

Využití výsledků projektu VaV „Vývoj metod predikce stavů sucha a povodňových situací (2005 – 2007)“ v předpovědní praxi

Nutzung von Ergebnissen des F&E-Projekts „Entwicklung von Methoden zur Vorhersage von Niedrigwasserständen und Hochwassersituationen (2005 – 2007)“ in der Vorhersagepraxis

Pavla Řiřicová, Petr Šercl, Pavel Tacheci,

**Český hydrometeorologický ústav
Oddělení aplikovaného hydrologického výzkumu
DHI a.s., Praha, Česká republika**

Hydrologické předpovědi

Hydrologische Vorhersagen

- od roku 1998 jsou předpovědní modely na všech pobočkách ČHMÚ součástí předpovědní praxe
- předpovědi pro 80 profilů až na 48 hodin
- seit 1998 sind in allen Außenstellen des Tschechischen Hydrometeorologischen Instituts Vorhersagemodelle Bestandteil der Vorhersagepraxis
- Vorhersagen für 80 Pegel für bis zu 48 Stunden

Rezervy v možnostech hydrologických předpovědí Reserven hinsichtlich der Möglichkeiten hydrologischer Vorhersagen

- Možnosti zlepšení hydrologické služby při výskytu nebezpečných jevů, týká se hlavně vzniku povodní z lokálních (bouřkových) srážek, zejména tam, kde není hydrologické pozorování.
- Möglichkeiten in Bezug auf die Verbesserung des hydrologischen Dienstes beim Auftreten von Gefahren, dies betrifft hauptsächlich das Entstehen von Hochwasser durch lokale (gewittrige) Niederschläge, insbesondere dort, wo es keine hydrologischen Beobachtungen gibt.

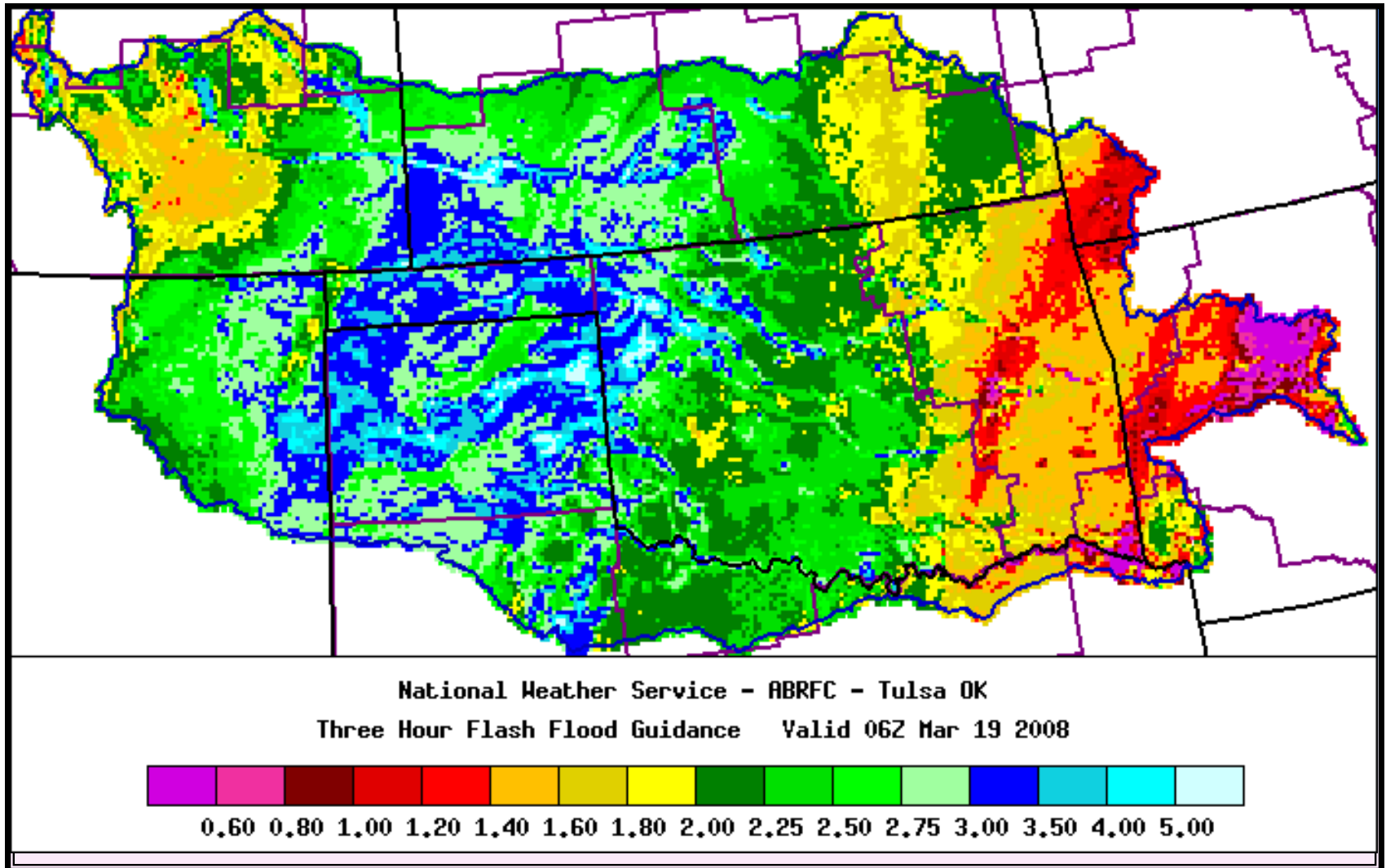
Rezervy v možnostech hydrologických předpovědí Reserven hinsichtlich der Möglichkeiten hydrologischer Vorhersagen

- Lokalizovat předpověď bouřkových srážek je velmi obtížné, výstražné zprávy na extrémní srážky a lokální povodně vydávány pro větší územní celky bez konkrétní lokalizace.
- Systém, ke kterému bychom se chtěli dopracovat jsou tzv. Flash flood guidance – tedy množství nebezpečných srážek pro vznik rozvodnění toků., příkladem jsou mapy NWS.
- Die Vorhersage von gewittrigen Niederschlägen ist sehr schwierig, Warnungen vor Extremniederschlägen und lokalen Hochwassern werden für größere Gebiete ohne konkrete Lokalisierung herausgegeben.
- Das System, das wir erarbeiten möchten, sind sog. Flash flood guidance – also die Menge gefährlicher Niederschläge für das Auftreten von Überschwemmungen, ein Beispiel sind NWS-Karten.



