

Dopady změny klimatu na minimální průtoky

Bohuslava Kulasová, Miloň Boháč, Theodor Fiala

ČHMÚ, úsek hydrologie



Na Šabatce 17,

143 06 Praha 4 - Komořany

e-mail: kulasova@chmi.cz

Řešeno v grantovém projektu VaV (2007 – 2011)

Zpřesnění dosavadních odhadů dopadů klimatické změny v sektorech vodního hospodářství, zemědělství a lesnictví a návrhy adaptačních opatření

Spoluřešitelské organizace

Český hydrometeorologický ústav – koordinátor
Univerzita Karlova, Matematicko-fyzikální fakulta
Výzkumný ústav vodohospodářský T.G.M., v.v.i.
Ústav systémové biologie a ekologie AV ČR, v.v.i.
Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.

DP 03 Dopady změny klimatu na extrémní hydrologické jevy

Téma B Dopady změny klimatu na minimální průtoky

Obsah řešení

Současný hydrologický režim

- Návrh období pro odvození statistických charakteristik průtoků ve vybraných vodoměrných stanicích
- Odvození statistických charakteristik průtoků:
 - M-denní průtoky
 - N-leté minimální průtoky zvoleného trvání (7 dní)
- Porovnání vybraných statistických charakteristik průtoků za období 1961 – 2005 a 1931 – 1980 (současně platné období v ČR)
- Odvození trendů vybraných průtokových charakteristik

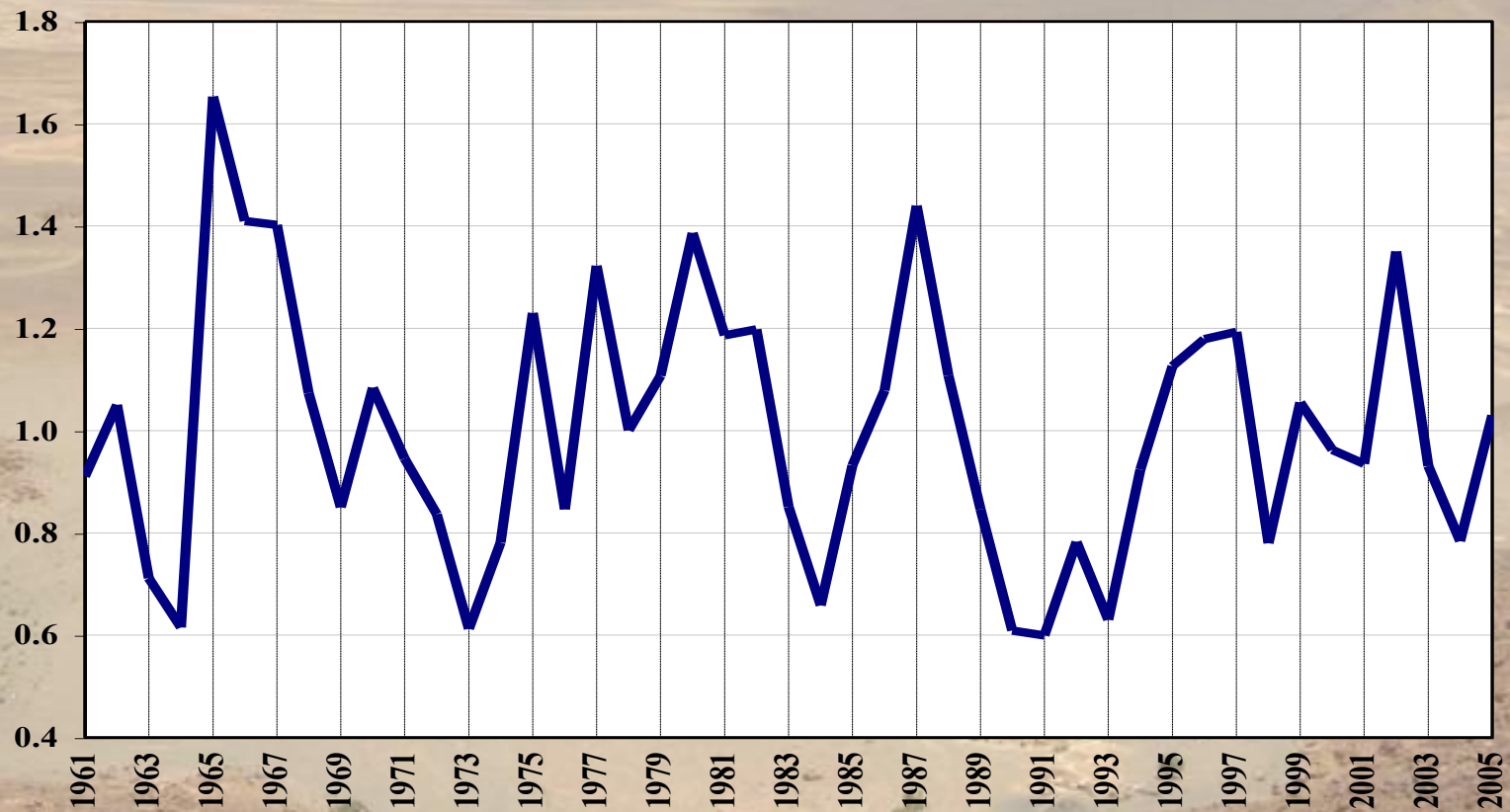
Budoucí hydrologický režim

- Odvození průměrných denních průtoků simulovaných na základě scénářů klimatické změny
- Odvození obdobných statistických charakteristik průtoků

Porovnání statistických charakteristik prezentujících současný a budoucí hydrologický režim => vliv klimatické změny

Návrh nového reprezentativního období: 1961 – 2005

Poměry průměrných průtoků v jednotlivých rocích (z cca 100 stanic v ČR)
k dlouhodobému průměrnému průtoku za období 1961 – 2005

