not connected to a central urban wastewater treatment plant. Instead their wastewater is treated in decentralized small-scale wastewater treatment plants (SWTP) and cesspits, many of which are not state of the art. We have analyzed how the need to abandon these deficits by the year 2015 and their further increase in effectiveness and the wider implementation of surface run-off disconnection (SRD, including unsealing the ground and infiltration into the soil) by 2020 may influence the emission of nutrients into the natural water bodies (Sartorius et al. 2010). We can show that although the number of people connected to SWTP may increase until 2020, the nutrient emissions caused by these people will strongly decrease once all SWTPs reach the state of the art. Beyond this, additional measures are shown to potentially further reduce the emission of nutrients by 50 (phosphate) and 90 percent (nitrogen), respectively, of the maximum reduction potential of all central urban wastewater treatment plants. In contrast, additional SRD are not only less effective (around 10 percent), but (apart from low-cost implementations in newly built settlements) much more expensive.

Fragestellung

Die Abwasserentsorgung von über einer Millionen Einwohner des deutschen Teils des Elbegebietes geschieht dezentral in Kleinkläranlagen oder abflusslose Gruben, die großenteils nicht dem Stand der Technik entsprechen. Wir haben untersucht, wie sich die Notwendigkeit, diese Defizite bis zum Jahr 2015 zu beseitigen, auf die weitere Entwicklung der dezentralen Abwasserinfrastruktur sowie auf der davon ausgehenden Nährstoffemissionen auswirken wird (Sartorius et al. 2010).

Methoden

Mit Hilfe des Modells INNUWIM (*Innovation in Urban Water Infrastructure and Management*) wird anhand der (in Abb. 1) links aufgeführten Inputdaten und szenarienspezifischen Parameter u. a. für die Bereiche Kleinkläranlagen (KKA) und Flächenabkoppelung vom Kanal (FAK, d.h. Entsiegelung und Versickerung) die Entwicklung der Nährstoffemissionen durch Erreichung des Standes der Technik sowie mit und ohne zusätzliche Reduktionsmaßnahmen bis zum Jahr 2020 abgeschätzt.

Ergebnisse

Gegenüber dem Stand 2004 wird die Zahl der an KKA angeschlossenen Personen im Jahr 2020 im Szenario **A1** um 28% im jeweiligen Referenz-zustand (d.h. ohne zusätzliche Maßnahmen) dennoch selbst in **A1** nur wenig zu- und in **B2** deutlich abnehmen (vgl. Tab. 1), ist auf den stark verbesserten Zustand zurückzuführen. Das Potenzial zusätzlicher

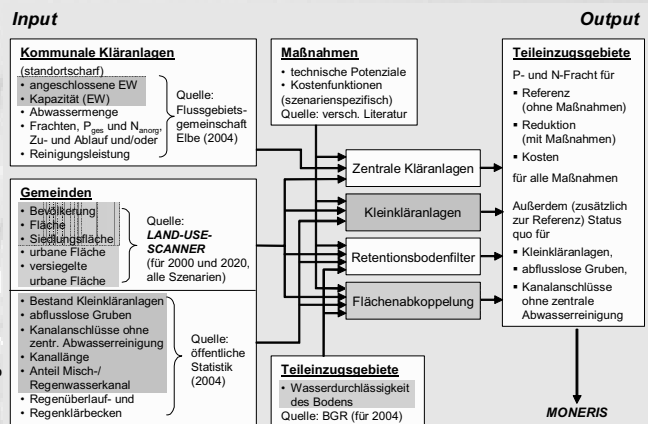


Abb. 1: Struktur des Modells INNUWIM zur Bestimmung des Einflusses der technischen Ausgestaltung der Abwasserinfrastruktur auf die Reduktion von Nährstoffemissionen

Tab. 1: Nährstoffeinträge sowie mögliche Reduktionspotenziale und daraus resultierende Kosten für verschiedene Ansätze der dezentralen Abwasserinfrastruktur in unterschiedlichen Szenarien (Kommunale Kläranlagen – ZKA – zum Vergleich)