ABRFC Gridded Flash Flood Guidance

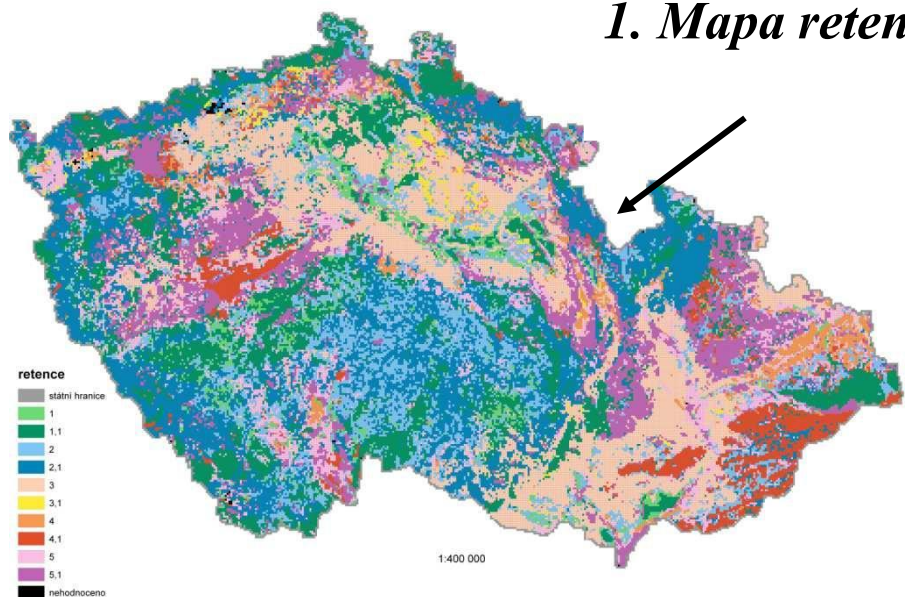
(Arkansas Red Basen River Forecast Center)



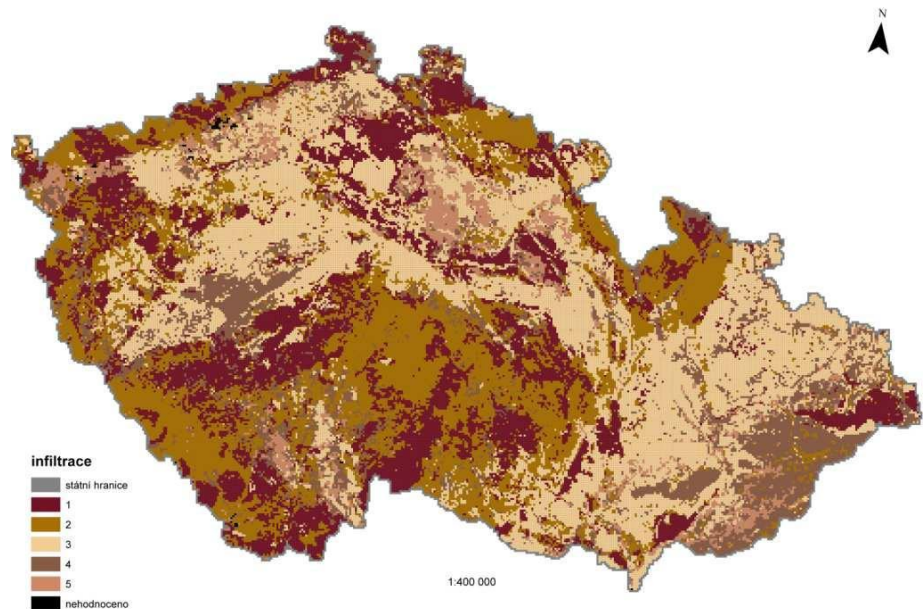
- DÚ 1 Analýza a mapování infiltračních a retenčních schopností půd České republiky (VÚMOP Praha)
- DÚ 2 Modelování retenční schopnosti a vláhových podmínek krajiny (ČHMÚ Brno)
- Teilprojekt 1 „Analyse und Kartierung des Infiltrations- und Retentionsvermögens der Böden in der Tschechischen Republik“ (Forschungsinstitut für Melioration und Bodenschutz Prag)
- Teilprojekt 2 „Modellierung des Retentionsvermögens und der Feuchtigkeitsbedingungen in der Landschaft“ (Tschechisches Hydrometeorologisches Institut Brno)

DÚ 1 Analýza a mapování infiltračních a retenčních schopností půd České republiky VÚMOP Praha

1. Mapa retenční vodní kapacity půd



2. Mapa infiltrační schopnosti a propustnosti půd



3. Mapa využitelné vodní kapacity půd

DÚ 2 Modelování retenční schopnosti a vláhových podmínek krajiny (ČHMÚ Brno)

- analýza výpočtu evaporace a **evapotranspirace**,
 - využití výstupů z modelu AVISO – inovace
 - 99 klimatologických stanic v síti ČHMÚ
- modelem AVISO byly zpracovány vstupní údaje pro kalibrovaná hydrologická povodí v DÚ 3

- **DÚ 3 Rozvoj a testování modelovacího systému pro predikci povodňových odtoků v malých povodích (DHI Hydroinform a. s., ČHMÚ Praha)**

Cíl - vyvinout metodu pro hodnocení aktuálního stavu povodí vzhledem k nebezpečí vzniku povodní a sucha

- metoda CN-křivek
- tvorba modelu MIKE SHE na povodí Sázavy a aplikace pro provozní využití

Teilprojekt 3 „Entwicklung und Erprobung eines Modellsystems zur Vorhersage von Hochwasserabflüssen in kleinen Einzugsgebieten“ (DHI Hydroinform a. s., Tschechisches Hydrometeorologisches Institut Prag)