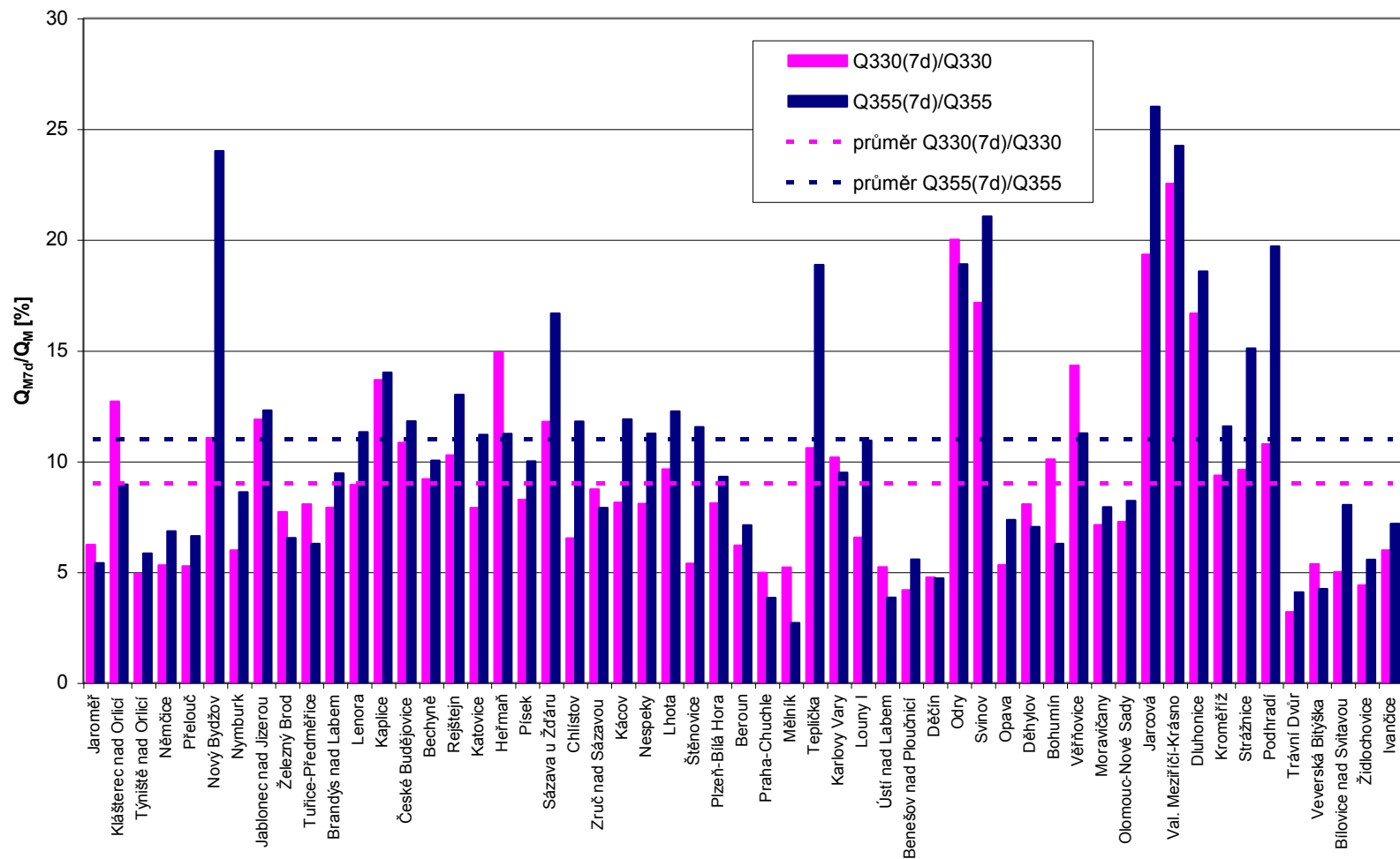


Hodnocení minimálních průtoků

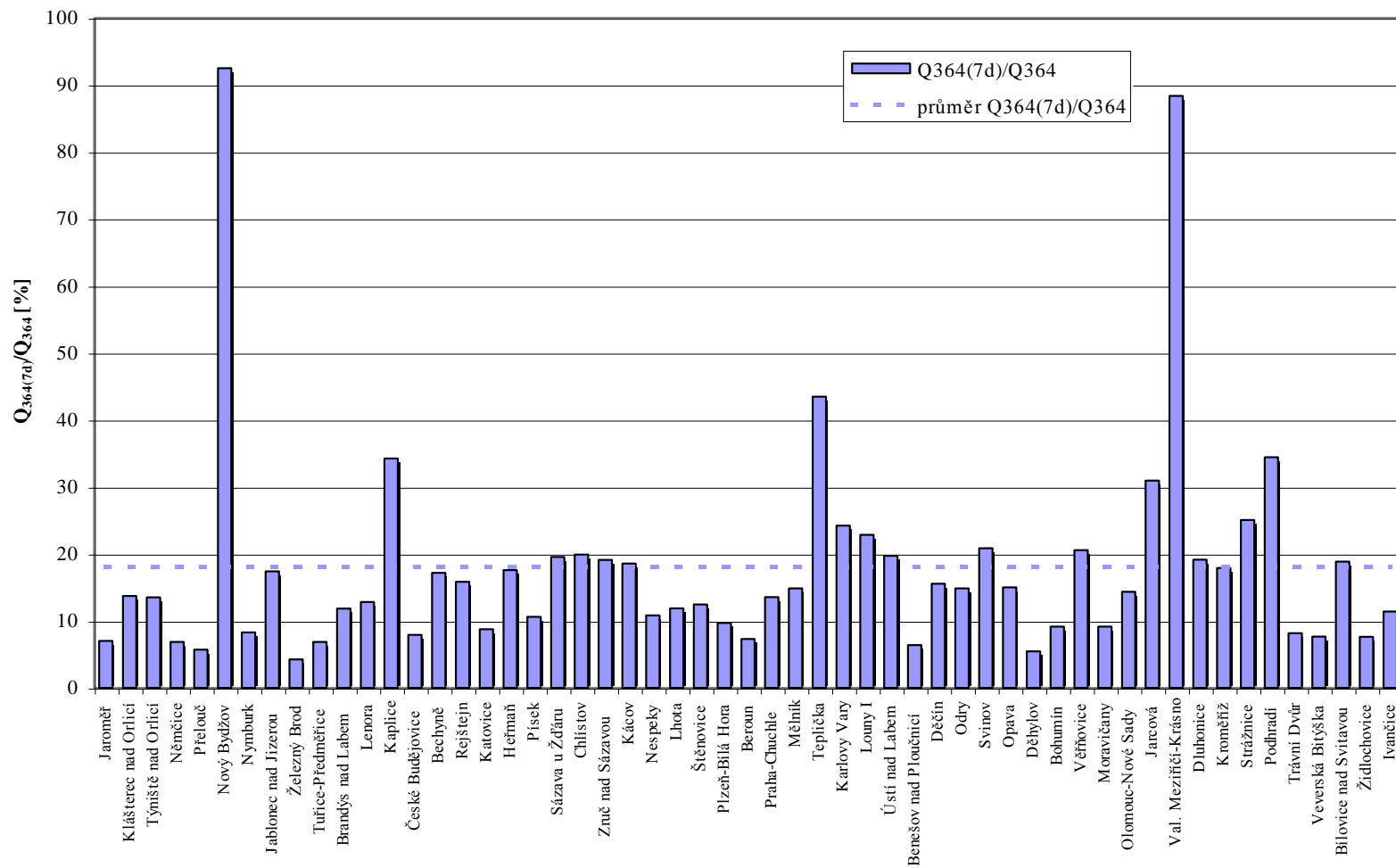
**odvození hydrologických charakteristik za období 1961 – 2005
ve vybraných vodoměrných stanicích v povodí Labe, Odry a Moravy**

- odvození ***M*-denních průtoků** z **1** - denních průměrných průtoků
ze **7** - denních průměrných průtoků
k podrobnější analýze vybrány tři nejmenší průtoky Q_{330} , Q_{355} , Q_{364} z čáry překročení denních průtoků
- porovnání Q_{330} , Q_{355} , Q_{364} ku dlouhodobému průměru Q_a (1961 – 2005)
- porovnání Q_{330} , Q_{355} , Q_{364} 7 - denních a 1 - denních průměrů
zvýšení v %: Q_{330} : 9% (max. 23% R. Bečva)
 Q_{355} : 11% (max. 24% Cidlina , 24-26% V. a R. Bečva)
 Q_{364} : 18% (max. 90% Cidlina a R. Bečva)