Szenario	2004				2020 / A1*				2020 / B2*					
	Status quo (t/a)	Referenz (t/a)	Reduktion (t/a)	Spez. Kosten (€/kg)	Referenz (t/a)	Reduktion (t/a)	Spez. Kosten (€/kg)	Referenz (t/a)	Reduktion (t/a)	Spez. Kosten (€/kg)	Referenz (t/a)	Reduktion (t/a)	Spez. Kosten (€/kg)	
Phosphat	ZKA	1.158	1.062	356	48,33	1059	722	298,05	1081	369	74,01	1080	736	348,33
	KKA	399 (316) [†]	409	245	93,61	406	365	268,37	285	171	102,23	285	257	366,99
	FAK	220	233	31	357,83	226	46	1.079,80 [‡]	230	26	355,54 [‡]	224	45	1.152,50 [‡]
Stickstoff	ZKA	16.188	12549	1374	2,79	12556	3804	2,24	12612	1376	2,90	12605	3815	2,24
	KKA	3.891 (3.961) [†]	3751	1790	7,78	3721	3225	8,62	2615	1220	9,73	2615	2296	13,11
	FAK	1.905	2019	228	48,69 [‡]	1981	355	147,69 [‡]	1993	208	48,33 [‡]	1939	330	156,86 [‡]

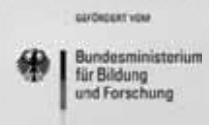
Anmerkungen:

- * Beachten Sie, dass sich die Reduktions- und Kostenzahlen auf verschiedene Entwicklungsmaßnahmen und unterschiedlich stringente Handlungsoptionen/-strategien beziehen. Handlungsstrategie in Szenarien **A1*** und **B2***: P_{crit} -Grenzwerte von 0,5, 1,0 und 2,0 g/m^3 und N_{crit} -Grenzwerte von 11, 14 und 40 g/m^3 für kommunale ZKA der Größenklassen 5, 4 bzw. 1 bis 2. KKA: Reinigungsklassen N und +P; FAK: Umwertung 5% im Bestand, 50% in Neubaugebieten.
- Handlungsstrategie in Szenarien **A1*** und **B2***: P_{crit} -Grenzwerte von 0,1, 0,5 und 1,0 g/m^3 und N_{crit} -Grenzwerte von 8, 10 und 20 g/m^3 für kommunale ZKA der Größenklassen 5, 4 bzw. 1 bis 3. KKA: Reinigungsklassen ND und +PHH; FAK: Umwertung 10% im Bestand, 90% in Neubaugebieten.
- [†] Nährstoffemissionen von KKA in ihrem tatsächlichen, aktuellen Zustand (bzw. wenn sie dem Stand der Technik entsprechen).
- [‡] Spezifische Kosten für FAK entsprechend einer Kostenleistung für P- und N-Reduktion im Verhältnis 50:50[†].

Emissionsminderungsmaßnahmen bei KKA beträgt im Durchschnitt ca. 50% (P) bzw. 90% (N) des Potenzials kommunaler Kläranlagen (ZKA). Wegen der schärferen Maßnahmen ist die Reduktion in den Szenarien **A1*** und **B2*** deutlich größer als in **A1⁰** und **B2⁰**. Die spezifischen Minderungskosten entsprechend ausgerüsteter KKA liegen bei P leicht, bei N deutlich (Faktor 4) über denjenigen kommunaler ZKA. Maßnahmen der FAK sind nicht nur deutlich weniger wirksam, sondern auch merklich teurer als die anderen Emissionsminderungsmaßnahmen. Allerdings sind die spezifischen Kosten von Entsiegelung und Versickerung in Neubaugebieten deutlich niedriger als im Bestand.

Referenzen


Sartorius C., Hillenbrand T., Walz R. (2009): Modellierung der Wirkung und Kosten von Maßnahmen zur Reduktion der abwasserbedingten Nährstoffemissionen im Elbegebiet. In: Wechsung F., Hartje V., Kaden S., Behrendt H., Hansjürgens B., Gräfe P. (Hg.): Wirkungen des globalen Wandels auf den Wasserkreislauf im Elbegebiet - Risiken und Optionen. PIK-Report, Potsdam: Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung, Kap. 4.5

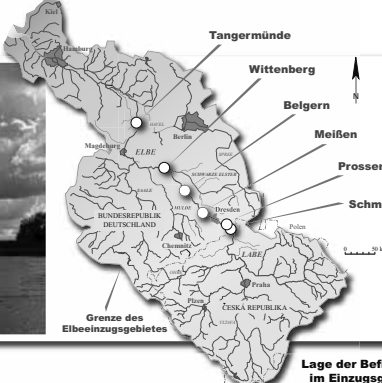




Fischbestandsaufnahme in der Oberen und Mittleren Elbe nach EG-Wasserrahmenrichtlinie

- Durchführung des Nationalen Überwachungsprogramms Elbe 2009 -





Lage der Befischungsstellen im Einzugsgebiet der Elbe

Befischungen im Oktober 2009

- Die genehmigten Befischungen fanden von einem offenen Aluminiumboot aus mit einem Elektro-Fischfängergerät statt.
- Am Ufer erfolgte die Sortierung sowie Bestimmung der Arten unter Berücksichtigung ihrer Häufigkeiten und ihrer Altersstruktur. Zusätzlich wurden für die einzelnen Arten die Biomassen erhoben.
- In Ergänzung dieser fischereibiologischen Größen wurden elektrometrische Messungen zur Bestimmung der Wassertemperatur, der Leitfähigkeit, des pH-Wertes und des Sauerstoffgehaltes vorgenommen.
- Bis auf wenige Tiere, die für bestimmte Untersuchungen im Labor vorgesehen waren, wurden alle Fische wieder an ihrem Fangort schonend ausgesetzt.