Ziel – Entwicklung einer Methode zur Bewertung des aktuellen Zustands eines Einzugsgebiets im Hinblick auf die Gefahr der Entstehung von Hochwasser und Trockenperioden

- Methode der CN-Kurven
- Entwicklung des Modells MIKE SHE im Einzugsgebiet der Sázava und einer Anwendung für den betrieblichen Einsatz

Metoda CN křivek – Methode der CN-Kurven

Nástroj pro určení přímého odtoku na základě extrémních srážek
*Instrument zur Bestimmung des Direktabflusses
auf der Grundlage von Extremniederschlägen*

- CN charakterizuje vlastnosti půdního a vegetačního pokryvu
 - vyjadřuje infiltrační schopnost půdy
 - retenční kapacitu
 - **sklonitost terénu** – *implementováno nově do řešení*
- Byl odvozen ukazatel aktuálního stavu nasycení U_N , který vyjadřuje relativní stav nasycení vůči limitním hodnotám (nabývá hodnot od -1 do $+1$).
- Die CN charakterisiert die Eigenschaften der Boden- und Vegetationsbedeckung.
 - Sie stellt das Infiltrationsvermögen des Bodens
 - die Rückhaltekapazität **und die Neigung des Geländes** dar – *wurde in die Bearbeitung neu aufgenommen.*
- Es wurde der Parameter „Aktueller Sättigungsgrad“ U_N abgeleitet, der den relativen Sättigungsgrad gegenüber Grenzwerten darstellt (nimmt Werte von -1 bis $+1$ an).

Metoda CN křivek – Slovní vyjádření stavu nasycení území dle rozpětí hodnot ukazatele U_N

Methode der CN-Kurven – Verbale Darstellung des Sättigungsgrads eines Gebiets nach dem Wertebereich für den Parameter U_N

Interval hodnot U_N Intervall der Werte U_N	Popis Beschreibung
≤ -1	silné sucho – sehr trocken
-0.99 až -0.7	sucho – trocken
-0.69 až -0.3	slabé nasycení (riziko sucha) – schwache Sättigung (Risiko einer Trockenperiode)
-0.29 až $+0.3$	běžný stav – üblicher Zustand
$+0.31$ až $+0.7$	nasycení – Sättigung
$+0.71$ až $+1$	silné nasycení – starke Sättigung
$> +1$	velmi silné nasycení – sehr starke Sättigung

Metoda CN křivek – Methode der CN-Kurven

- Na základě analýzy aktuálního stavu infiltračních a retenčních vlastností půdního pokryvu v povodí byly stanoveny **mapy deficitu obsahu vody v nenasycené zóně pro daný čas**. Tyto hodnoty jsou interpretovány jako indikátor nebezpečí vzniku přívalové povodně v každém z dílčích území.

- Bylo provedeno porovnání hodnot ukazatele nasycení vůči hodnotám průměrných denních průtoků.

- Auf der Grundlage einer Analyse des aktuellen Stands der Infiltrations- und Retentionseigenschaften der Bodenbedeckung im Einzugsgebiet wurden Karten für das Defizit des Wassergehalts in der ungesättigten Zone für die jeweilige Zeit festgelegt. Diese Werte werden als Indikator für die Gefahr der Entstehung eines starken Hochwasserereignisses in jedem der Teilgebiete interpretiert.

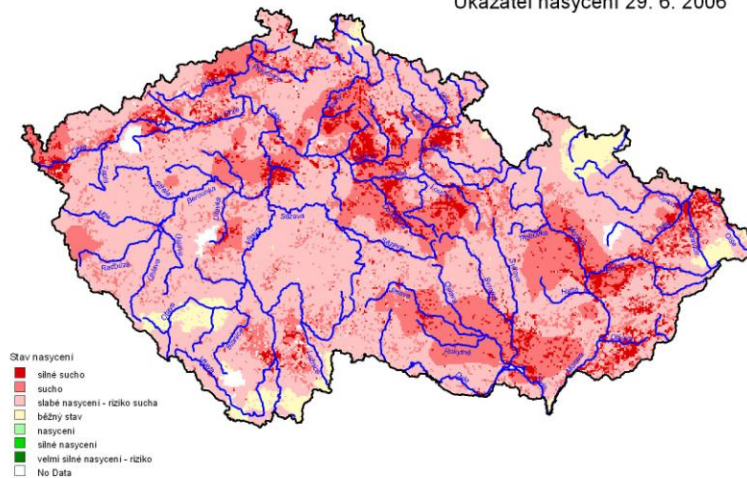
- Die Werte des Sättigungsparameters wurden mit den mittleren Tagesabflüssen verglichen

Metoda CN křivek – Methode der CN-Kurven

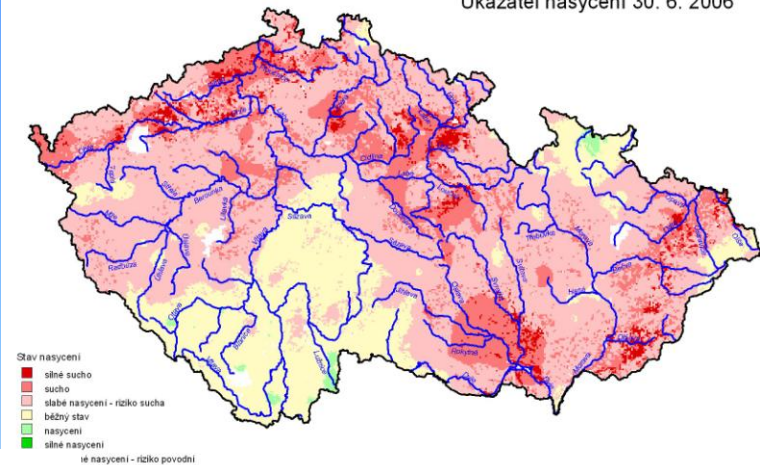
- Bylo provedeno porovnání hodnot ukazatele nasycení vůči hodnotám průměrných denních průtoků.
- Die Werte des Sättigungsparameters wurden mit den mittleren Tagesabflüssen verglichen.