Procentuální zvýšení průtoků Q_{330} a Q_{355} 7 - denních ku 1 - denním



Procentuální zvýšení průtoku Q_{364} 7 - denního ku 1 - dennímu



Hodnocení minimálních průtoků

Odvození N -letých minimálních 7- denních průtoků za období 1961 – 2005

rok 1.4. – 31.3. následujícího roku

německý program HYSTAT/NQ:

- doba opakování $N = 2$ až 100 let

- 22 teoretických rozdělení

- 3 metody odhadu parametrů (metoda momentů MO, logaritmických momentů LM a maximální věrohodnosti ML)

- 3 testy shody (n -omega², χ^2 , Kolmogorov-Smirnov)

pro toky v ČR nejvhodnější kombinace teoretických rozdělení a metod odhadu parametrů:

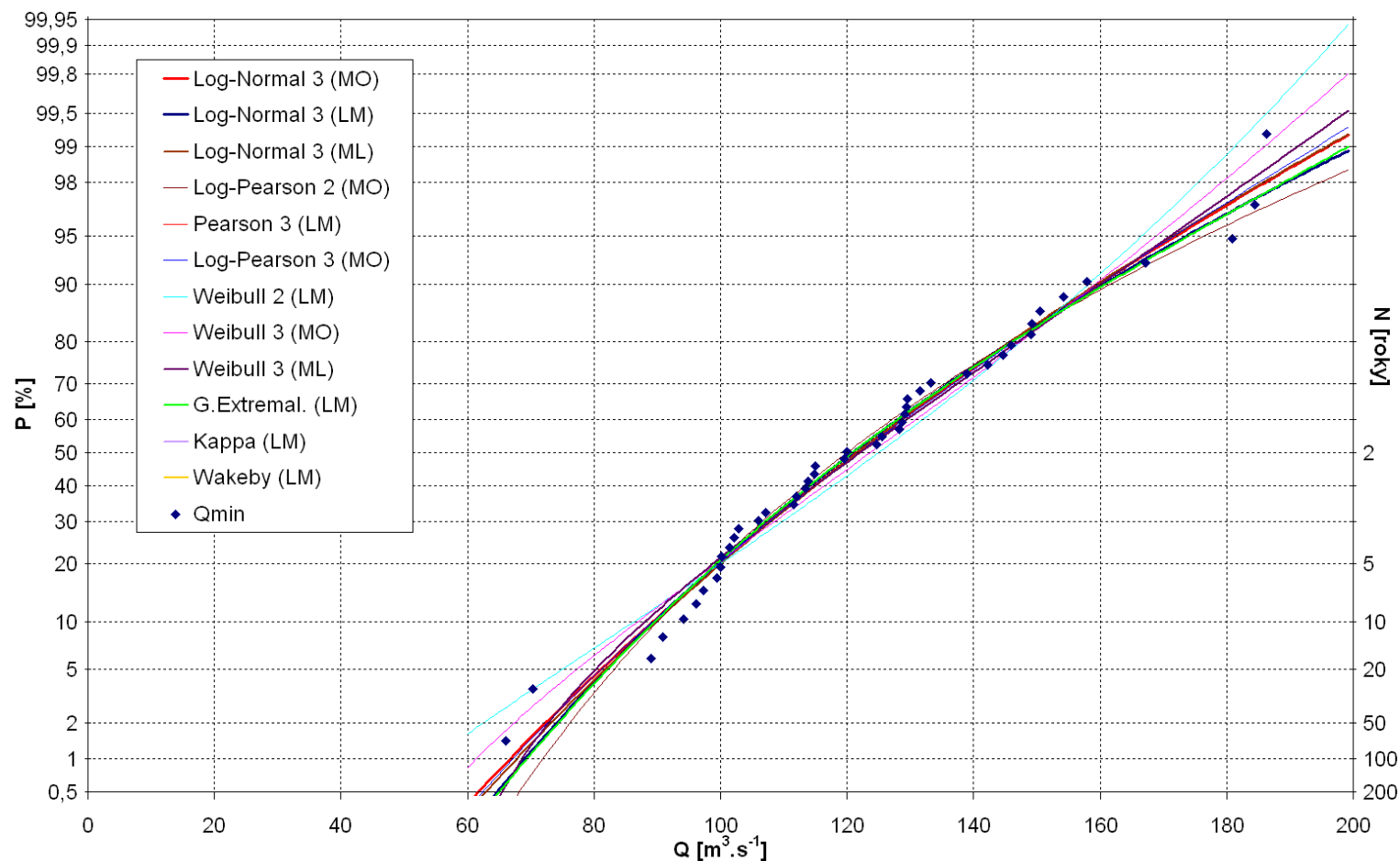
LP3MO (horní Labe, Jizera, Berounka, Odra, Opava, Svratka, Svitava, Jihlava)

GEVLM (Vltava, Lužnice, Otava, Sázava, dolní Morava, Dyje)

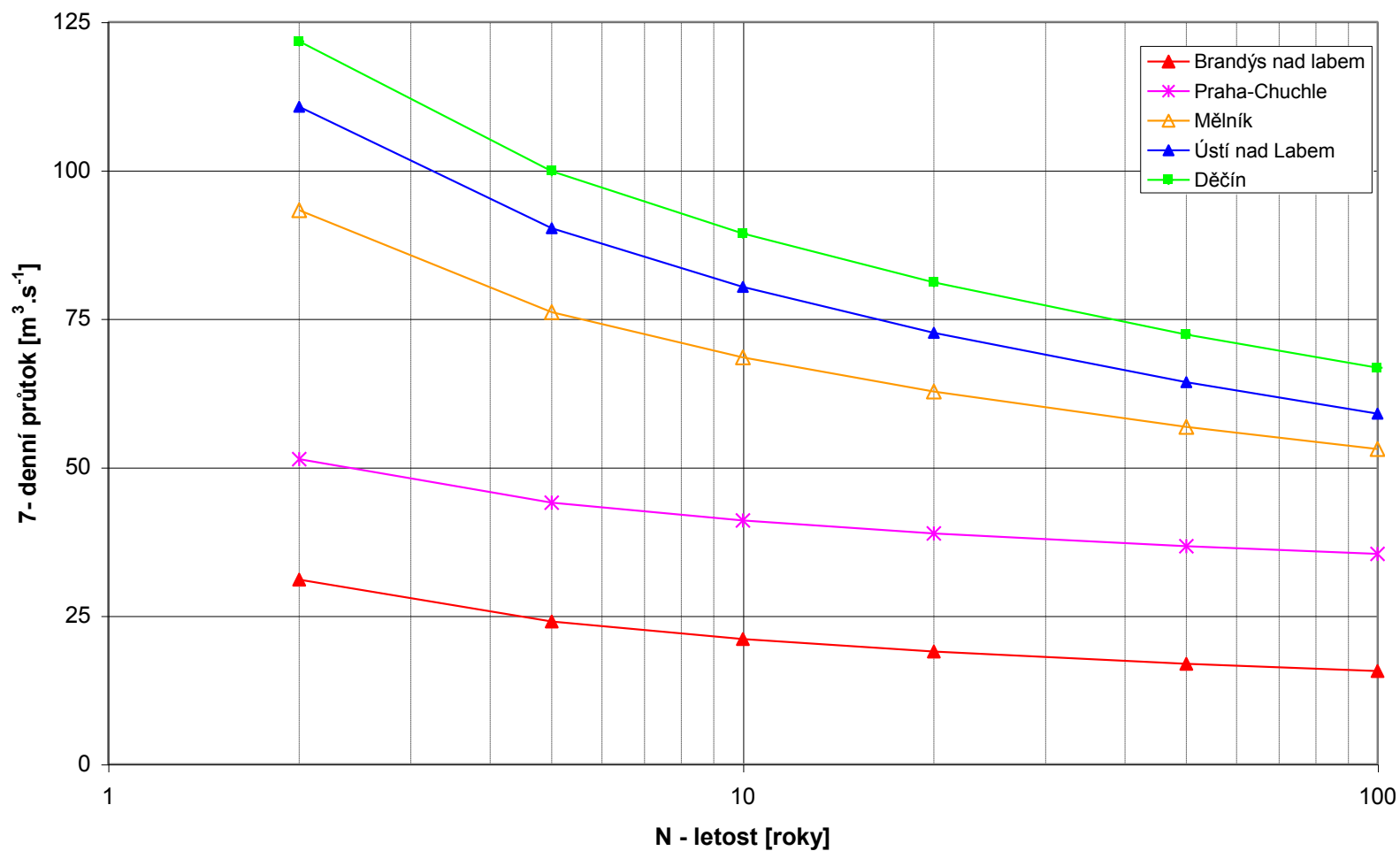
LN3MO (dolní Labe, Bečva), LN3LM (Ohře, horní Morava)