Mühlkoppfen

Mühlkoppfen bevorzugen saubere, sauerstoffreiche Bäche und kleine Flüsse mit steinigem Grund. Inzwischen kommen diese Tiere auch bestandsbildend im Elbestrom Sachsens vor. Ein gutes Zeichen!



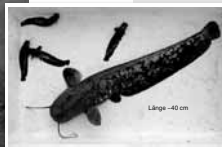
Flussneunauge

Die Abbildung zeigt ein Flussneunauge kurz nach seiner Metamorphose vom Quader (Larvenstadium). Es wandert in dieser Größe in die Nordsee und kehrt nach mehreren Jahren in den Fluss zu den Laichplätzen, inwiefern auch in Sachsen, zurück.



Flussbarsche

Der Flussbarsch, ein indifferent-er Bewohner fließender und stehender Gewässer, tritt in der Oberen und Mittleren Elbe in hohen Dichten auf.



Weise

Der Weisestand hat sich nach Besatzmaßnahmen zu Beginn der 1990er Jahre in der Elbe stark vergrößert. Als „Fressmaschine“ kann er andere Fischarten erheblich dezimieren. Für die Elbe sind Längen von 1,60-1,80 m bekannt.



Elektro-Befischung



Nase

Die Nase, erkennbar an dem stark unbeständigen Maul mit nasenartig darüber hinausragender Schnauze, war bis vor kurzem noch eine sehr seltene Fischart in der Elbe. Im sächsischen Abschnitt entwickelt sie mehr und mehr einen Bestand.

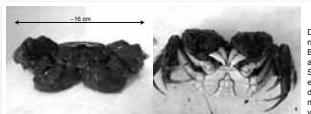


Quappe

Die Quappe ist der einzige dorsch-artige Fisch im Süßwasser. Die nacht- und winteraktive Quappe bevorzugt kühles, klares Wasser. Tagsüber versteckt sie sich in Uferständen wie Baumwurzeln und Stierschüttungen. Nach vor wenigen Jahren in Einzelfunden ange-troffen, ist sie nun in der Elbe in hohen Dichten verbreitet.

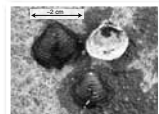


Sortieren, Wiegen, Messen, Protokollieren der Fische



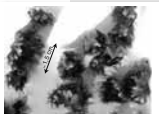
Wollhandkrabbe

Die chinesische Wollhandkrabbe ist eine nicht-einheimische Krebsart, die zu Beginn des 20. Jahrhunderts vermutlich als Larven mit dem Ballastwasser von Schiffen eingeschleppt wurde. Sie scheint eine Bedrohung für einheimische Arten darzustellen (z. B. Flusskrebzeil). Zum Teil massenhaftes Vorkommen in der Elbe, verbreitet bis nach Tschechien.



Körbchenmuscheln

Schwer zu differenzierende Arten, die vermutlich aus Asien in die deutschen Flussgebiete eingeschleppt werden. In der Elbe inzwischen in hohen Dichten bis zur deutsch-tschechischen Grenze weit verbreitet. Inzwischen häufiger als die ebenfalls eingeschleppte Dreikantmuschel.



Teichlebermoos

Das Teichlebermoos schwimmt auf der Wasseroberfläche. Es ist typisch für nährstoffreiche Stillegewässer, wie Tümpel, Altwassersarme und Gräben. Das Vorkommen im Hafan Tangermünde beruht vermutlich auf Aus-schwemmungen der nährstoffreichen Tanager.

Flussgebietsgemeinschaft Elbe - Geschäftsstelle

Hauptstz Magdeburg
Oben-Querne-Straße 5
39104 Magdeburg
Tel.: (03 91) 5 81-12 07
Fax: (03 91) 5 81-14 00
E-Mail: fgg@fgg-elbe.de
www.fgg-elbe.de

Außenstelle Hamburg
Neßbüsch 130-121
21129 Hamburg
Tel.: (040) 428 54 7770
Fax: (040) 428 54 7778
E-Mail: fgg@fgg-elbe.de
Ehr. 18.03.2010

Diatoms as bioindicators of water quality



(Based on monitoring results from 2006–2009)

Martina Štrojsová & Karin Bohatá

Vltava River Board, state enterprise Holečkova 6, 150 24 Prague 5, Czech Republic
(martina.strojsova@povi.cz, bohata@povi.cz)

Introduction

- Benthic diatoms dominate river ecosystems and their populations are characterized by a very high species diversity. Taxonomic and ecological data are well-supplied.
- Diatom taxa are influenced by numerous environmental factors → changes in e.g. pH, nutrients, salinity cause changes in the composition of the diatom assemblage.

Diatoms can be used as bio-indicators.

The aim of this study was to evaluate water quality of streams and rivers in the lower Vltava basin using benthic diatoms as indicators, by analysing the relationship between diatom taxa and measured environmental variables and by comparing the water quality calculated based on diatoms and/or physicochemical variables.

Methods

- Biological and chemical samples were collected from rivers and streams in the lower part of Vltava basin during the sampling seasons 2006–2009.
- Diatoms were monitored at 29 sites; 17 sites were sampled once a four years, 9 twice, 2 three times and 1 site (Vltava in Zelčín) was sampled every year.
- Diatom composition and relative abundance of diatoms were evaluated. Simultaneously, physicochemical variables (water temperature, conductivity, pH and dissolved oxygen) were measured (except in 2006).
- Saprobity was calculated following the methods by Sládeček (Sládeček 1979) and Van Dam (Van Dam et al. 1994) and trophic state was calculated by Van Dam (Van Dam et al. 1994) and Hofmann (Hofmann 1994); for the estimation of the saprobity and the trophic state, an average of all values from the entire monitored period (2006-2009) was calculated.
- Total phosphorus, ammonia, nitrate, dissolved oxygen and biological oxygen demand (BSK₅) were regularly monitored by the Vltava River Board, in parallel with the diatoms.

Results

- Diatom preferences of the pH, salinity and oxygen according to Van Dam et al. 1994:

pH preferences had always an alkaliophilous nature (mainly occurring at pH > 7), in accordance with pH measured at the sampling sites (7.95±0.45)

salinity preferences were mostly (28 sites) fresh-brackish (salinity < 0.9 ‰), in accordance with salinity measured at the sampling sites (40.3 ± 27.6 mS m⁻¹)

oxygen requirements preferences were mostly > 50 % of oxygen saturation (17 sites), contrary to the O₂ saturation measured in the field with almost 100 % saturation (101.6 ± 14.5 %)

The diatom-inferred preferences matched well with the measured variables of river water except for oxygen.

- Diatom assemblages at most of the sites were composed of the species, which are tolerant to nitrogen pollution.
- Saprobity preferences based on benthic diatom according to Sládeček indicated a beta-mesosaprobic state at all sites. On the contrary, according to Van Dam, the saprobity was described as beta-mesosaprobic at 17 sites (59 %), 7 sites were beta-alpha-mesosaprobic (24 %) and 5 sites were alpha-mesosaprobic (17 %)

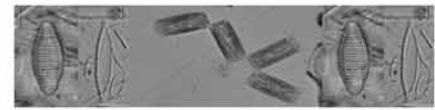
Saprobity and trophic state with corresponding water quality classes and ecological states during four years of monitoring.

Water quality class	Ecological state	Saprobity Sládeček	Saprobity Van Dam	Trophic state Van Dam	Trophic state Hofmann
I	High quality				
II	Good				
III	Average	29	17; 7 (III-IV)		
IV	Bad		5	29	29
V	Very bad				

- Trophic preferences according to Van Dam and also Hofmann were described as eutrophic at all sites, indicating the bad ecological state, water quality class IV

Conclusions

- For assessing the water quality, physicochemical factors are mostly used, while in the present study, a biological analysis (diatoms) is used.
- The water quality calculated based on benthic diatoms was similar within all rivers and streams in the lower Vltava basin.
- The water quality based on diatoms was estimated as class III-IV, indicating an average/bad ecological state.
- Variances in water quality occurred when different water quality methods were applied. The water quality based on benthic diatoms is worse than the water quality evaluated only by physicochemical variables.
- The pH and salinity preferences matched well with the measured variables of river water. The oxygen preference did not match with oxygen saturations, which were measured in the river water. Measured oxygen saturations were higher, than inferred oxygen preference.



Study sites at the lower part of Vltava basin



Physical features of the important rivers and streams in the lower Vltava basin

River	River length (km)	Watershed area (km ²)
Vltava	169.2	7 249.4
Sázava	224.6	4 349.2
Zelčivka	101.5	1 188.6
Blanice	63.3	543.7
Borovský potok	44.2	417.2
Tráva	53.8	340.6
Kocába	47.2	313.0

Relationship between salinity and oxygen preferences of diatoms and salinity and oxygen measured in the field

Category	Salinity	Number of sites diatom preference	Number of sites measured in the field
1	< 0.2		
2	< 0.9	28	26
3	0.9 - 1.8	2/3 1	2
4	1.8 - 9.0		

Oxygen saturation (%)

Category	Oxygen saturation	Number of sites diatom preference	Number of sites measured in the field
1	100% sat.		28
2	> 75%	3	
3	> 50%	17, 2/3 7	
4	> 30%	3/4 2	
5	> 10%		

Variances in water quality based on different water quality methods for four years of monitoring. Water quality class according to ČSN 75 7221.

River/stream	Site	Dissolved O ₂	Biological O ₂ demand	Ammonia N	Nitrate N	Total P	Saprobity	Saprobity Van Dam	Trophy	Trophy Hofmann
Vltava	Zelčín	I	III	I	II	II	III	III	IV	IV
Vltava	Prata Troska	I	II	I	II	II	III	III	IV	IV
Vltava	Prata Povodí	I	II	I	II	II	III	III	IV	IV
Vltava	Yraná n. Vltavy	II	II	I	II	II	III	III	IV	IV
Sázava	Plešev	I	II	I	II	II	III	III	IV	IV
Sázava	Nepeřky	I	II	I	II	II	III	III	IV	IV
Sázava	Zruč n. Sázavou	I	II	I	II	II	III	III	IV	IV
Sázava	Blatná n. Sázavou	I	II	I	II	II	III	III	IV	IV
Sázava	Slánsko	I	II	I	II	II	III	III	IV	IV
Zelčivka	Stouba	I	II	I	II	II	III	III	IV	IV
Zelčivka	Pučič	I	II	I	II	II	III	III	IV	IV
Zelčivka	Strakonice	I	II	I	II	II	III	III	IV	IV
Základní s.	30 klm n. Vltavou	I	IV	IV	II	IV	III	III	IV	IV
Blánsko	Štěchovice	I	II	I	II	II	III	III	IV	IV
Blánsko	Nová Gledčanská	I	II	I	II	II	III	III	IV	IV
Blánsko	Hrádek	I	II	I	II	II	III	III	IV	IV
Blánsko	Stříbrné Skalice	I	II	I	II	II	III	III	IV	IV
Blánsko	Blatná	I	II	I	II	II	III	III	IV	IV
Blánsko	Leposka	I	II	I	II	II	III	III	IV	IV
Sázava	Štěpán n. Sázavou	I	II	I	II	II	III	III	IV	IV
Blánsko	Pátek n. Dvořák	I	II	I	II	II	III	III	IV	IV
Borovský s.	Stříbrné Hory	I	II	I	II	II	III	III	IV	IV
Borovský s.	Masaryk	I	II	I	II	II	III	III	IV	IV
Blánsko	Stříbrné Skalice	I	II	I	II	II	III	III	IV	IV
Tráva	Tráva (Děln)	II	II	I	II	II	III	III	IV	IV
Jaroměřsko	Holečká Mlýnská	I	II	I	II	II	III	III	IV	IV
Čtyřlák	I. nář	I	II	I	II	II	III	III	IV	IV
Zelčivka	Slánsko	I	IV	II	II	II	III	III	IV	IV

References

van Dam H., Mertens A. and J. Sirrildam (1994) A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from The Netherlands. *Neth. J. Aquat. Ecol.* 28: 117-133
Hofmann G. (1994) Aufwuchs-Diatomeen in Seen und ihre Eignung als Indikatoren der Trophie. *Bibliotheca Diatomologica* 30, 241 pp.
Sládeček V. (1986) Diatoms as indicators of organic pollution. *Arch. Hydrochim. Hydrobiol.* 14: 555-566



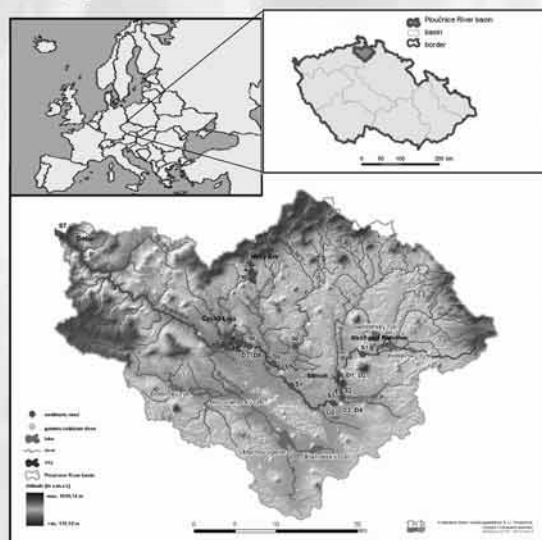
Radioactive contamination of the Ploučnice River basin from uranium mining and its changes over the period 1992 – 2009

E. HANSLÍK, D. IVANOVÁ, P. ŠIMEK, M. NOVÁK, M. KOMÁREK

Introduction

Since the end of the sixties of the last century, both the classical underground mining and in-situ acid leaching have been used to exploit uranium in Stráž pod Ralskem locality in Northern Bohemia (Europe). Before putting a decontamination station into operation in 1989, the Ploučnice River was contaminated by waste waters, which contained radium 226 and uranium. During high flows, sediments and suspended solids from the river polluted also the flood plain areas. The uranium mining was terminated in 1994 and subsequently a programme was established for monitoring of the changes in the basin contamination by radioactive substances.

Figure 1. Location of cross sections for monitoring of gamma radiation (D1 to D7) and sampling of sediments and reed (S1 to S7) in the Ploučnice River basin.



Methods

The in-situ measurements of gamma radiation dose (D) were performed at fixed sites of the cross sections at the height of one meter above the ground. The dose was measured during a time period of 10 seconds subsequently for three times in $\mu\text{Gy/s}$ and for graphical interpretation the results were converted to $\mu\text{Gy/h}$. The measurement was performed with frequency of one sample in a year in the period 1994 – 1999 and subsequently the interval was reduced to five years. For description of depending doses on time was used 1st-order kinetics equation.

$$\ln D_{i,j} = -\lambda_{ef,i,j} \cdot t + q_{i,j}$$

$D_{i,j}$ gamma radiation dose at selected monitoring site j of cross section i ($\mu\text{Gy/h}$)
 $\lambda_{ef,i,j}$ effective ecological constant that describes decrease in the radiation at cross section i , site j (1/yr)
 t time (yr)
 $q_{i,j}$ parameter of the kinetic equation at cross section i , site j (1/yr)

The constant $\lambda_{ef,i}$ was used for calculation of the effective ecological half-life by using the equation as follows:

$$T_{ef,i,j} = \frac{\ln 2}{\lambda_{ef,i,j}}$$

$T_{ef,i,j}$ effective ecological half-life of the gamma radiation at crosssection i , site j (yr)

The river bottom sediments were sampled in the longitudinal profile of the Ploučnice River parallelly to the doses measurements. The laboratory gamma-spectrometric analysis of the samples was focused on determination of the concentrations of radium 226 and radium 228. For description of decrease of radionuclide activities was used 1st-order kinetics equation.

Contacts

Ing. Eduard Hanslík, CSc., +420 220 197 269, eduard_hanslik@vuv.cz
 Mgr. Diana Ivanovová, +420 220 197 335, diana_ivanovova@vuv.cz
 Mgr. Pavel Šimek, +420 220 197 256, pavel_simek@vuv.cz

Results

Figure 2. Gamma radiation in 2009 in an interval of maxima and minima from 1992 – 2004, D5 Boreček cross section.

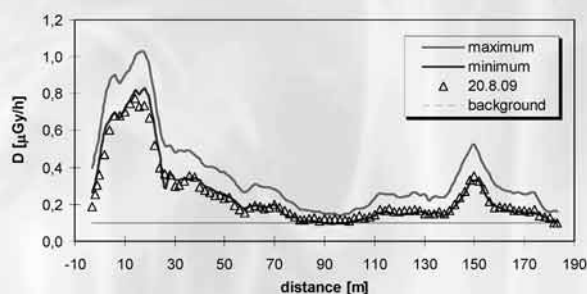


Figure 3. Time development of gamma radiation (D) at distances of 18 m and 150 m, D5 Boreček cross section, 1992 – 2009.

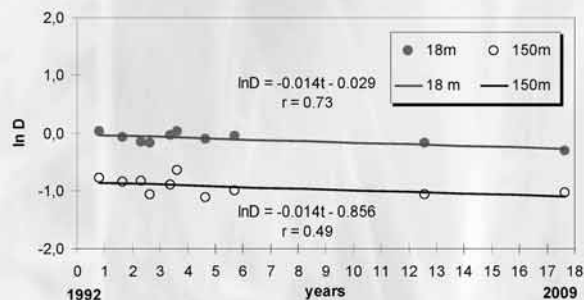
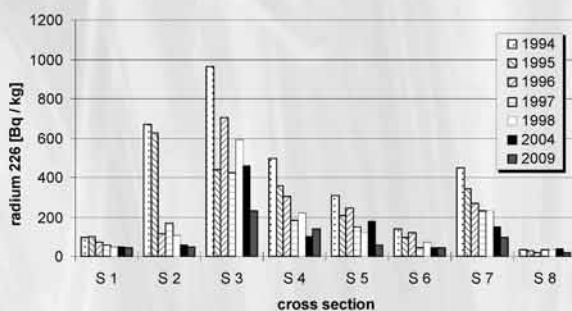


Figure 3. Radium 226 activities in bottom sediments from the Ploučnice River (S1 to S7 cross sections) and from the uncontaminated cross section of the Svitávka River (S8) in the period 1994 – 2009.



Conclusion

The results of the gamma radiation monitoring in the period 1992 – 2009 showed that the contamination by the radioactive substances was decreasing. The decrease can be described by an equation, which is used for description of kinetic of the 1st-order. The effective ecological half-lives were derived in the range 8.2 to 49.5 years.

Weight activity of radium 226 in bottom sediments also showed a decrease in the period 1992-2009. Calculated values of effective ecological half-life of radium 226 were in the range 4.4 to 13.3 y.

Acknowledgement

The work was processed of results gained in project 0002071101 sponsored by Czech Ministry of Environment





GEFOS a.s.
Kundratka 17
180 82 Praha 8
www.gefos.cz



SFÉRICKÉ SNÍMKOVÁNÍ AQUARAMA

tvorba vysoce přesné systematické vizualizace



2009 vodní nádrž Orlik

AQUARAMA

Technologie sférického snímkování je v České republice novinkou v oblasti vizualizace vodních toků a přilehlého okolí. Díky plavidlu vybavenému speciální 360° kamerou se při průjezdu vytipovanou lokalitou pořizují každých 10 metrů 360° panoramatické snímky, které dokonale a věrně zachycují nejbližší okolí. Finální data zapracovaná do GIS tak poskytují svým uživatelům okamžitý a detailní přehled o lokalitě přímo od stolu bez nutnosti terénních průzkumů.



PILOTNÍ PROJEKT 2009

Naše praktické zkušenosti se opírají o poznatky z pilotního projektu, který jsme realizovali v druhé polovině roku 2009 na vodní nádrži Orlik a řece Otavě pro našeho zákazníka Povodí Vltavy s.p. Samotnému snímkování předcházela přípravná fáze, ve které byly vytipovány lokality pro snímkování a zpracovány grafické podklady pro projekt. Následná fáze samotného snímkování probíhala velmi rychle. Během jednoho dne bylo nasnímkováno celkem 15 km podél běhu nádrže Orlik a řeky Otavy. Ve třetí fázi pilotního projektu byla data upravena a zapracována do GIS prostředí zákazníka pro široké použití v rámci celé organizace.

1 Vytipování lokality



2 Snímkování



3 Zapracování do GIS



SBORNÍK

TAGUNGSBAND

Magdeburský seminář o ochraně vod v Teplicích 4. - 6. října 2010



Povodí
Ohře



Rejstřík autorů

Autorenverzeichnis

Magdeburger Gewässerschutzseminar in Teplice 4. bis 6. Oktober 2010

Rejstřík autorů / Autorenverzeichnis

Blažková Šárka, Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, veřejná výzkumná instituce
sarka_blazkova@vuv.cz

Boháč Miloň, Český hydrometeorologický ústav
bohac@chmi.cz

Buchs Ann Kathrin, Niedersächsisches Ministerium für Umwelt und Klimaschutz
annkathrin.buchs@mu.niedersachsen.de

Daňhelka Jan, Český hydrometeorologický ústav
danhelka@chmi.cz

Divecká Růžena, Povodí Labe, státní podnik
diveckar@pla.cz

Dostál Tomáš, Fakulta stavební ČVUT v Praze
dostal@fsv.cvut.cz

Dörr Rolf-Dieter, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
rolf-dieter.doerr@bmu.bund.de

Drbal Karel, Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, veřejná výzkumná instituce
karel_drbal@vuv.cz

Dvořáková Tereza, ČVUT v Praze, Fakulta stavební
tereza.dvorakova@fsv.cvut.cz

Ebner von Eschenbach Anna-Dorothea, Bundesanstalt für Gewässerkunde
EbnerVonEschenbach@bafg.de

Ferenčík Martin, Povodí Labe, státní podnik
ferencik@pla.cz

Fleischhammel Petra, Brandenburgische Technische Universität Cottbus
petra.fleischhammel@tu-cottbus.de

Follner Klaus, Bundesamt für Naturschutz
Klaus.Follner@BfN.de

Forejtníková Milena, Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, veřejná výzkumná instituce
milena_forejtnikova@vuv.cz

Franková Linda, AOPK ČR
linda.frankova@nature.cz

Gaumert Thomas, Flussgebietsgemeinschaft Elbe
thomas.gaumert@fgg-elbe.de

Gräfe Peggy, Potsdam Institut für Klimafolgenforschung
graefe@pik-potsdam.de

Grünwaldová Helena
Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, veřejná výzkumná instituce
helena_grunwaldova@vuv.cz

Guderitz Ina, Boden- und Grundwasserlabor GmbH
iguderitz@bgd-gmbh.de

Haussel Erich, Regierung von Oberfranken, Bayern
erich.haussel@reg-ofr.bayern.de

Havel Ladislav, Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, veřejná výzkumná instituce
ladislav_havel@vuv.cz

Hladík Milan, Vodohospodářský rozvoj a výstavba a. s.
hladik@vrv.cz

Ivanovová Diana, Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, veřejná výzkumná instituce
diana_ivanovova@vuv.cz

Jährling Karl-Heinz, Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt
karl-heinz.jaehrling@lhw.mlu.sachsen-anhalt.de

Jurajda Pavel, Ústav biologie obratlovců Akademie věd ČR v.v.i.
jurajda@brno.cas.cz

Kalinová Marie, Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, veřejná výzkumná instituce
marie_kalinova@vuv.cz

Kaltofen Michael, DHI-WASY GmbH
M.Kaltofen@dhi-wasy.de

Kocum Jan, Univerzita Karlova v Praze
kocum1@natur.cuni.cz

Koch Hagen, Brandenburgische Technische Universität Cottbus
Hagen.Koch@tu-cottbus.de

Kolaříková Kateřina, Karlova Univerzita, Ústav pro životní prostředí
kolarikova.katerina@seznam.cz

Korndörfer Christian, Landeshauptstadt Dresden, Umweltamt
umweltamt@dresden.de

Kružíková Lucie, Palivový kombinát Ústí, státní podnik
kruzikova.l@ko.pku.cz

Kuřík Petr, IKSE/MKOL
kurik@ikse-mkol.org

Langhammer Jakub, Univerzita Karlova v Praze
langhamr@natur.cuni.cz

Lauerma Marcel, ENVISYSTEM,s.r.o.
info@envisystem.cz;lauerma@envisystem.cz

Lencsesová Lucia, AQUATEST a.s.
lencsesova@aquatest.cz

Matoušková Milada, Univerzita Karlova v Praze
matouskova.m@wo.cz

Meyer Volker, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung UFZ
volker.meyer@ufz.de

Navrátilová Vlasta, AQUATEST a.s.
navratilova@aquatest.cz

Neruda Martin, Faculty of Environment University of J. E. Purkyně in Ústí n. L.
martin.neruda@ujep.cz

Nestler Petr, Povodí Ohře, státní podnik
nestler@poh.cz

Pail Tomáš, Povodí Ohře, státní podnik
pail@poh.cz

Peterka Jiří, Hydrobiologický ústav, Biologické centrum AV ČR, v.v.i.
jpeterkacz@yahoo.com

Petr Jiří, Povodí Labe, státní podnik
jpetr@pla.cz

Plum Nathalie, Internationale Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR)
nathalie.plum@iksr.de

Potužák Jan, Povodí Vltavy, státní podnik
potuzak@pvl.cz

Přikryl Ivo, ENKI o.p.s. Třeboň
prikryl@enki.cz

Reichel Michaela, GFI GmbH Dresden
mreichel@dgfz.de

Reincke Heinrich, Senatskanzlei
heinrich.reincke@sk.hamburg.de

Sartorius Christian, Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research
c.sartorius@isi.fraunhofer.de

Schulte-Wülwer-Leidig Anne, Internationale Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR)
anne.schultewl@iksr.de

Schultze Martin, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung UFZ
martin.schultze@ufz.de

Svejkovský Václav, Povodí Ohře, státní podnik
svejkovskyv@poh.cz

Svoboda Ivan, R-Princip Most, s.r.o.
svoboda@rprincip.cz

Špaček Jan, Povodí Labe, státní podnik
spacek@pla.cz

Štěpánková Pavla, Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, veřejná výzkumná
instituce
pavla_stepankova@vuv.cz

Štrojsová Martina, Povodí Vltavy, státní podnik
Martina.Strojsova@pvl.cz

Venohr Markus, Leibniz-Institut of Freshwater Ecology and Inland Fisheries
m.venohr@igb-berlin.de

Vlasák Petr, Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, veřejná výzkumná instituce
petr_vlasak@vuv.cz

Vyskoč Petr, Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, veřejná výzkumná instituce
petr_vyskoc@vuv.cz

Zahrádka Vlastimil, Povodí Ohře, státní podnik
zahradka@poh.cz

Poznámky / Notizen



Poznámky / Notizen

Poznámky / Notizen