Example of Results

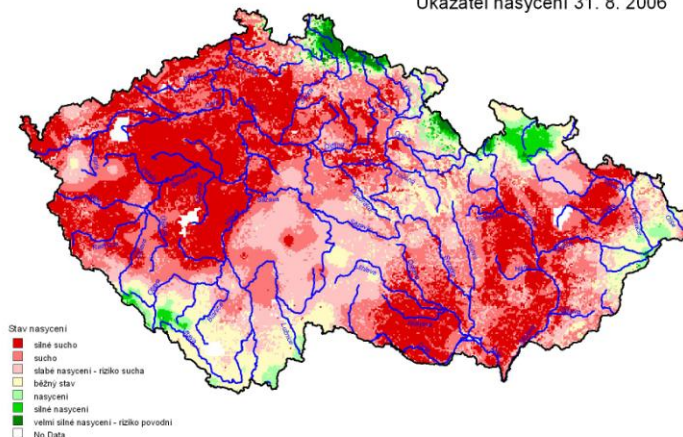
Ukazatel nasyceni 29. 6. 2006



Ukazatel nasyceni 30. 6. 2006



Ukazatel nasyceni 31. 8. 2006



Red – very dry place

....

....

Green – very strong
saturation –flood risk

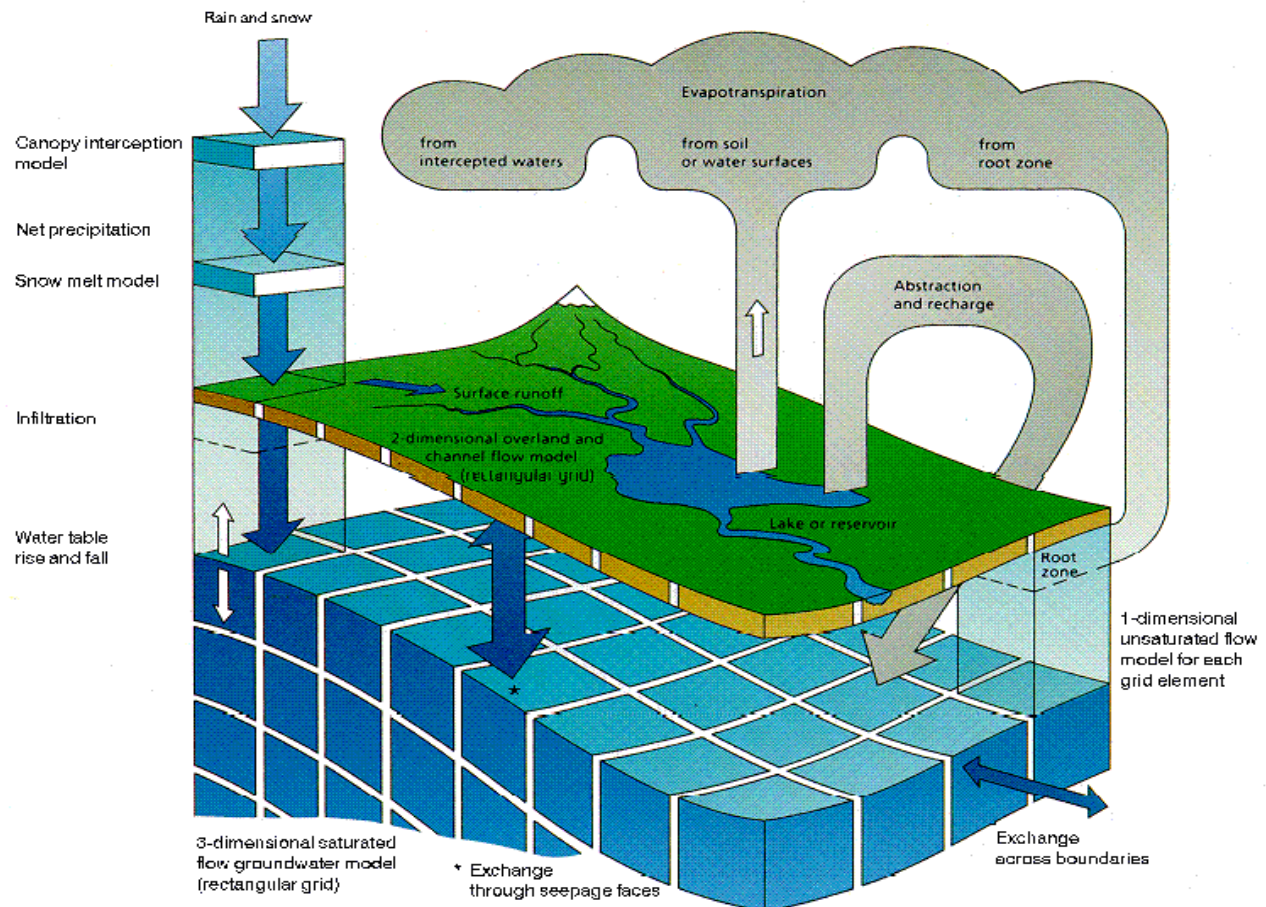


Modelling system MIKE SHE

MIKE SHE

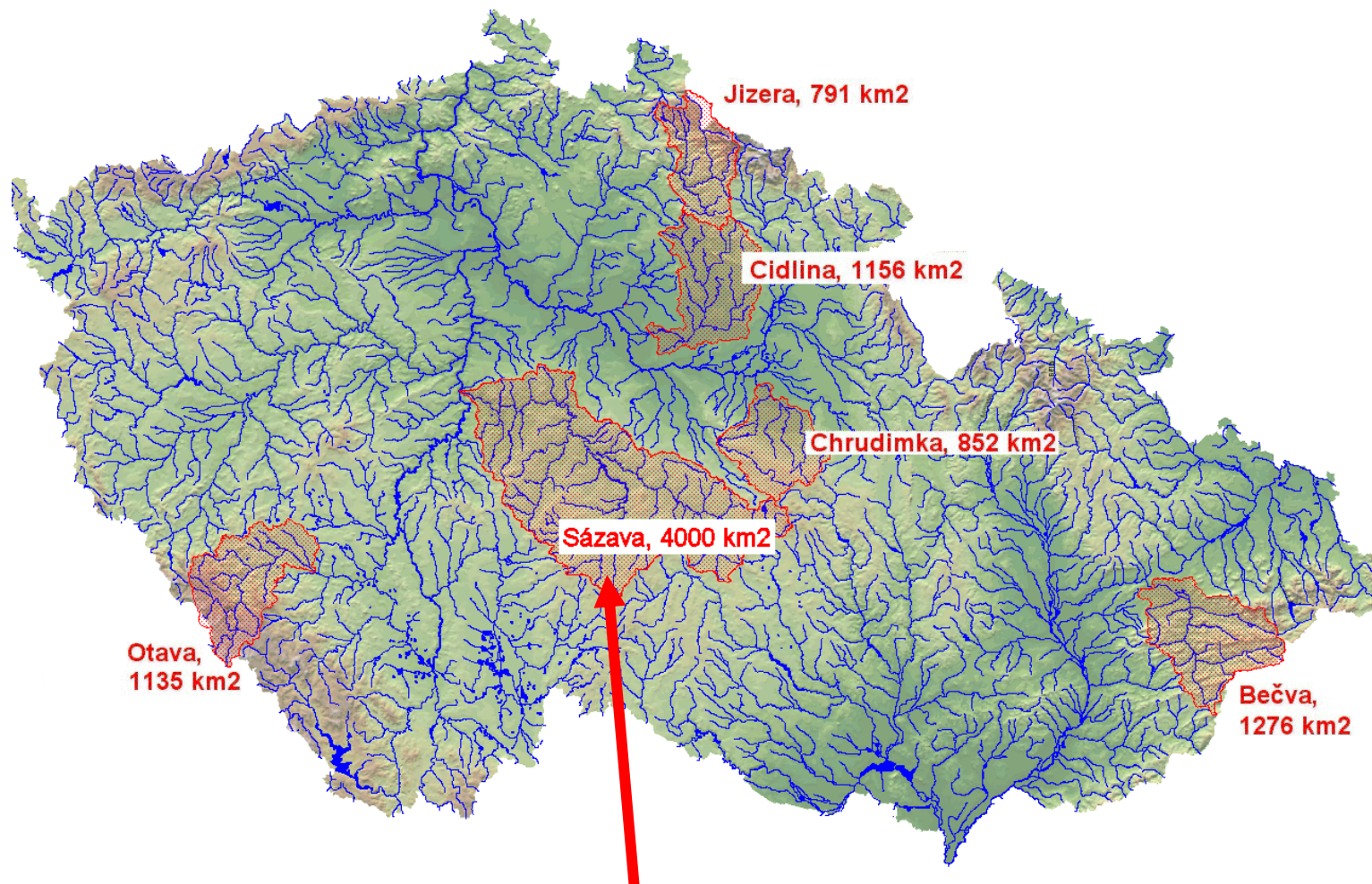
an Integrated Hydrological Modelling System

Structure
is
divided
into
several
modules





Basins processed



**used for routine testing in
CHMI forecast centre**

Matematický model MIKE SHE

Das mathematische Modell MIKE SHE

- MIKE SHE je integrovaný deterministický distribuovaný matematický modelovací systém pro povrchové a podzemní vody (DHI).
- vstupy pro kalibraci modelu tvoří – plošná data (mapy vegetace, půdy, hloubka nasycené zóny, říční síť), časové řady (měřené hydrologické údaje, teploty, srážky, hodnoty potenciální evapotranspirace) a parametry