WE2LM (Cidlina)

Průběh vybraných teoretických rozdělení a empirických bodů (7 - denních minim) ve stanici Děčín na Labi



N-leté minimální průtoky za období 1961 – 2005 v povodí dolní Vltavy a dolního Labe



Porovnání charakteristik průměrných denních průtoků za období 1931 – 1980 a 1961 – 2005

v cca 100 vybraných vodoměrných stanicích byly odvozeny empirické čáry překročení M-denních průtoků za období 1961 – 2005

charakteristiky průtoků (Q_{330} , Q_{355} a Q_{364}) prezentující minimální průtoky za nově zvolené období 1961 – 2005 porovnány s obdobnými charakteristikami za dosud v ČR platné období 1931 – 1980 (v tabelární a v mapové formě)

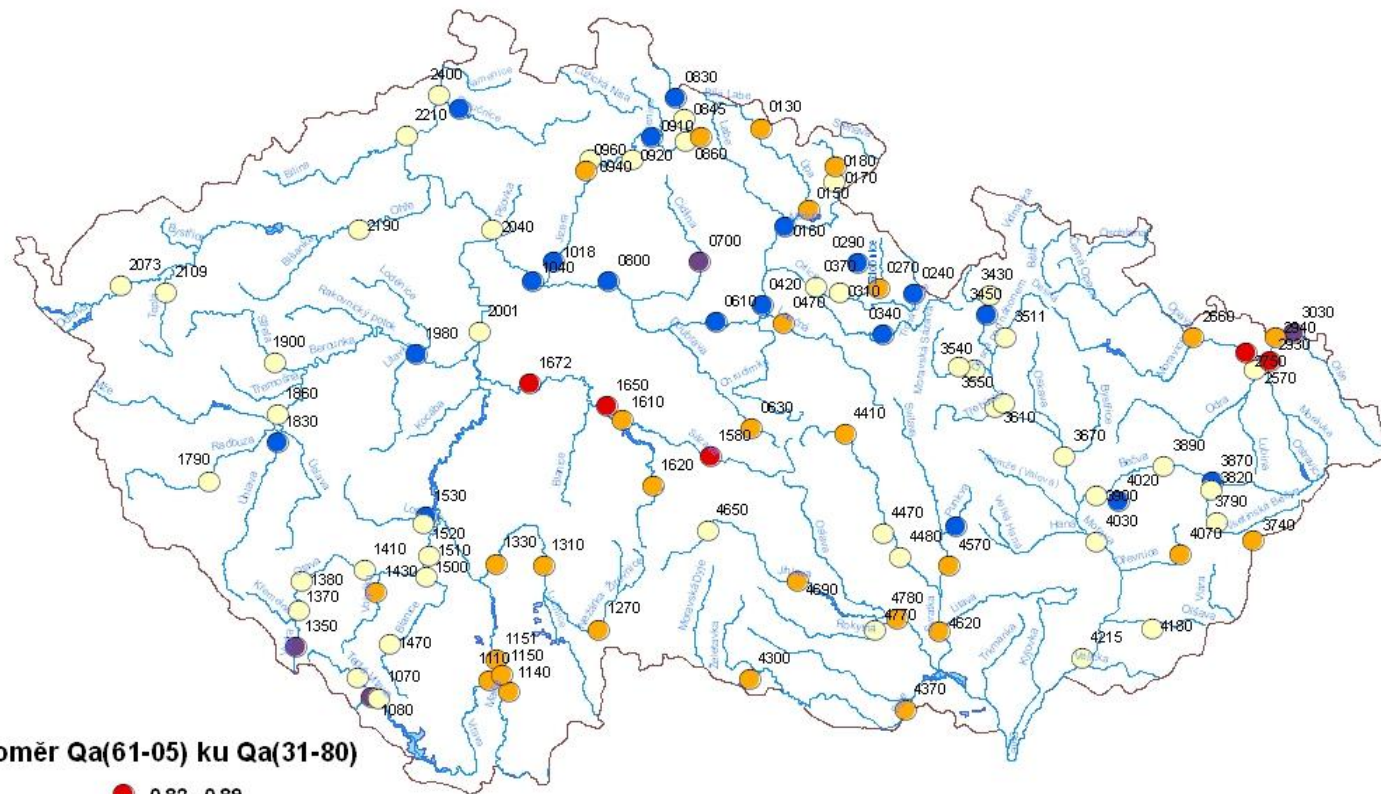
porovnání průtoků

Q_a - v novém období se v průměru snížily o 0,5 %

Q_{330} - průměrné zvýšení o 11 %

Q_{355} - průměrné zvýšení o 16 %

Porovnání dlouhodobého průměrného průtoku za období 1961 – 2005 a 1931 – 1980



Zpracování trendů vybraných charakteristik průtoků za období 1961 – 2005

Trendy

- průměrných ročních průtoků
 - průměrných měsíčních průtoků po jednotlivých měsících
 - tří nejmenších průtoků Q_{330} , Q_{355} , Q_{364}
 - ročních minimálních 7 - denních průtoků
-
- vybráno 148 vodoměrných stanic na tocích v ČR, ve kterých jsou průtoky relativně neovlivněné a pozorování v období 1961 – 2005 nepřerušené
 - pro výpočet testu trendu využít statistický program Matlab s modulem modifikovaného Mann-Kendallova testu (odstranění autokorelace ve vstupních datech)

Vyhodnocení trendů dle dvou hladin významnosti: 0.1 a 0.05

Trend nebyl nalezen ani na hladině významnosti 0.1: označení výsledku: bez trendu

Trend byl zjištěn na hladině 0.1 ale nebyl zjištěn na hladině 0.05: trend je rostoucí, resp. klesající

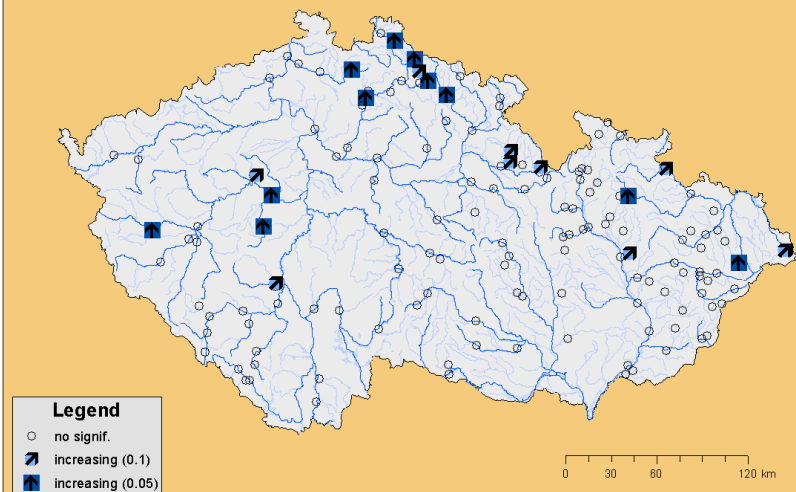
Trend byl nalezen na hladině 0.05: trend je významně rostoucí, resp. významně klesající

Trend	$p = 0.1$	$p = 0.05$
Bez trendu	ne	ne
Rostoucí	ano	ne
Významně rostoucí	ano	ano
Klesající	ano	ne
Významně klesající	ano	ano

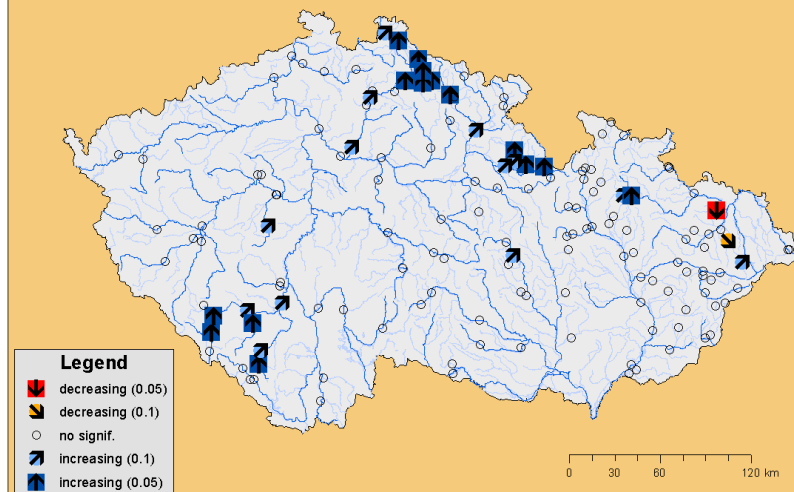
rozdělení trendů do pěti skupin a následné vynesení do map

Leden, únor, březen (I, II, III)

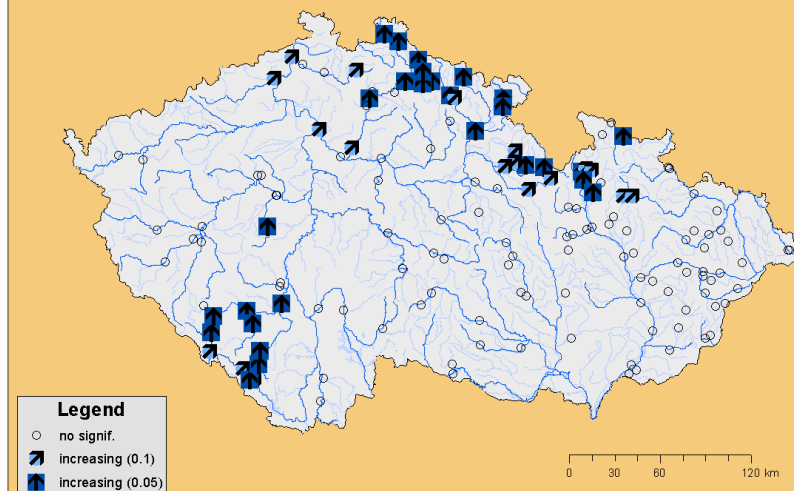
Trends of mean monthly discharges of January (period 1961-2005)



Trends of mean monthly discharges of February (period 1961-2005)



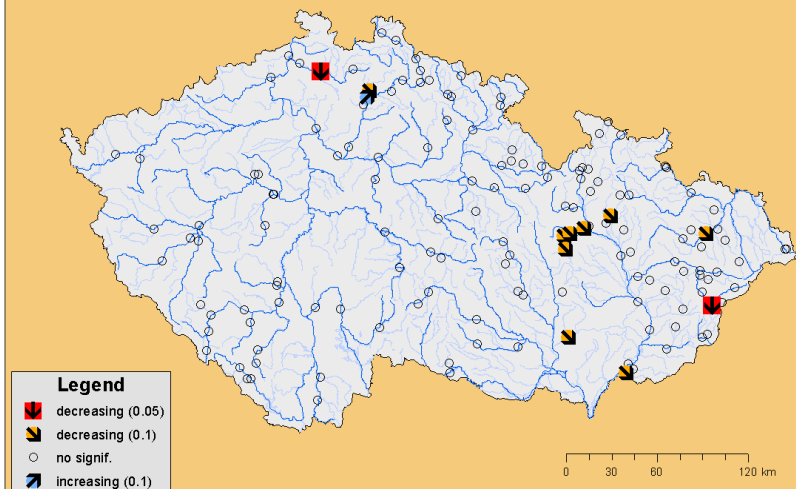
Trends of mean monthly discharges of March (period 1961-2005)



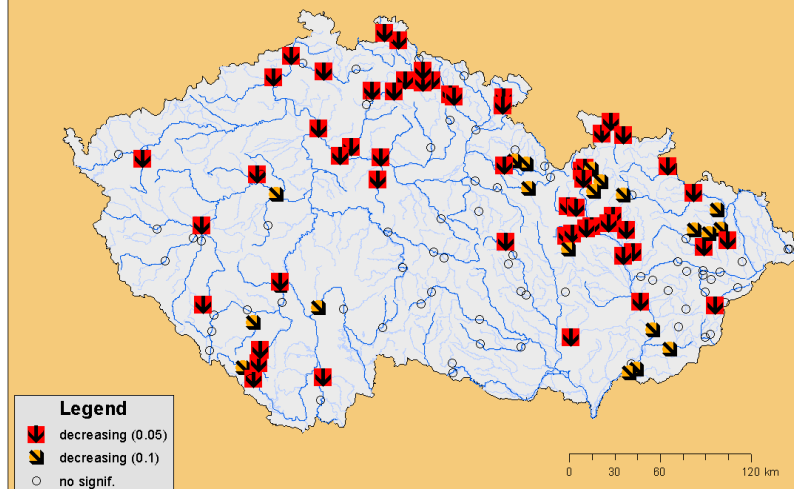
Největší počet stanic je bez trendu,
15-30 % stanic s trendem rostoucím.
V březnu je cca u třetiny stanic trend
významně rostoucí (koncentrují se do
horských a podhorských oblastí).
Poklesy trendů jen v únoru pouze na 2
stanicích.

Duben, květen, červen (IV, V a VI)

Trends of mean monthly discharges of April (period 1961-2005)



Trends of mean monthly discharges of May (period 1961-2005)

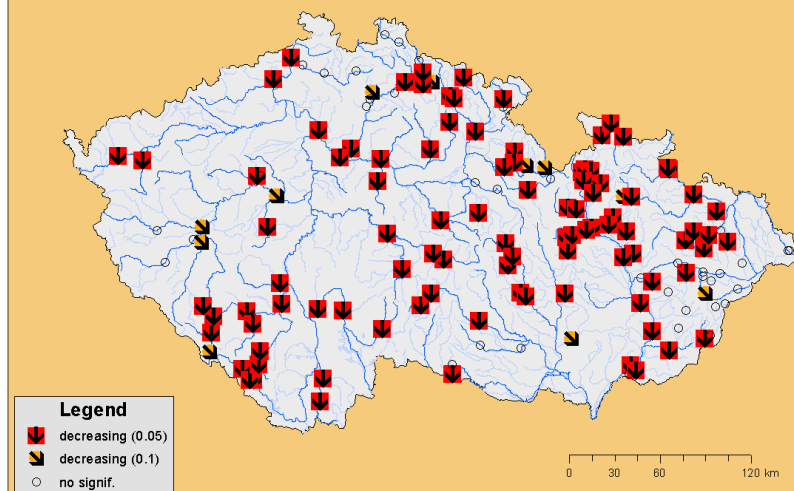


V dubnu už začíná docházet k obratu, cca 90 % stanic je bez trendu.

V květnu více než polovina stanic vykázala klesající trend, většina z nich významně klesající.

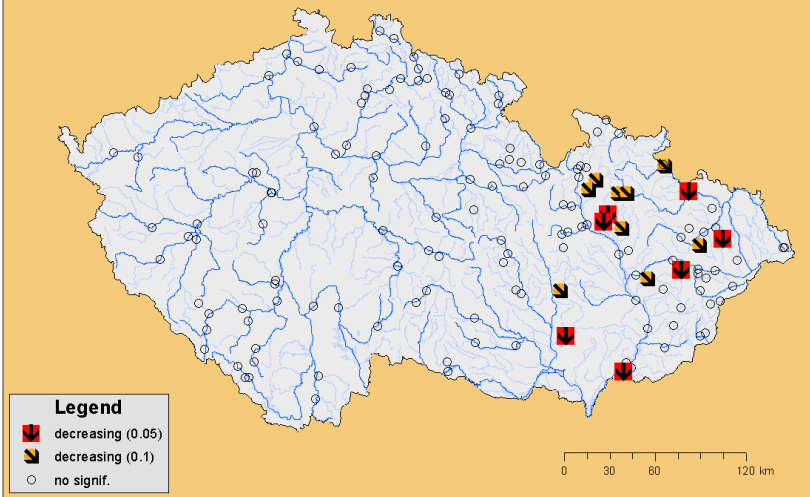
V červnu u více než 70 % stanic klesající trend, téměř u všech stanic významně klesající.

Trends of mean monthly discharges of June (period 1961-2005)

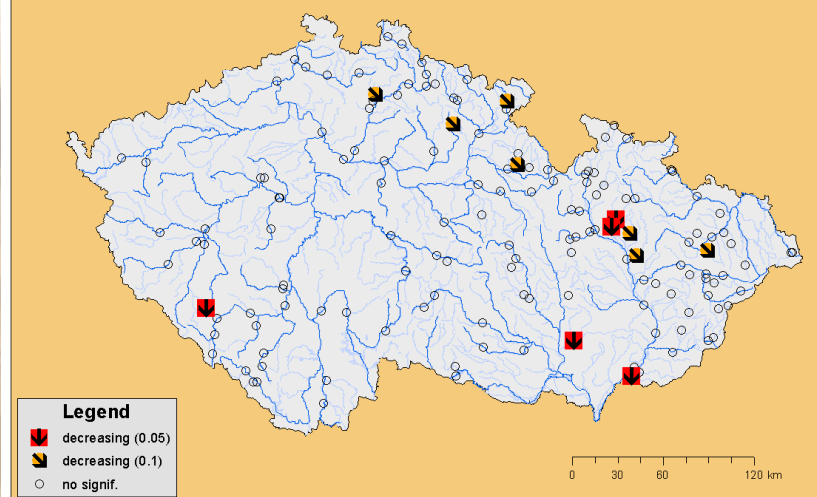


Červenec, srpen, září (VII, VIII a IX)

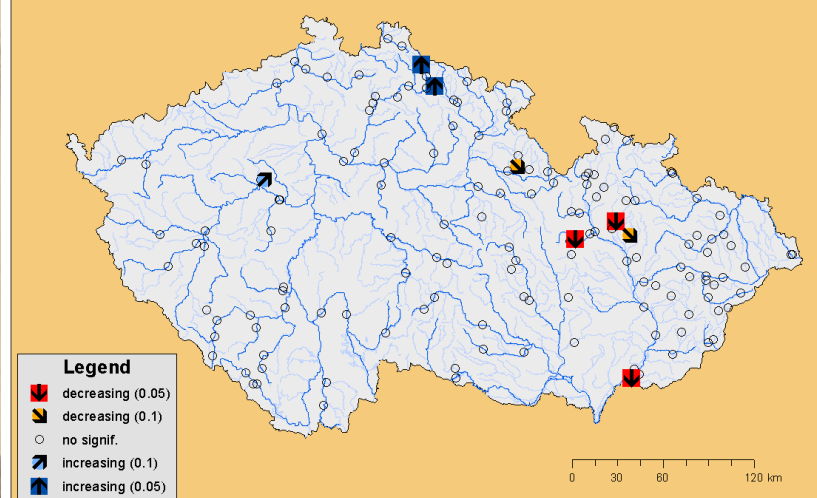
Trends of mean monthly discharges of July (period 1961-2005)



Trends of mean monthly discharges of August (period 1961-2005)



Trends of mean monthly discharges of September (period 1961-2005)



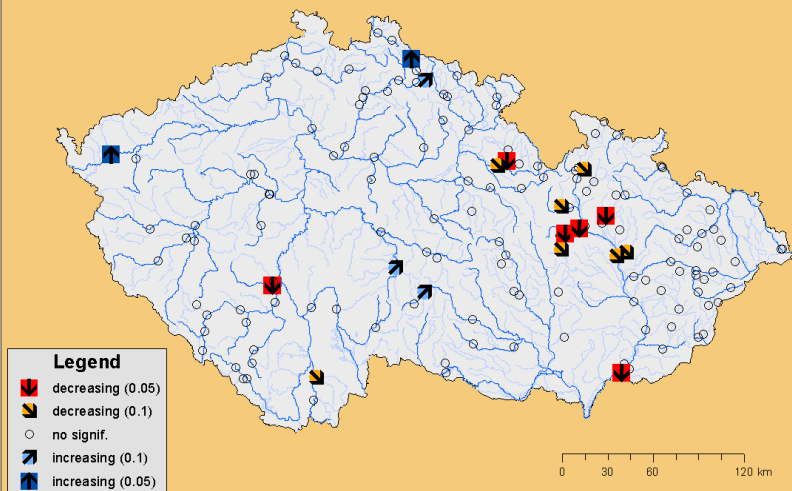
Druhá polovina roku je na trendy daleko chudší.

V červenci a srpnu pokračují pouze klesající trendy, zvláště v povodí Odry a Moravy.

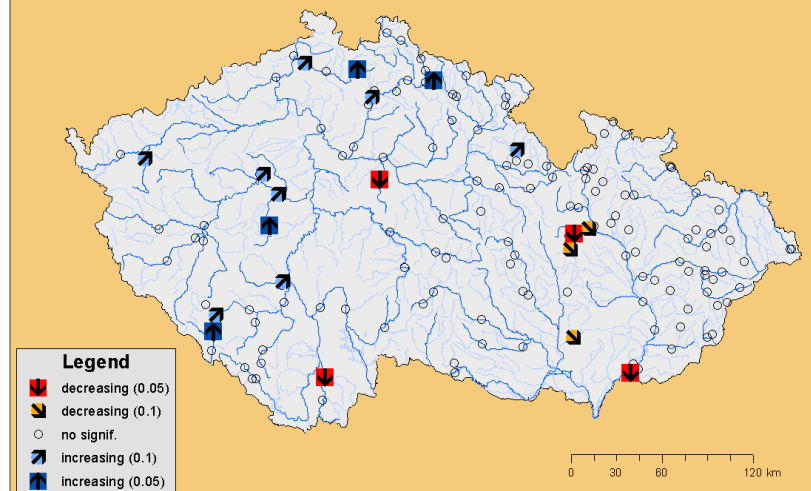
V září je trendů nejméně. Poklesy opět v horním povodí Moravy, vzrůsty v horním povodí Jizery.

Říjen, listopad, prosinec (X, XI a XII)

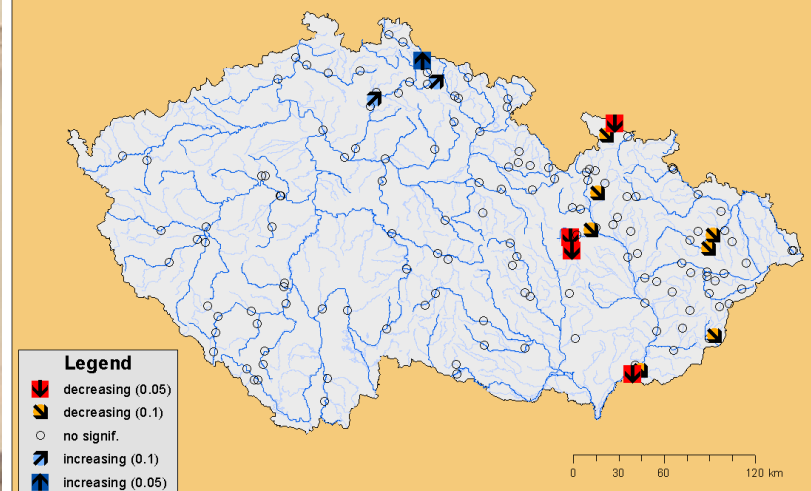
Trends of mean monthly discharges of October (period 1961-2005)



Trends of mean monthly discharges of November (period 1961-2005)



Trends of mean monthly discharges of December (period 1961-2005)

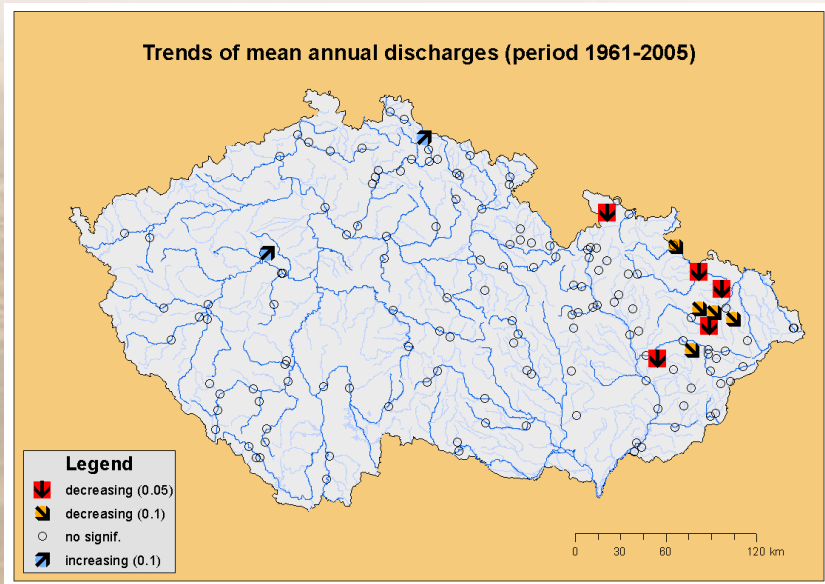


V říjnu se vyskytuje více klesajících trendů, ale v povodí Labe se objevuje několik rostoucích trendů.

V listopadu se v povodí Labe (Otava, Berounka, Jizera, Orlice, Ohře, Ploučnice) vyskytují rostoucí trendy. Několik stanic s poklesy je především v povodí Moravy.

V prosinci se vyskytly pouze 3 stanice s rostoucím trendem na Jizeře a 11 stanic s poklesy, opět v povodí Odry a Moravy.

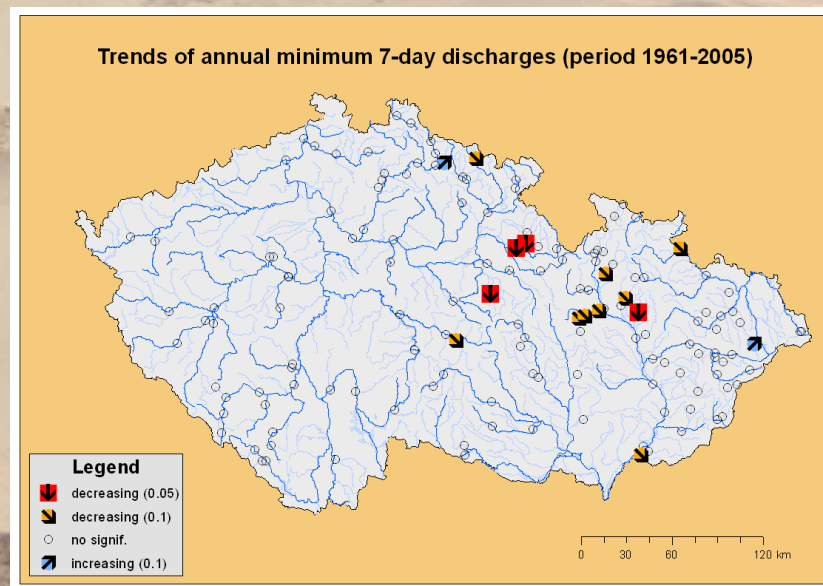
Průměrné roční průtoky a minimální 7 - denní průtoky



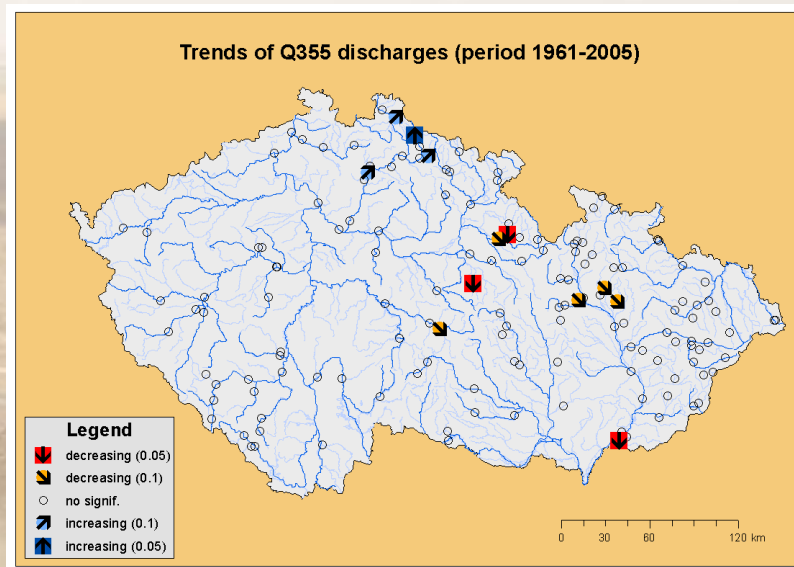
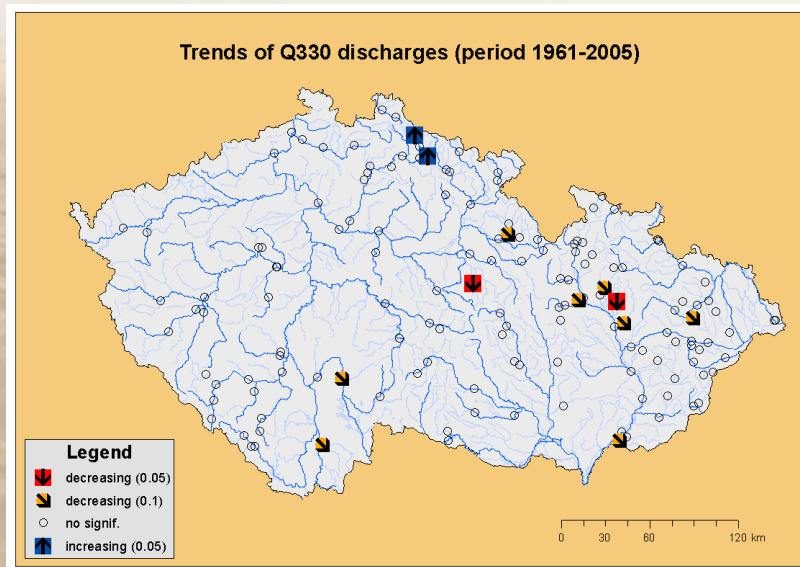
Většina stanic nezaznamenala trendy **7-denních minimálních průtoků**. Rostoucí trendy minim se vyskytly jen u 2 stanic (Jizerka, Čeladenka). Klesající trendy (13) jsou na levostranných přítocích horního Labe a v povodí horní Moravy.

V **ročním** odtoku nedochází na území ČR k výrazným změnám, většina stanic je bez trendu.

U ročních průtoků je rostoucí trend zaznamenán pouze u 2 stanic (Mumlava a Lánský potok). Stanic s klesajícím trendem je 10, z toho 5 s významně klesajícím (povodí Odry a Bečvy).

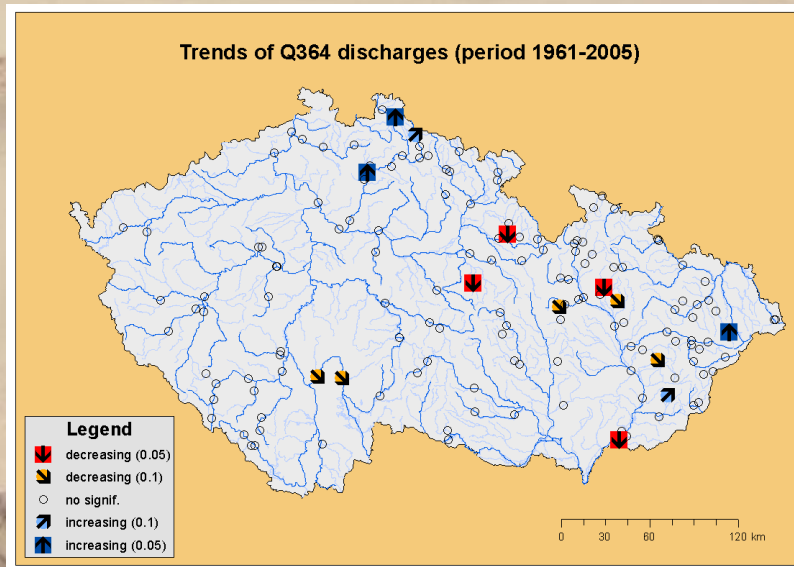


M-denní průtoky Q_{330} , Q_{355} , Q_{364}



U průtoků Q_{330} , Q_{355} a Q_{364} je většina stanic bez trendu.

Rostoucí trendy se vyskytují v Jizerských horách. Klesající trendy jsou na levostranných přítocích horního Labe, v jižních Čechách a v povodí Moravy.



Návrh dalšího zpracování

- zpracování vybraných trendů za delší období (např. 1931 – 2005)
- zpracování scénářů klimatické změny pro budoucí období
- odvození řad průměrných denních průtoků simulovaných dle těchto scénářů pro zvolená povodí v ČR
- zpracování charakteristik minimálních průtoků (M-denní průtoky, N-leté minimální průtoky) a vybraných trendů ze simulovaných průtokových řad
- zhodnocení charakteristik průtoků prezentujících **současný a budoucí hydrologický režim**
- analýza frekvence výskytu velmi malých průtoků v povodí Labe v instrumentálním (cca od roku 1825) i v předinstrumentálním období

Spolupráce ve skupině expertů Hydrologie MKOL

v roce 2008

Dílčí zpráva ke statistice malých průtoků na Labi a jeho významných přítocích:

Odvozeny ve vybraných stanicích v povodí **českého a německého Labe**
za období 1961 –2005:

charakteristiky M-denních průtoků

charakteristiky N-letých minimálních 7 - denních průtoků

v roce 2009

- trendy vybraných průtokových charakteristik:
ročních minimálních 7 - denních průtoků
průměrných ročních, měsíčních a sezónních průtoků
měsíčních průtoků po jednotlivých měsících
vybraného průtoku: např. Q_{355} (Q_{10})
- ověření možnosti zohlednění vlivu změny klimatu na hydrologický režim

Děkuji za pozornost