- MIKE SHE ist ein integriertes deterministisches distribuiertes mathematisches Modellierungssystem für Oberflächengewässer und Grundwasser (DHI).
- Eingangsdaten für die Kalibrierung des Modells sind – Flächendaten (Karten der Vegetation, Böden, Tiefe der gesättigten Zone, Gewässernetz), Zeitreihen (gemessene hydrologische Daten, Temperaturen, Niederschläge, Werte der potentiellen Evapotranspiration) und Parameter

Matematický model MIKE SHE

Das mathematische Modell MIKE SHE

- výsledkem je simulace výskytu zvýšeného odtoku, v podobě průměrované hodnoty deficitu vody v povodí
- Das Ergebnis ist eine Simulierung des Auftretens eines erhöhten Abflusses, in Form eines gemittelten Wertes des Wasserdefizits im Einzugsgebiet.

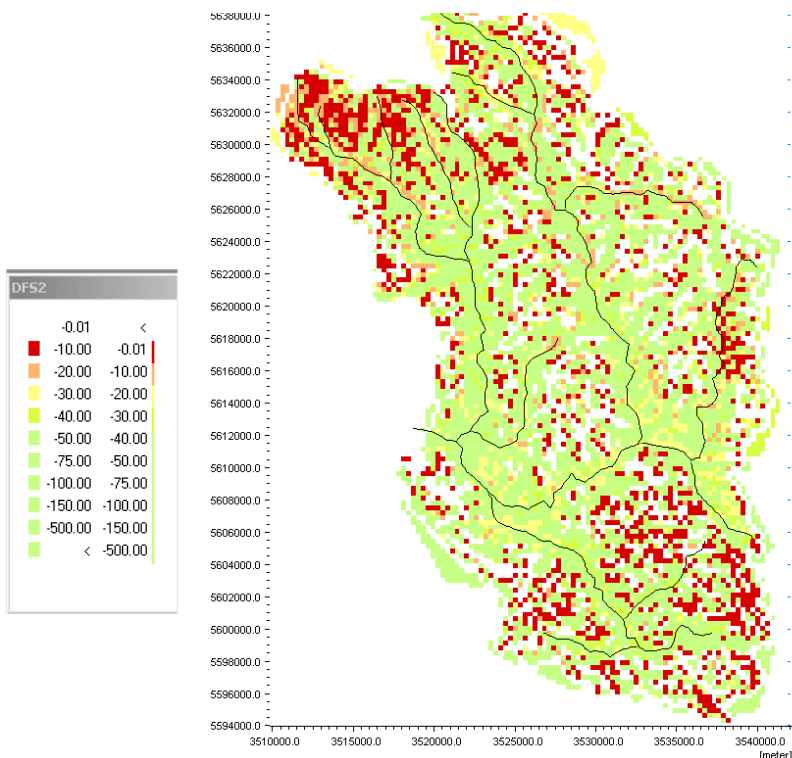


Příklady výsledků kalibrace

Beispiele für Kalibrierungsergebnisse

mapy nebezpečí povodní z přívalových srážek pro veřejnost
– jednoduché barevná škála

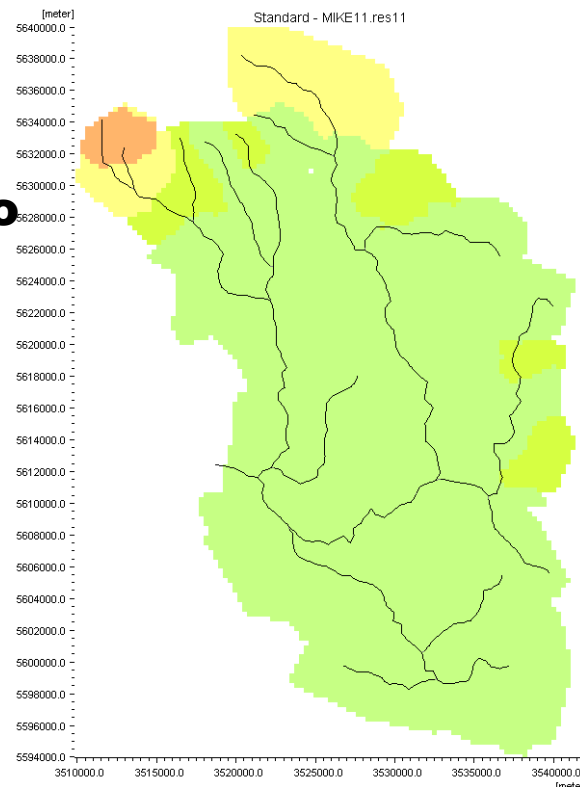
Přímé výsledky nasycení v jednotlivých gridech (mm)



průměrné výsledky – očekávaného nebezpečí

Jednoduché barevné rozlišení povodňového nebezpečí

- high
- higher
- middle
- low
- none

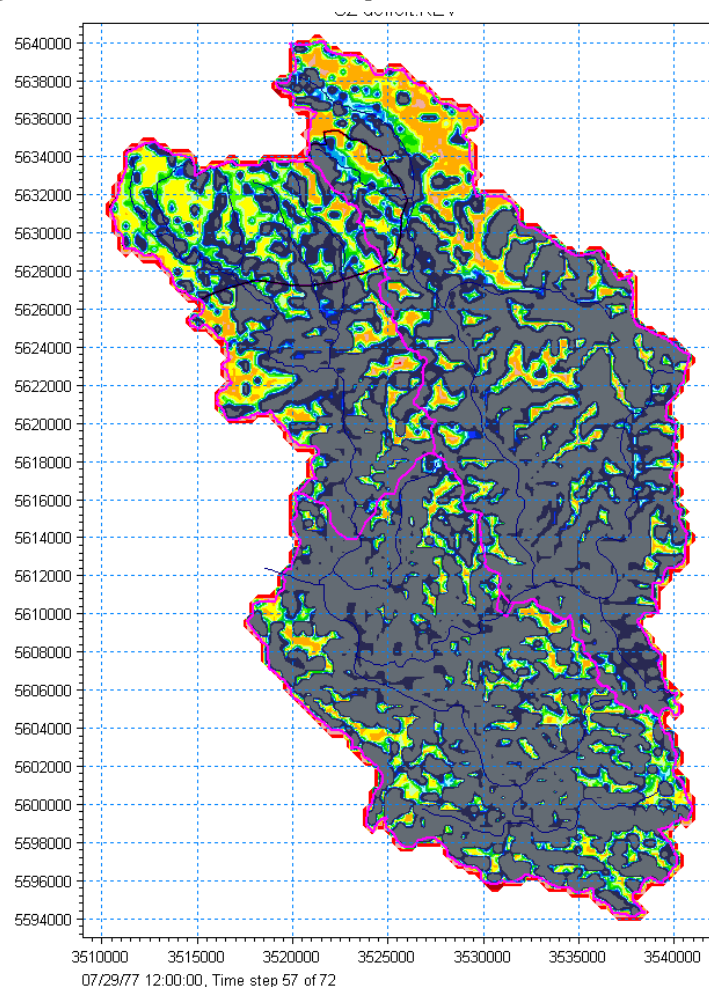




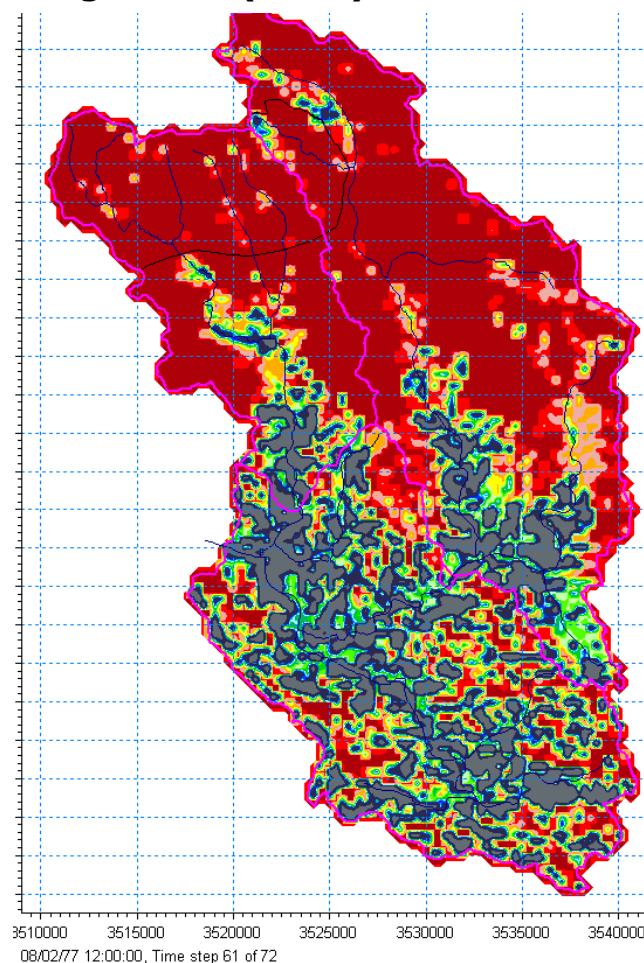
Příklady výsledků kalibrace *Beispiele für Kalibrierungsergebnisse*

Jizera, 7/1977 (Q20)

nasycení 29.7.77 (před povodní)

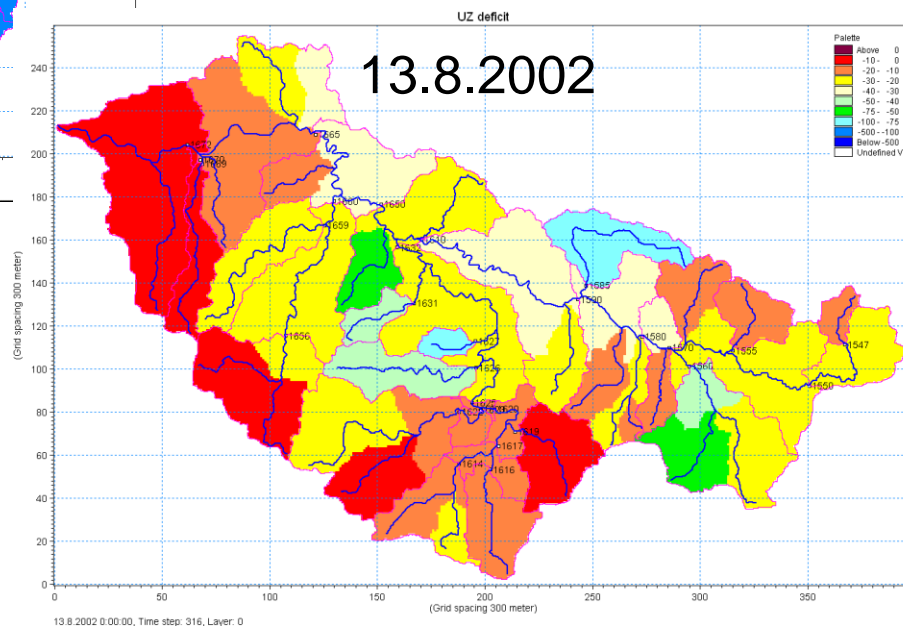
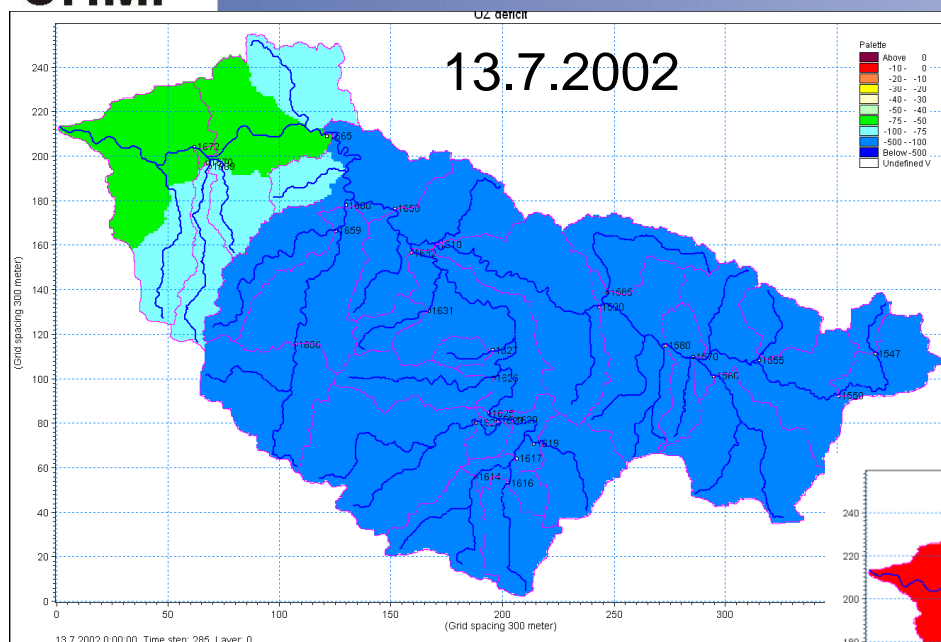


nasycení (mm) 2.8.77



Příklady výsledků kalibrace - Sázava

Simulace deficitu obsahu vody v půdě, průměry po dílčích povodích (mm)



Vstupy

8 operativních hydrologických profilů,

14 operativních srážkoměrů,

7 operativních klimatických stanic-měření teplot, 16 (kalibrace)

6 stanic s denními hodnotami potenciální evapotranspirace (Penman-Monteith) a referenční evapotranspirací (FAO)

Inputs

23 (kalibrace)

44 (kalibrace)

- 23 Pegel mit Abflussmessung, Karte der Bodenbedeckung und Vegetation
- 23 Pegel mit Abflussmessung, Karte der Bodenbedeckung und Vegetation, Sättigungszonen, Gewässernetze
- 44 Niederschlagsmessstationen, 16 Stationen mit Temperaturmessung, 6 Stationen mit Tageswerten der potentiellen Evapotranspiration (Penman-Monteith) und der Referenz-Evapotranspiration (FAO)

MIKE SHE operativní využití obecně

MIKE SHE operative Nutzung allgemein

Pro operativní předpovědi byl vytvořen uživatelský nástroj, který je rozdělen do 6 kroků :

- výběr území a zadání intervalu simulace
- Import vstupů (teploty a srážky), interpolace v ploše

Für operative Vorhersagen wurde ein Anwendertool entwickelt, das in 6 Schritte unterteilt ist:

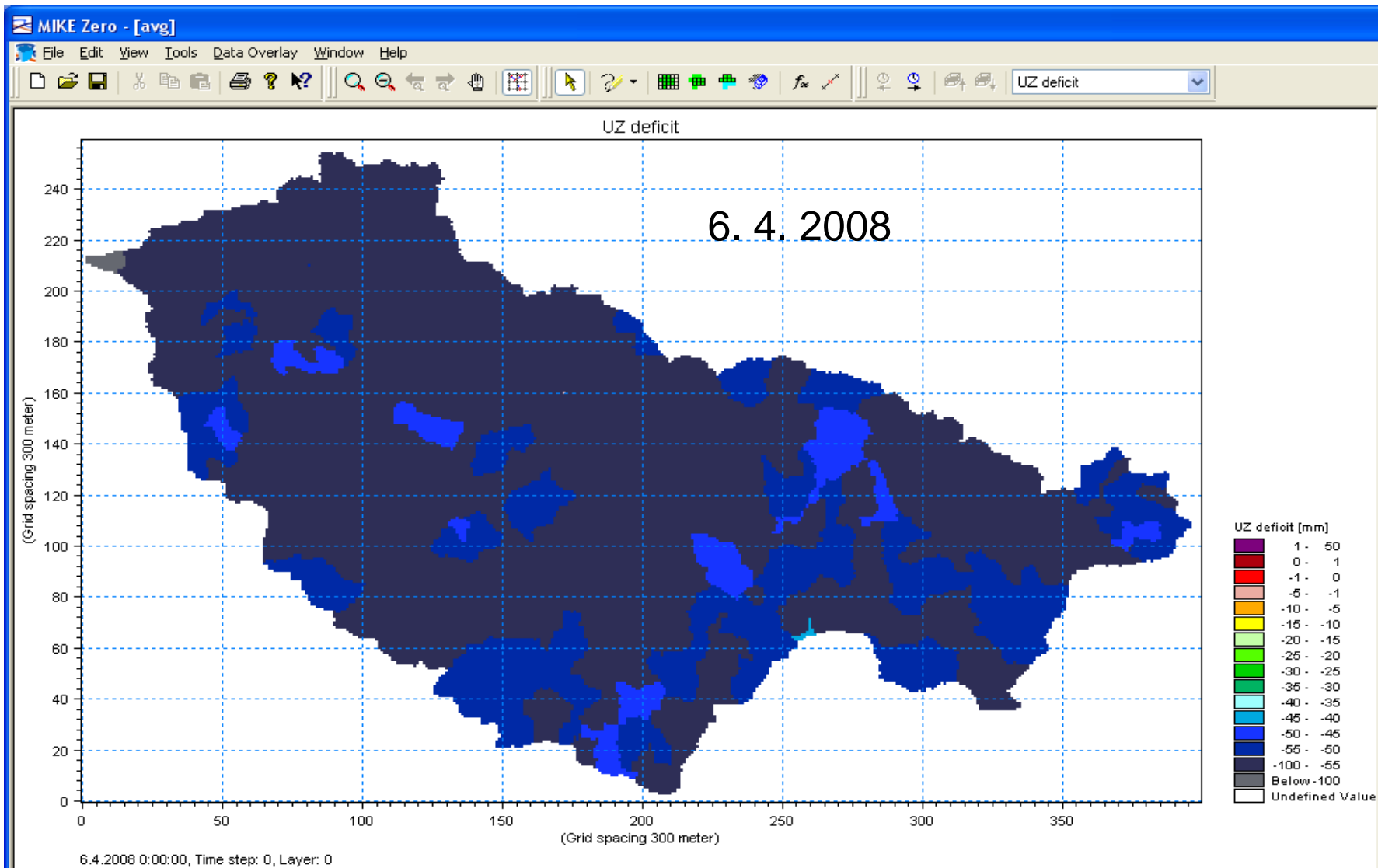
- Auswahl des Gebiets und Eingabe des Simulationsintervalls
- Import der Eingangsgrößen (Temperaturen und Niederschläge), Interpolation in der Fläche

MIKE SHE operativní využití obecně

MIKE SHE operative Nutzung allgemein

- Odhad evapotranspirace (závisí na ročním období)
 - Simulace bilance vody pomocí MIKE SHE
 - Zpracování výstupů (průměrování a tvorba map)
 - Uložení výstupů
-
- Abschätzung der Evapotranspiration (hängt von der Jahreszeit ab)
 - Simulation der Wasserbilanz mit MIKE SHE
 - Bearbeitung der Ergebnisse (Mittlung und Kartenerstellung)
 - Speicherung der Ergebnisse

Příklady výsledků : Sázava - poloprovoz



•Podle metody CN křivek je možno stanovit (pro konkrétní den) mapy ukazatele aktuálního stavu nasycení v jednotlivých dílčích povodích. Metoda není zatím připravena pro operativní využití a řešení pokračuje v novém výzkumném projektu.

It is possible to generate maps of flood risk according to CN curve method for individual basins of CR. The method is not still prepared for real time operation, the development continues in the next research project.

■Podle dosavadních výsledků poloprovozního testování modelu MIKE SHE za období půl roku lze konstatovat, že model je v předpovědní praxi použitelný.

The model is qualified as operational tool, according to half-yearly results in test regime

•Systém je funkční i se vstupy předpovědí srážek a teplot modelu Aladin.

The system is functional with forecast inputs of precipitation and temperatures from ALADIN model.

- Vzhledem k možným výpadkům měření ve stanicích nebo jejich opoždění se osvědčuje využití radarových dat v kombinaci s pozemními srážkoměry.

It has been proved the utilisation of combined radar information (radar + rain gauge) because of late data or data failure

- Doba potřebná pro uvedení předpovědního modelu do provozu, je vždy delší, nežli se předpokládá na začátku řešení

Time needed for launch a new model to an operation version is always longer, than we suppose at the beginning

- Důležitá je spolupráce uživatele s programátorem i po předání připraveného modelu

Good cooperation between a computer programmer and user is necessary after completing and hand over the model, as well.



Děkuji za pozornost
Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit