

ČESKÝ  
HYDROMETEOROLOGICKÝ  
ÚSTAV

# Možnosti zadržení vody v krajině



*Jan Unucka, OH ČHMÚ Ostrava*

# Hlavní příčiny sucha 2015/2016:

## Faktor synergie

- Výrazně podprůměrná sněhová pokrývka v zimě = nízké doplnění zásob podzemních vod z jarního tání
- Podprůměrné srážkové úhrny v jarních a letních měsících
- Vysoké teploty vzduchu = vysoký výpar a další ztráta vody z povodí



# Jak můžeme sucho hodnotit

- Klasifikujeme tzv. **meteorologické, klimatické, hydrologické, zemědělské, socioekonomické a hydrogeologické** sucho
- Nejčastější indexy, které se v hydrologii používají pro klasifikaci sucha, jsou:

**SPI** – *Standardized **P**recipitation **I**ndex*

**PDSI** – *Palmer **D**rought **S**everity **I**ndex*

**RSDI** – *Regional **S**treamflow **D**eficiency **I**ndex*

**SDI** – *Streamflow **D**rought **I**ndex*

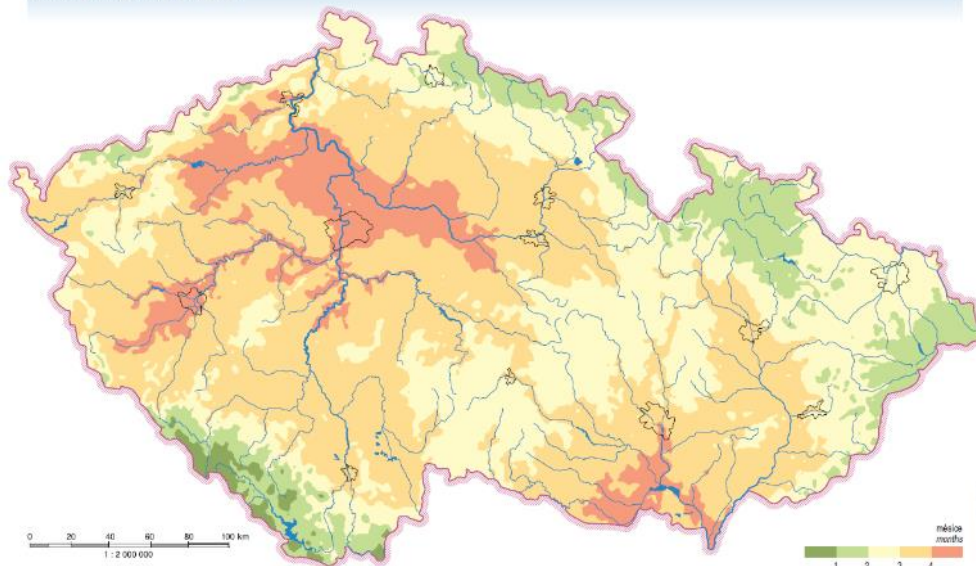
**SWI** – *Standardized **W**ater **L**evel **I**ndex*

**SMDI** – *Soil **M**oisture **D**eficit (**D**rought) **I**ndex*



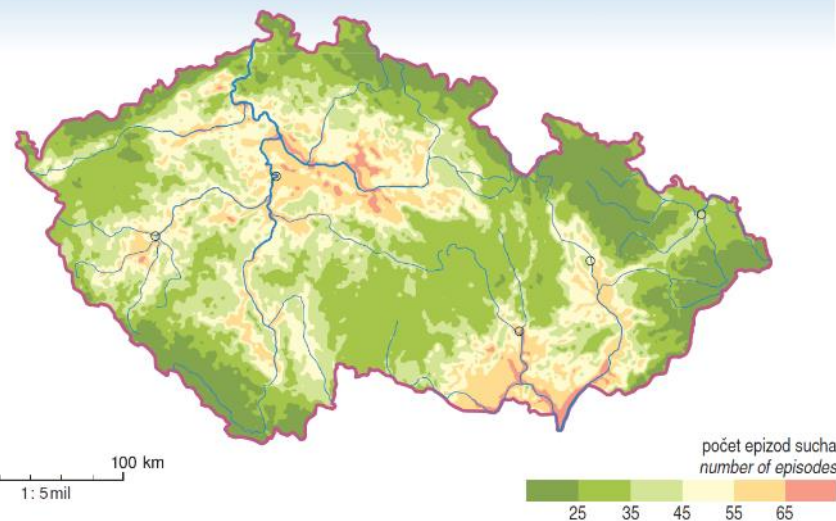
# Indexy sucha pro ČR

PRŮMĚRNÁ DÉLKA TRVÁNÍ EPIZOD SUCHA PODLE HODNOT SPI PRO 1 MĚSÍC / AVERAGE DURATION OF DROUGHT EPISODES ACCORDING TO 1-MONTH SPI



SPI

POČET EPIZOD SUCHA PODLE HODNOT PALMEROVA Z-INDEXTU / NUMBER OF DROUGHT EPISODES ACCORDING TO PALMER Z-INDEX



PDSI

0 100 km  
1: 5 mil

počet epizod sucha  
number of episodes  
25 35 45 55 65

# Stav povrchových vod – září 2015

Aktuální informace - vodnosti na tocích

Kategorie vodnosti toků

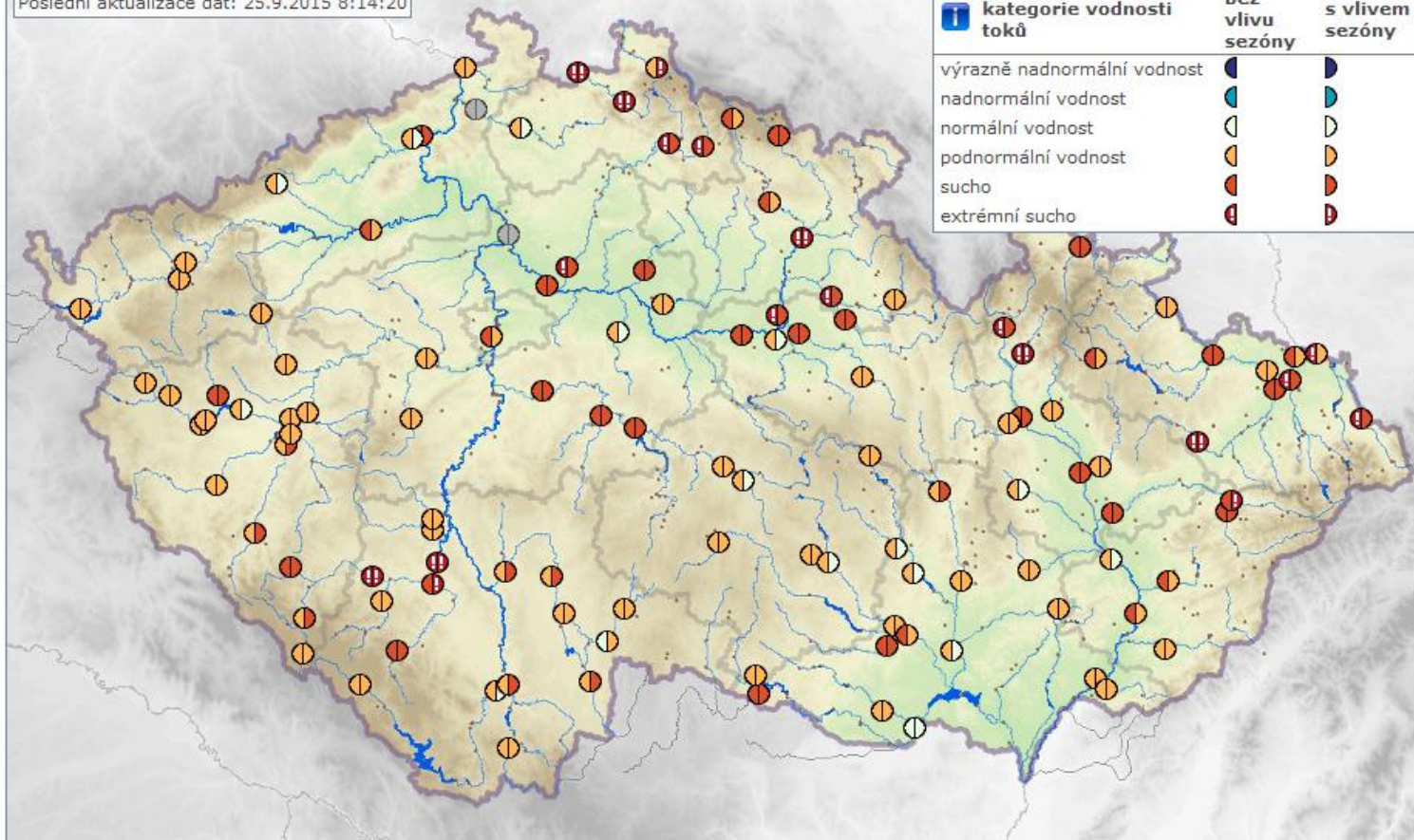
Pravděpodobnost  
překročení

Poměr k dlouhodobému  
měsíčnímu průměru

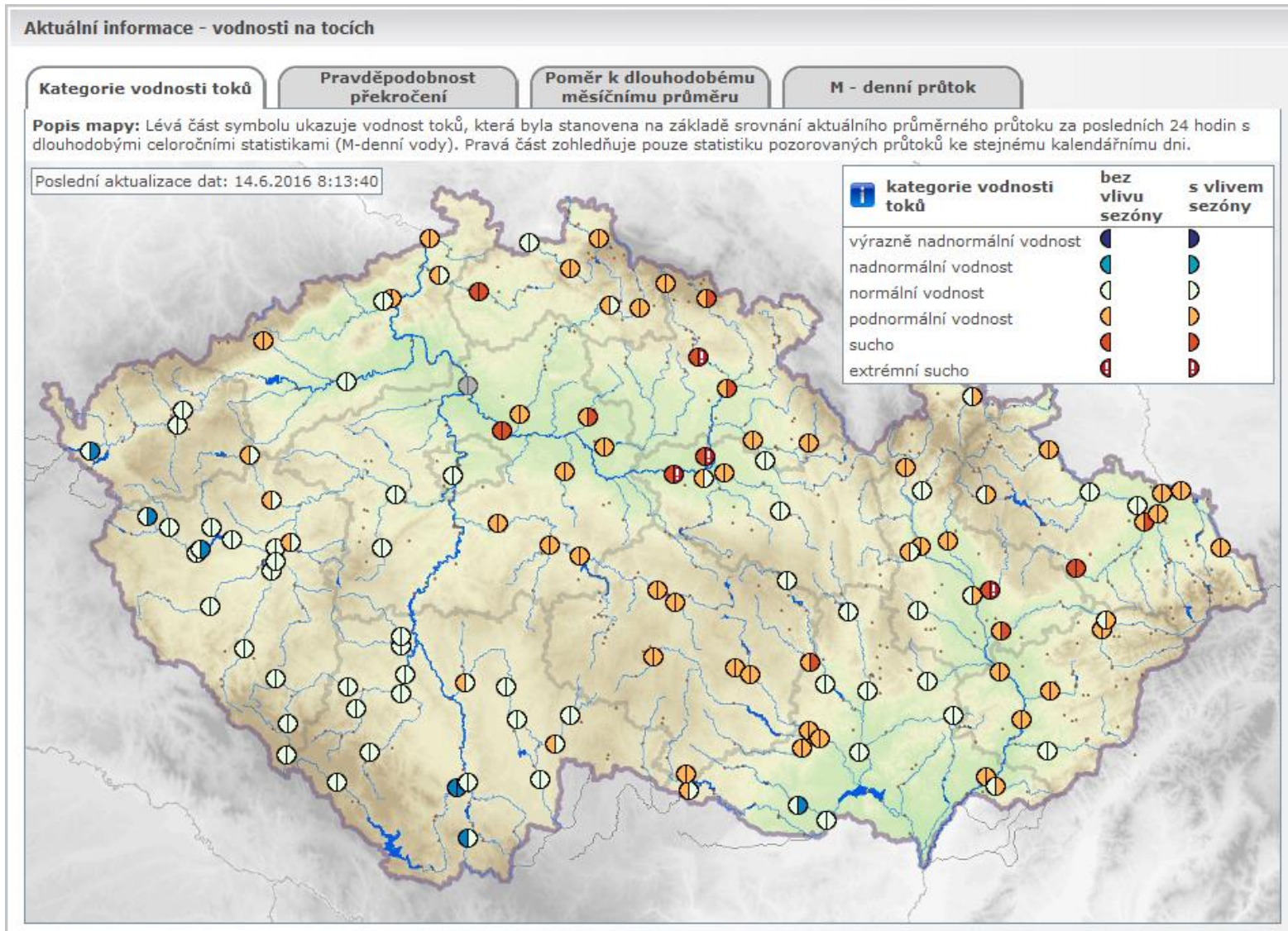
M - denní průtok

**Popis mapy:** Levá část symbolu ukazuje vodnost toků, která byla stanovena na základě srovnání aktuálního průměrného průtoku za posledních 24 hodin s dlouhodobými celoročními statistikami (M-denní vody). Pravá část zohledňuje pouze statistiku pozorovaných průtoků ke stejnému kalendářnímu dni.

Poslední aktualizace dat: 25.9.2015 8:14:20



# Stav povrchových vod – červen 2016



# Stav povrchových vod – abs. minima

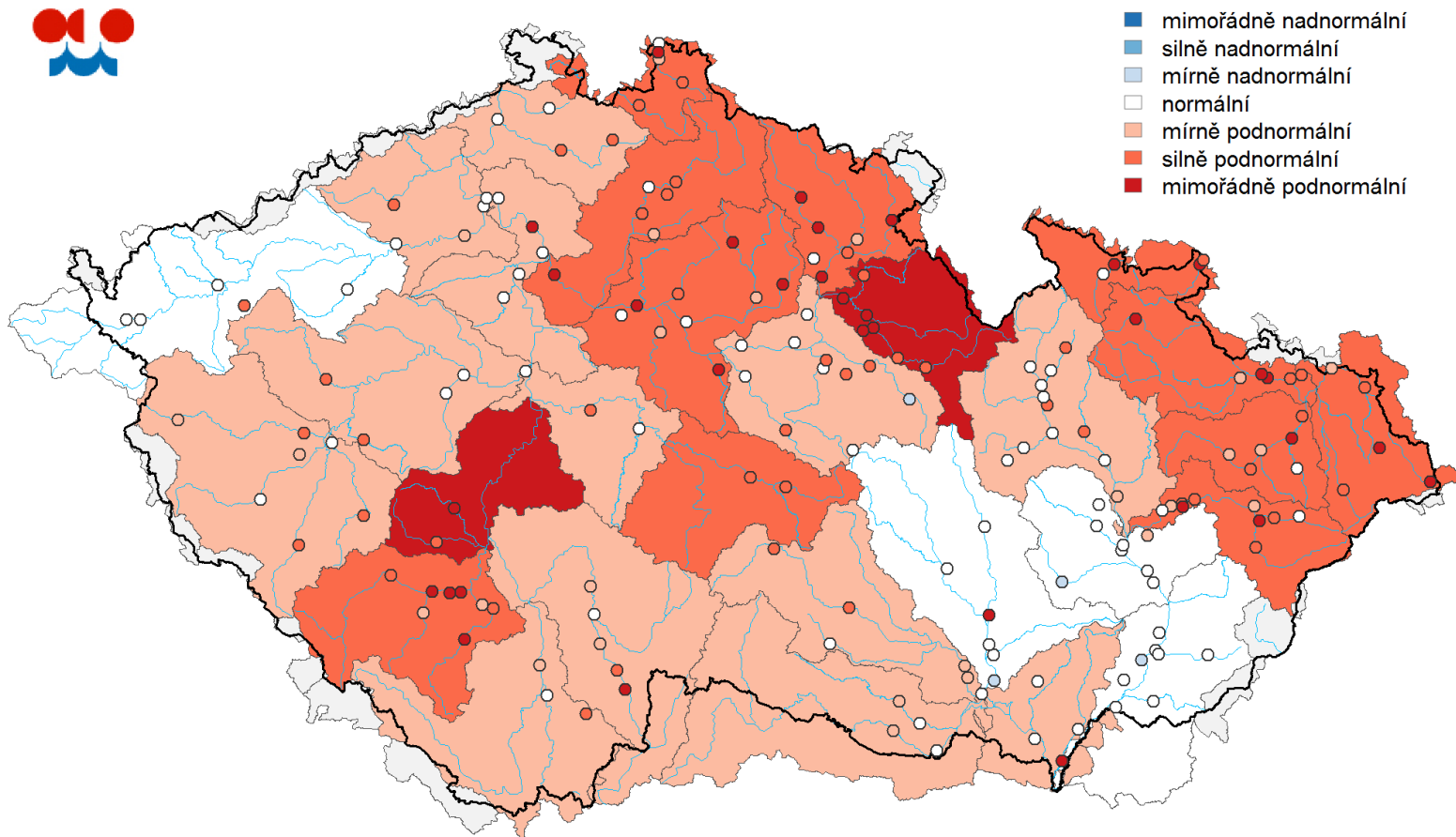
Profil	Tok	Pozorování "od - do"	MinQ [m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]	Datum	Q 29.9.2015 [m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]	Minimum [m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]	Datum
Vřesina	Porubka	1953-2015	0.003	31.8.2007	0.018	0.003	6.-8.8.
Karlovice	Opava	1980-2015	0.514	9.8.2002	0.613	0.438	4.10.
Mnichov	Černá Opava	1983-2015	0.055	23.2.2012	0.356	0.136	28.12.
Krnov	Opava	1953-2015	0.250	1.1.1954	0.885	0.548	1.-8.10.
Krnov	Opavice	1953-2015	0.030	9.8.1994	0.13	0.055	4.10.
Opava	Opava	(1926) 1946-2015	0.320	14.2.1940	0.816	0.629	1.9.
Děhylov	Opava	1926-2015	1.110	14.11.1943	2.42		
Mikulovice	Bělá	1955-2015	0.430	8.3.1964	0.998	0.794	13.11.
Jablunkov	Olše	1953-2015	0.040	4.9.1962	0.168	0.125	2.9.
Jablunkov	Lomná	1953-2015	0.050	1.12.2011	0.058	0.046	2.9.
Český Těšín	Olše	1947-2015	0.160	16.8.1952	0.65	0.561	29.10.
Věřňovice	Olše	(1926) 1945-2015	0.560	21.7.1950	1.68		
Odry	Odra	1951-2015	0.030	1.8.1962	0.049	0.029	13.8.
Svinov	Odra	1923-2015	0.160	15.1.1954	1.22	0.268	10.8.
Bohumín	Odra	1920-2015	2.000	15.7.1930	7.95	6.280	7.8.
Staré Hamry	Ostravice	1970-2015	0.010	27.7.1971	0.16	0.084	2.-3.9.
Ostrava	Ostravice	1926-2015	0.750	22.7.1950	1.57	1.610	4.10.



# Stav podzemních vod – září 2015

Stav hladiny podzemní vody v mělkých vrtech

14. 09. – 20. 09. 2015



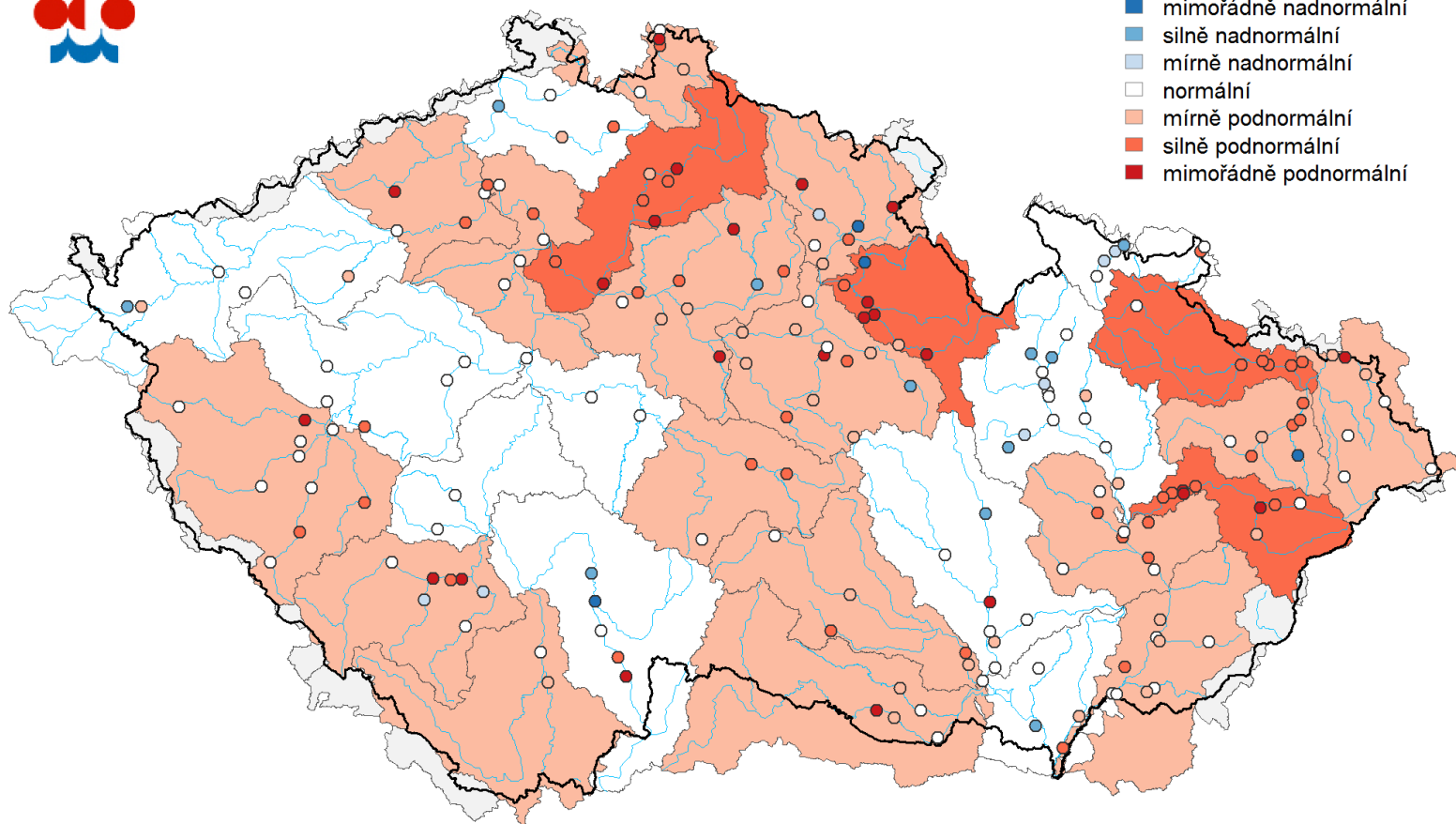
# Stav podzemních vod – červen 2016

Stav hladiny podzemní vody v mělkých vrtech

30. 05. – 05. 06. 2016

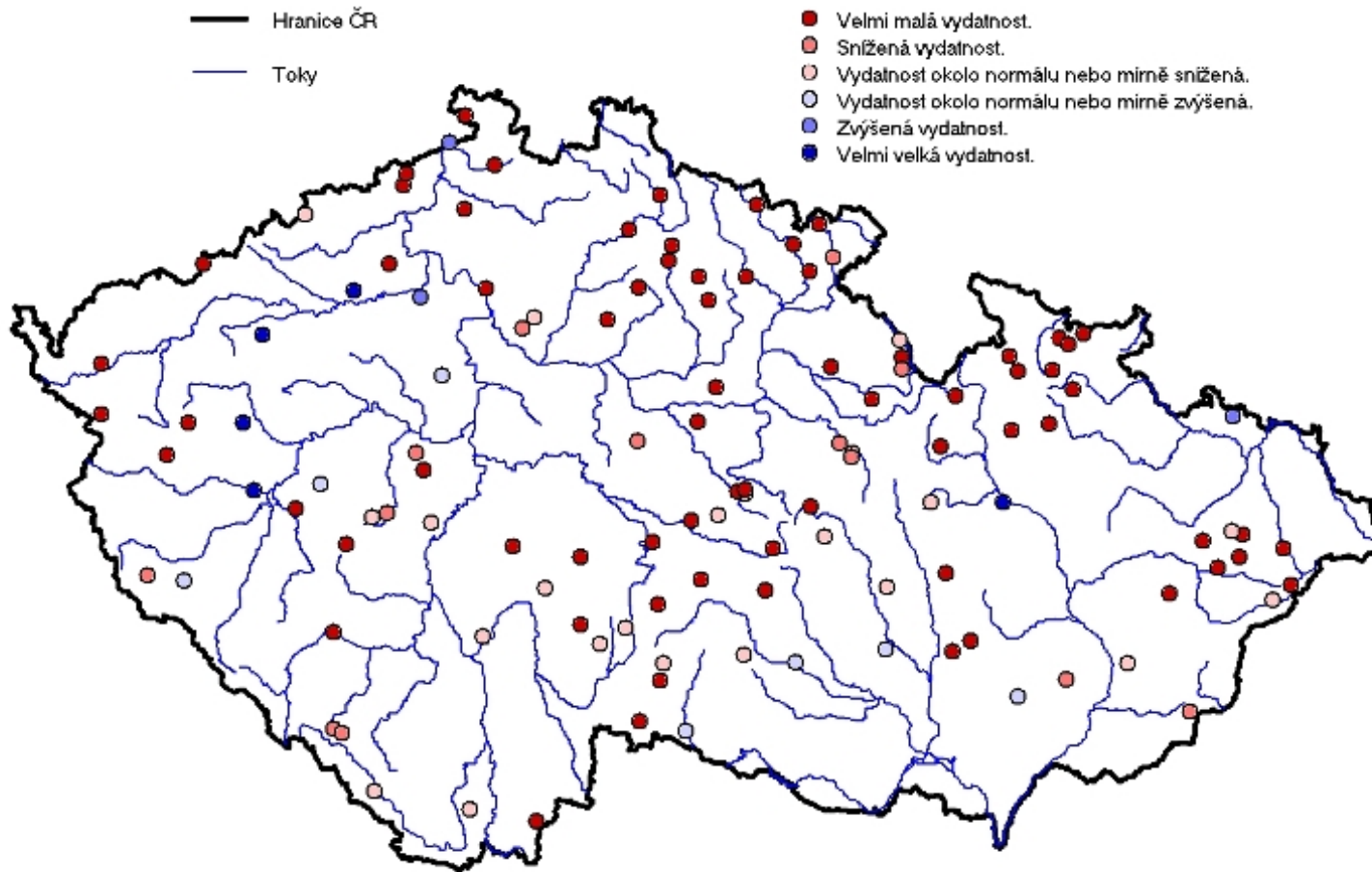


- mimořádně nadnormální
- silně nadnormální
- mírně nadnormální
- normální
- mírně podnormální
- silně podnormální
- mimořádně podnormální



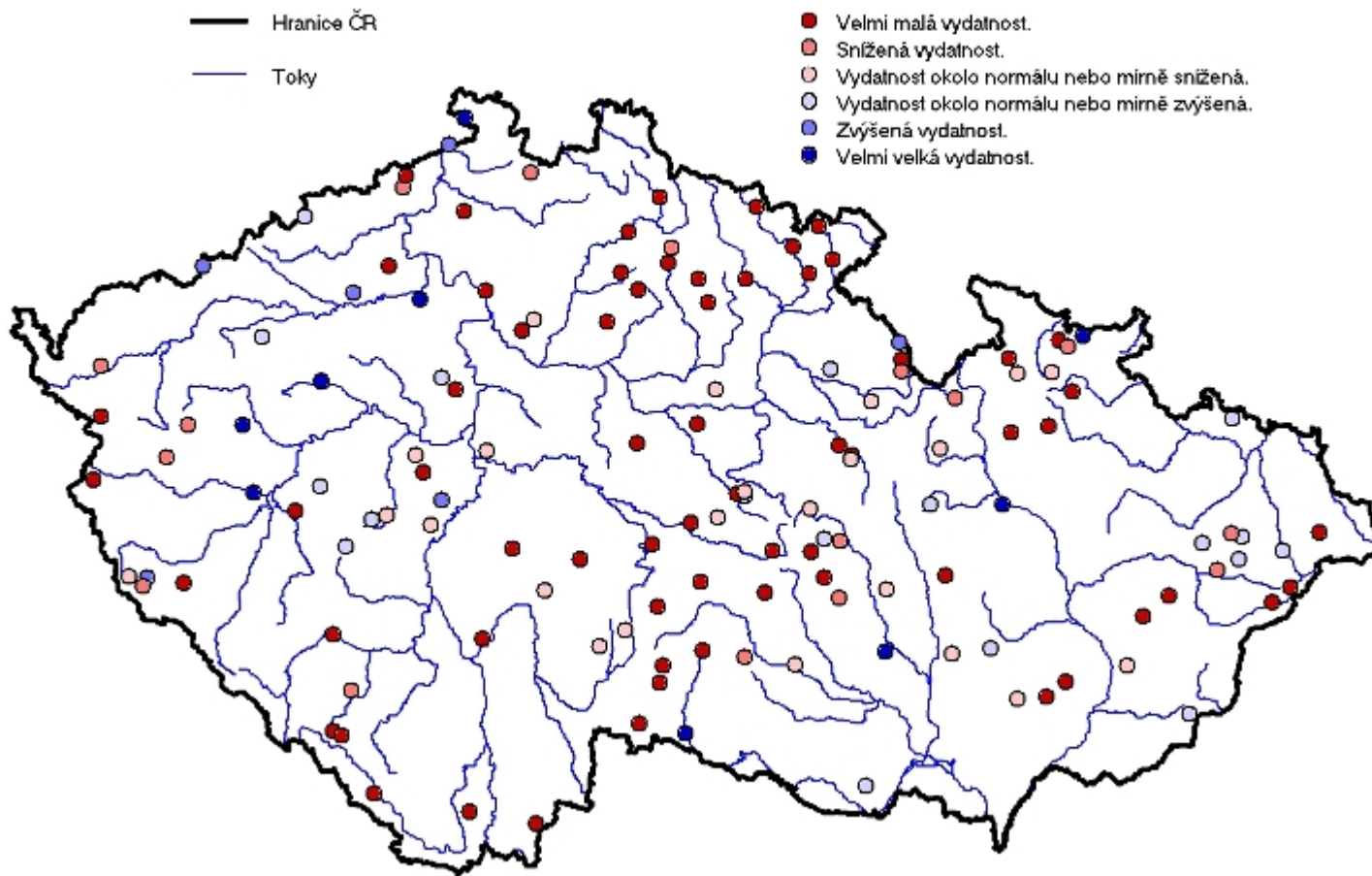
# Stav podzemních vod – srpen 2015

Vydatnosti pramenů hodnocené podle pravděpodobnosti překročení pro měsíc: 08/2015



# Stav podzemních vod – duben 2016

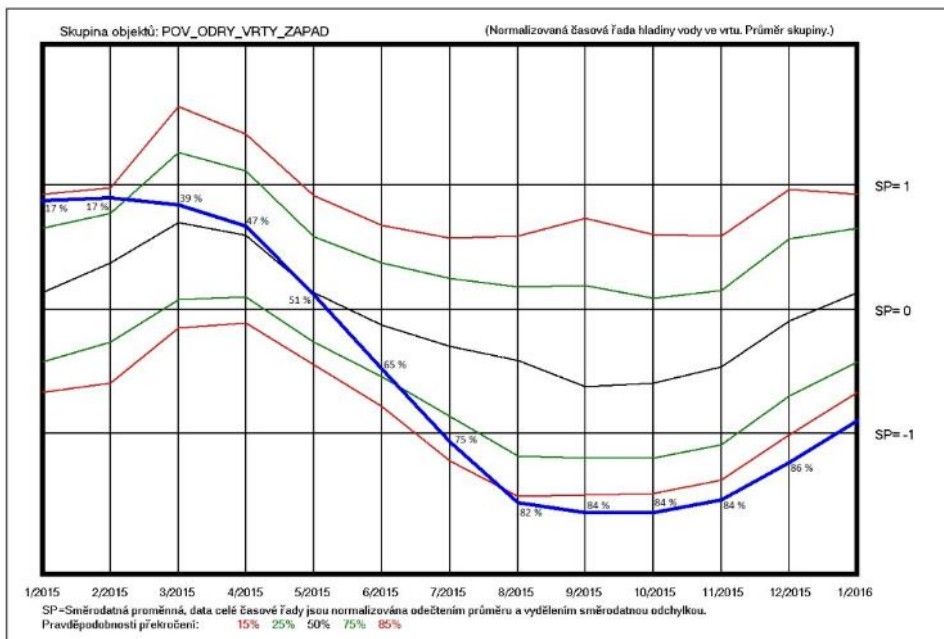
Vydatnost pramenů hodnocená podle pravděpodobnosti překročení pro měsíc: 04/2016



# Stav podzemních vod – abs. minima

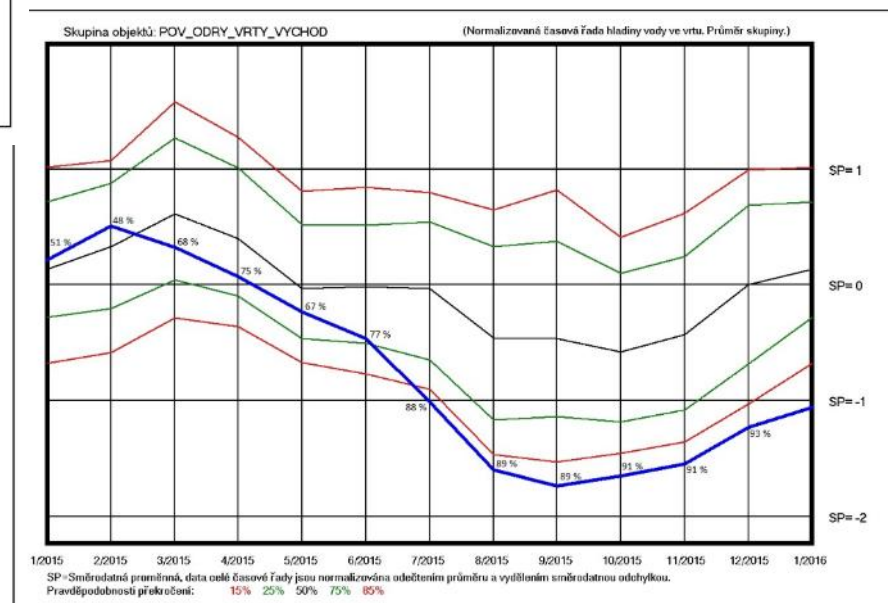
DTB číslo vrtu	Obec (katastr)	Tok	Pozorování od	Min. stav hladiny PZV (m od OB)	Min. úroveň hladiny PZV (m n. m.)	Datum měření (hist. minimum)	Min. stav hladiny PZV (m od OB) - 2015	Min. úroveň hladiny PZV (m n. m.) - 2015	Datum měření (minimum 2015)
VB0013	Dolní Studénky	Desná	1964	2.82	297.18	12.8.2015	2.82	297.18	12.8.2015
VB0063	Horka nad Moravou	Morava	1963	3.36	213.50	13.10.2015	3.36	213.50	13.10.2015
VB0092	Valašské Meziříčí (Krásno nad Bečvou)	Rožnovská Bečva	1966	3.96	298.20	14.-15.8.2015, 8.-10.10.2015, 12.-14.10.2015	3.96	298.20	14.-15.8.2015, 8.-10.10.2015, 12.-14.10.2015
VB0095	Lešná (Lhotka nad Bečvou)	Bečva	1966	3.49	274.60	22.-25.1.2016	3.48	274.61	30.-31.12.2015
VB0104	Lipník nad Bečvou	Bečva	1966	3.23	226.29	1.-2.10.2015	3.23	226.29	1.-2.10.2015
VO0161	Karlovice (Karlovice ve Slezsku)	Opava	1998	3.01	482.23	6.-8.10.2015	3.01	482.23	6.-8.10.2015
VO0041	Město Albrechtice (Opavice)	Opavice	1962	3.21	363.18	16.2.2016	3.10	363.29	30.12.2015
VO0040	Lichnov (Lichnov u Bruntálu)	Čížina	1963	2.25	347.75	22.1.2016, 24.1.2016, 5.2.2016, 16.2.2016	2.23	347.77	30.12.2015
VO0051	Mokré Lazce	Opava	1963	2.01	228.85	30.9.1992	1.95	228.91	2.9.2015, 18.9.2015, 24.-26.9.2015
VO0045	Ostrava (Martinov ve Slezsku)	Opava	1963	3.38	210.07	12.-15.11.2015	3.38	210.07	12.-15.11.2015
VO0137	Mošnov	Lubina	1964	3.68	245.31	8.-10.1.2016	3.67	245.32	8.-15.11.2015, 16.-17.12.2015
VO0139	Brušperk	Ondřejnice	1964	3.08	236.81	30.9.2015, 4.-5.10., 7.-10.10., 12.10.2015	3.08	236.81	30.9.2015, 4.-5.10., 7.-10.10., 12.10.2015
VO0054	Ostrava (Nová Ves u Ostravy)	Odra	1961	3.44	208.21	13.-15.10.2015	3.44	208.21	13.-15.10.2015
VO0145	Frýdlant nad Ostravicí	Ostravice	1974	3.39	349.17	1.11.2006	3.37	349.19	10.-15.11.2015
VO0074	Dolní Lutyně (Věřňovice)	Olše	1961	3.82	198.29	22.1.2016	3.77	198.34	30.12.2015
VO0154	Český Těšín (Český Těšín)	Olše	1989	5.63	286.46	25.1.2016	5.58	286.51	30.-31.12.2015

# Stav podzemních vod – trendy vrty PZV

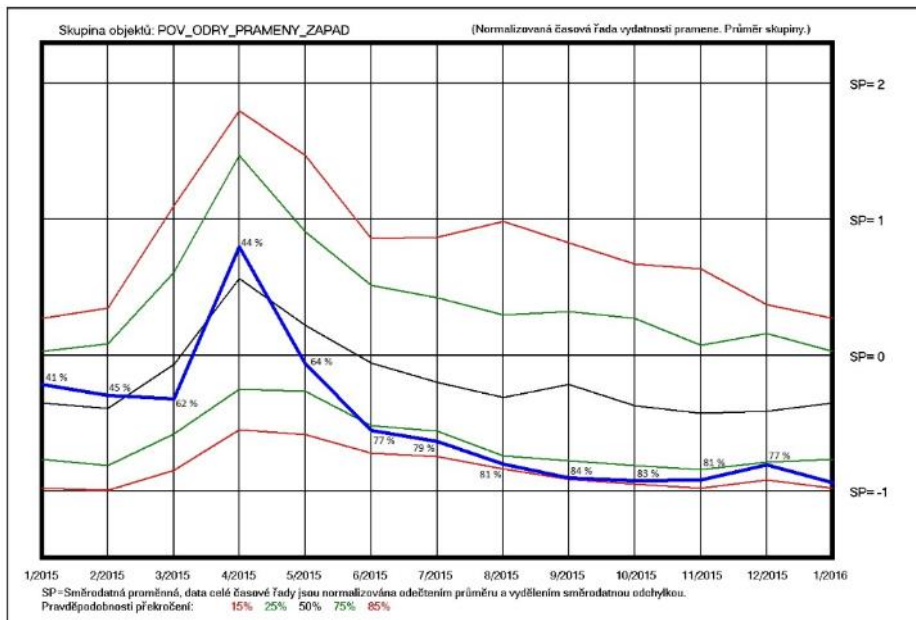


Vrty v povodí Odry - západ

Vrty v povodí Odry - východ

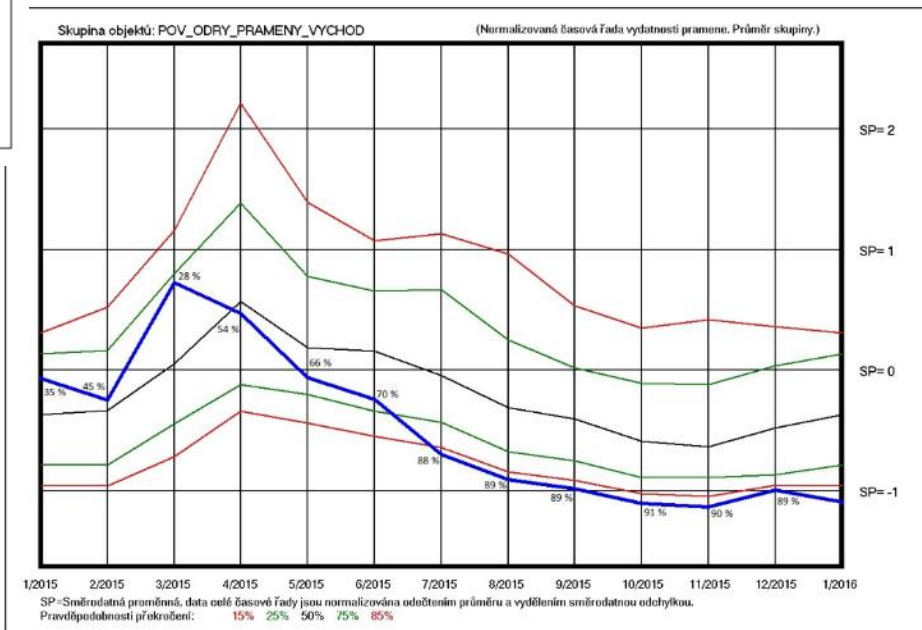


# Stav podzemních vod – trendy prameny



Prameny v povodí Odrý - západ

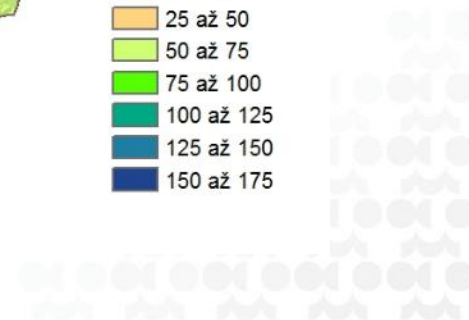
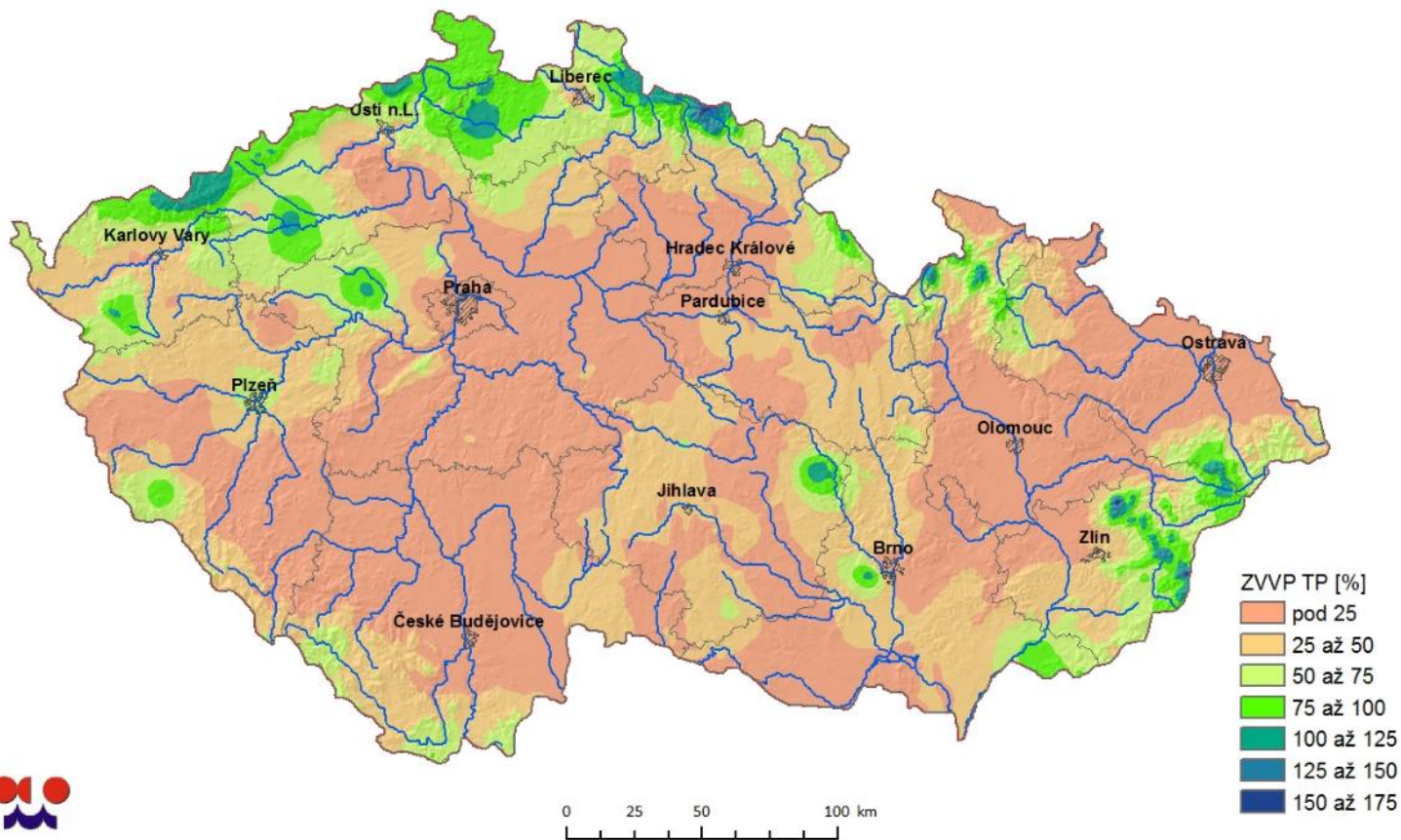
Prameny v povodí Odrý - východ



# Půdní vláha – září 2015

Zásoba využitelné vody na středně těžkých půdách (VVK = 170 mm/1m půdního profilu) pod travním porostem na území ČR srovnání s dlouhodobým průměrem 1961-2010 k neděli 20. 9. 2015

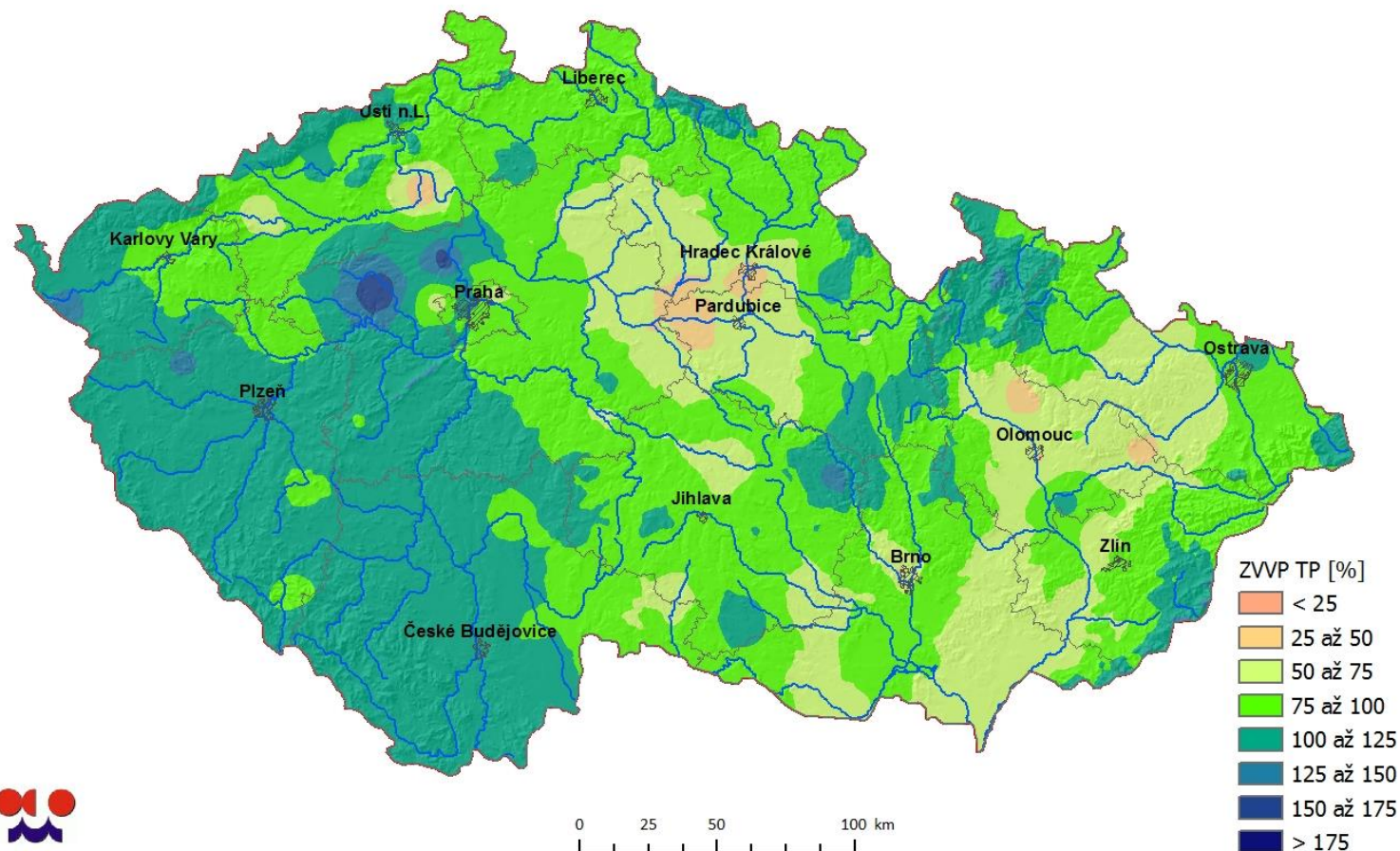
*Amount of usable water in loam soils (available water capacity = 170 mm/1m of soil profile) on grasslands comparison with the long-term average (1961-2010), as of Sunday, 20th September 2015*



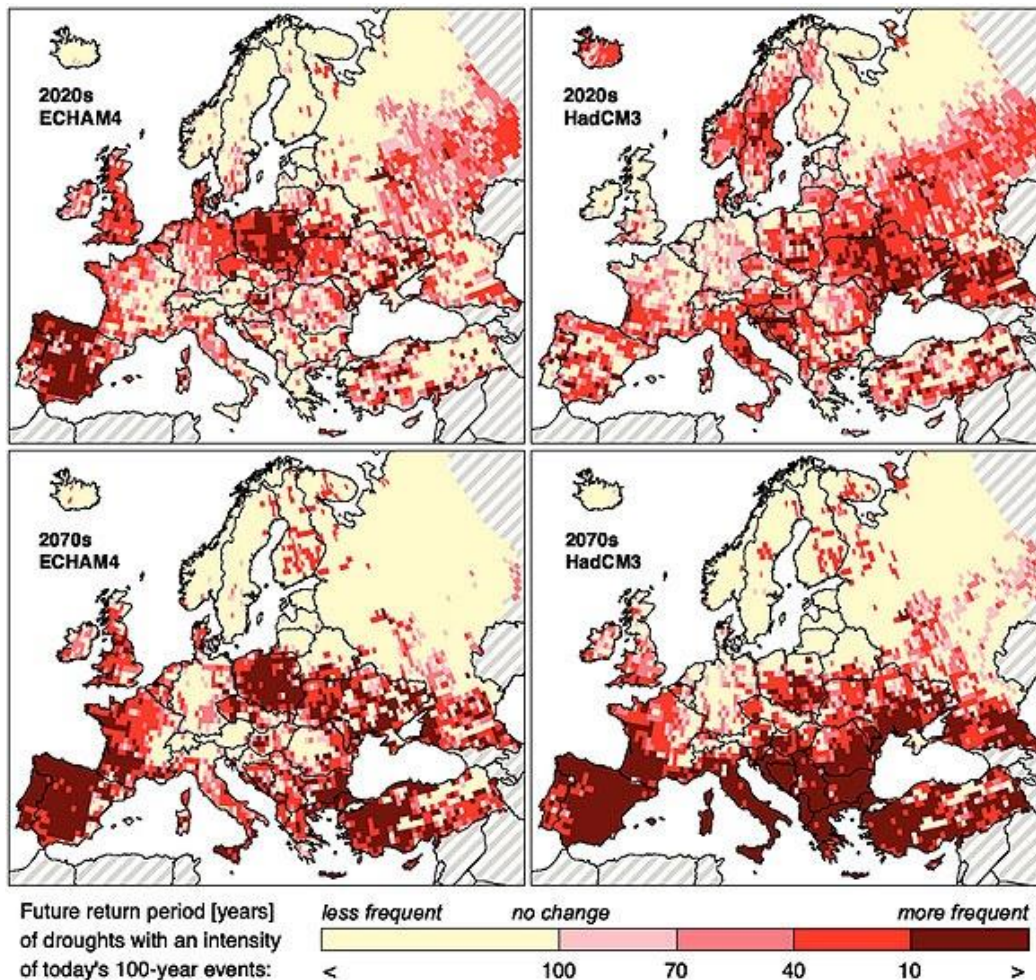
# Půdní vláha – červen 2016

Zásoba využitelné vody v profilu středně těžké půdy (VVK = 170 mm / 1 m půdního profilu) pod travním porostem  
srovnání s dlouhodobým průměrem 1961-2010 k pondělí 13. 6. 2016

*Amount of available water capacity in loam soil (AWC = 170 mm / 1 m of soil profile) under grassland  
comparison with the long-term average 1961-2010, as of Monday, 13th June 2016*



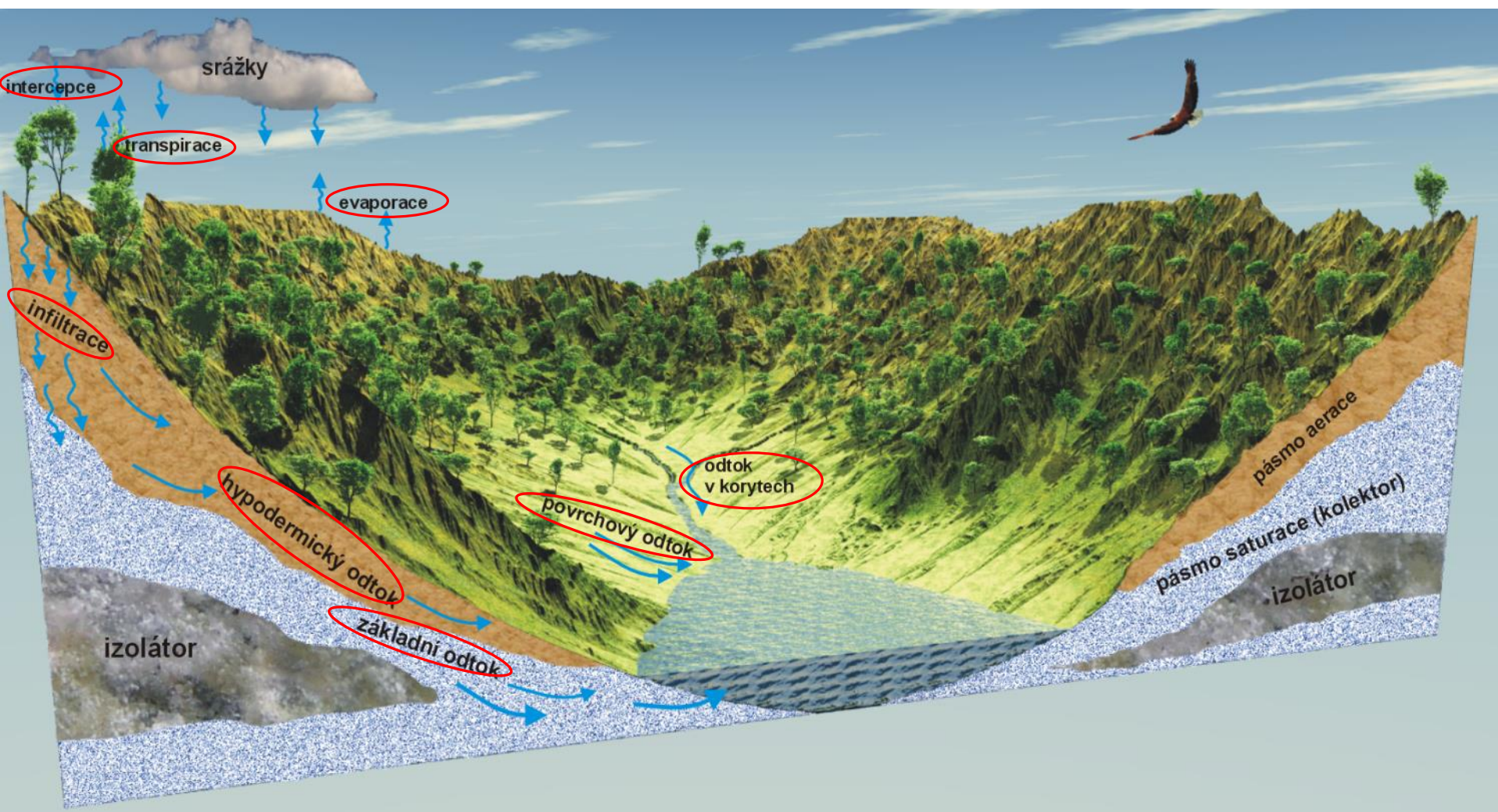
# Dlouhodobé předpovědi



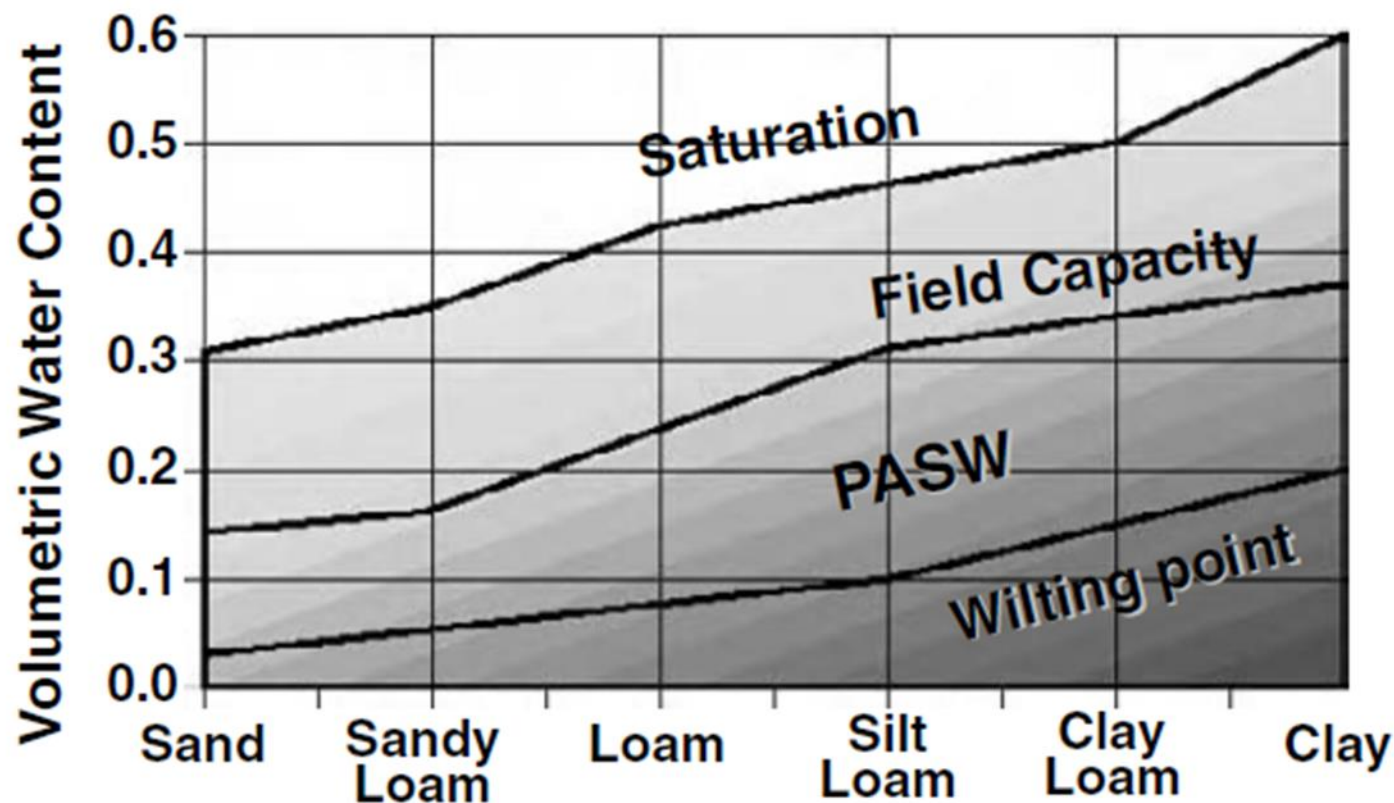
Nejčastěji kombinace GCM a hydrologických modelů.

Figure 3.6. Change in the recurrence of 100-year droughts, based on comparisons between climate and water use in 1961 to 1990 and simulations for the 2020s and 2070s (based on the ECHAM4 and HadCM3 GCMs, the IS92a emissions scenario and a business-as-usual water-use scenario). Values calculated with the model WaterGAP 2.1 (Lehner et al., 2005b).

# Srážkoodtokový proces



# Půdní hydrolimity



# Odtok vody z povodí

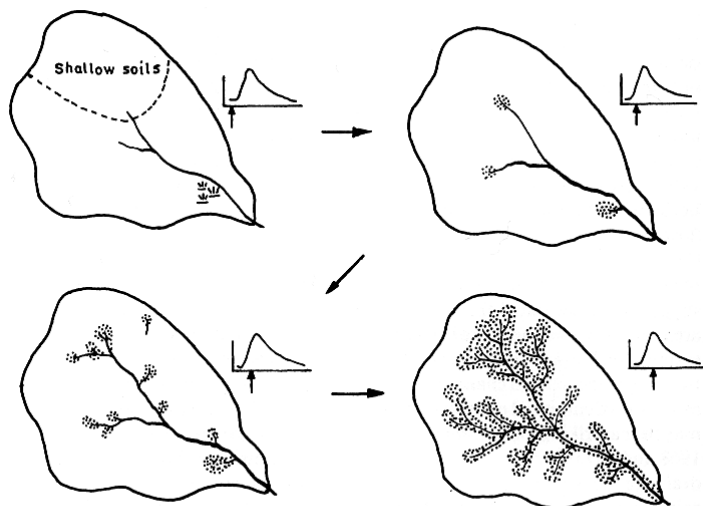
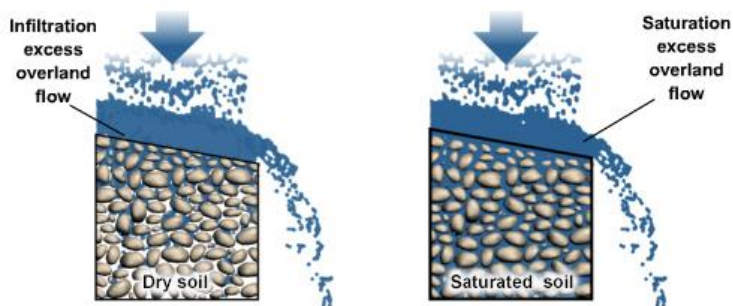


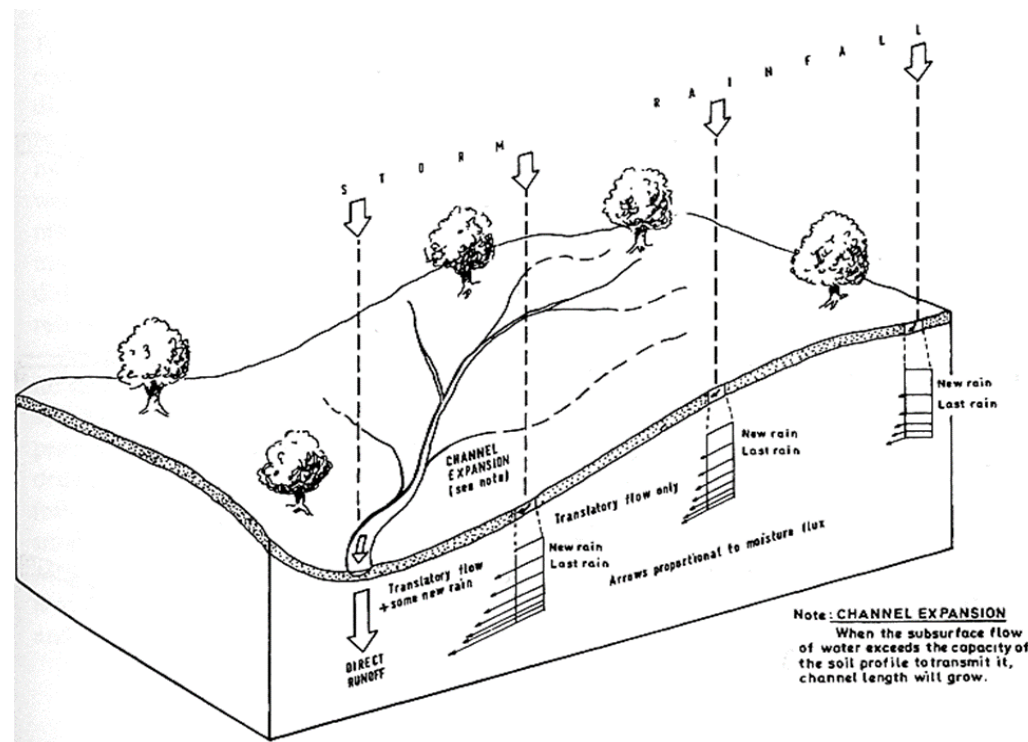
Figure 1.8 A time-lapse view of a basin showing expansion of the source area and channel system during a storm (after Hewlett and Nutter, 1970)

## Types of Surface Runoff



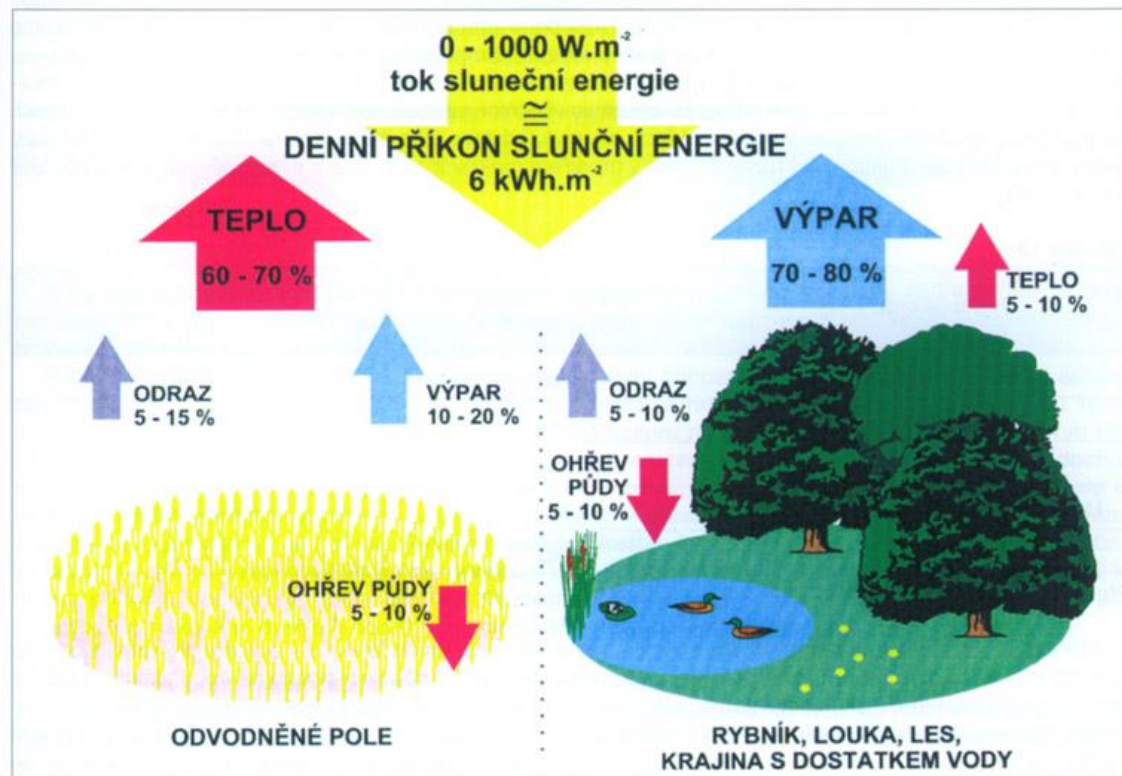
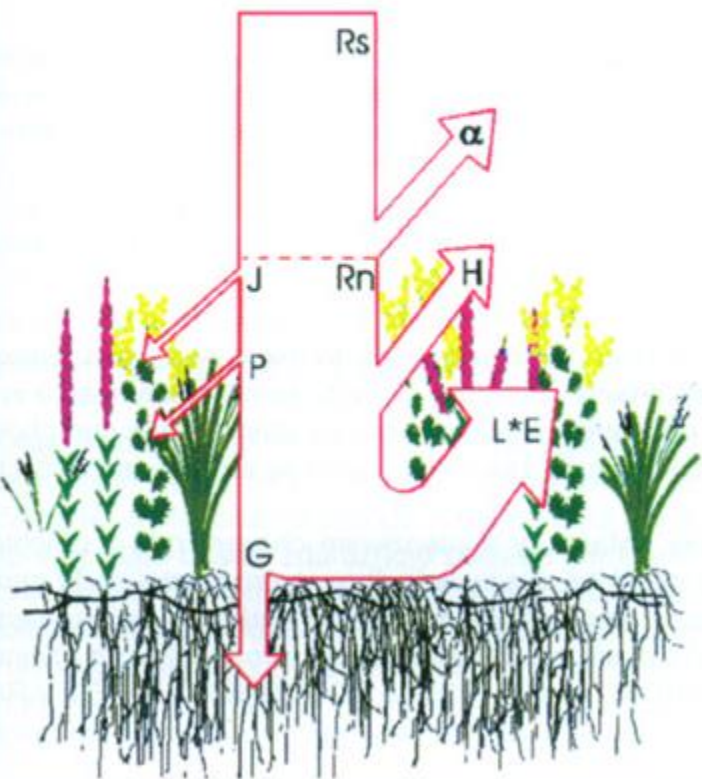
Note: Enlarged soil particles are not drawn to scale.

© The COMET Program



**Note: CHANNEL EXPANSION**  
When the subsurface flow of water exceeds the capacity of the soil profile to transmit it, channel length will grow.

$R_s$  - celková záření  
 $R_n$  - čírá záření  
 $\alpha$  - odrazivost záření  
 $H$  - pozemní teplo  
 $L^*E$  - skupenské teplo \* evapotranspirace  
 $O$  - tok tepla do půdy  
 $J$  - chlěv biomasou porostu  
 $P$  - fotosyntéza



# Les a voda – srovnání

autor	smrková kmenovina [%]			buková kmenovina [%]		
	porostní srážky			porostní srážky		
	intercepce	podkor. srážky	stok po kmeni	intercepce	podkor. srážky	stok po kmeni
Aussenac (1969)	34	64	2	17	76	7
Delfs et al. (1958)	36	63	1	-	-	-
Kantor (1980)	25	73.5	1.5	13	72	15
Krečmer (1983)	27	72	1	-	-	-
Molčanov (1960)	31	68.5	0.5	-	-	-
Válek (1977)	40	58	2	10	71	19
Weihe (1973)	33	66.5	0.5	19	61	20
Zelený (1971)	29	69	2	18	71	11
<b>Průměr:</b>	31.88	66.81	1.31	15.40	70.20	14.40

Upraveno podle Kantor et al. (2003)

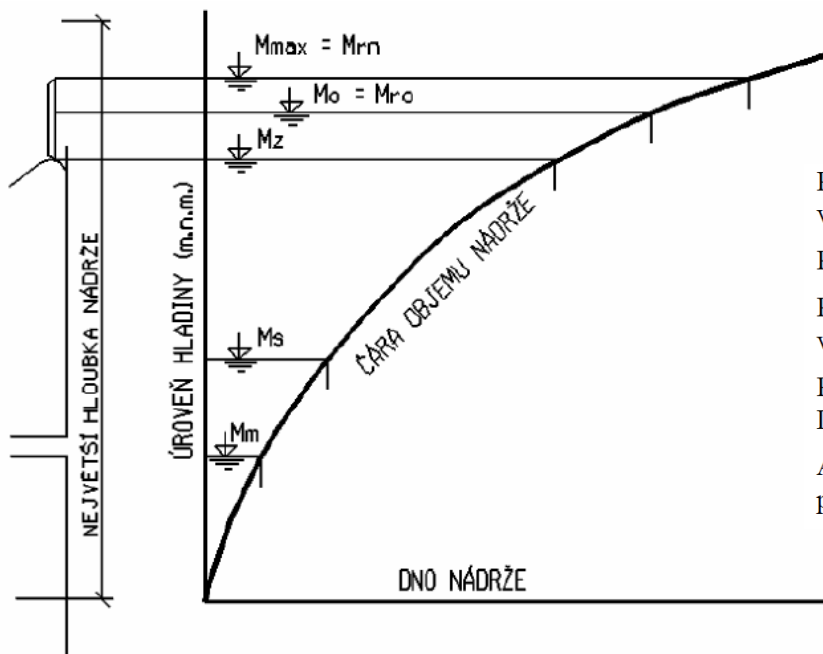
typ lesa	doba rehabilitace	odnos t.ha <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup>
přírodní stav	-	0 - 0.05
holosečná těžba a lesní cesty	3	0.10-0.50
požáry	2	0.05-0.70
výběrná seč	3	0.05-0.25
těžba a vypalování	4	0.15-0.40
polomy	4	0.20-0.24

Upraveno podle Burger (1983) in Chang (2006)

# Pozemkové úpravy a voda

- Před lety často používaný termín „meliorace“
- Pozemkové úpravy na odvodnění pozemků (drenáže, meliorace, lesnické meliorace)
- Pozemkové úpravy pro závlahy a udržení vody v krajině (závlahové systémy, MVN, další, úpravy toků, revitalizace)
- *Častý problém je ten, že p.ú. se soustředí na katastrální území, kdežto voda funguje v rámci povodí (hydrologického a hydrogeologického)*

# Vodní nádrže



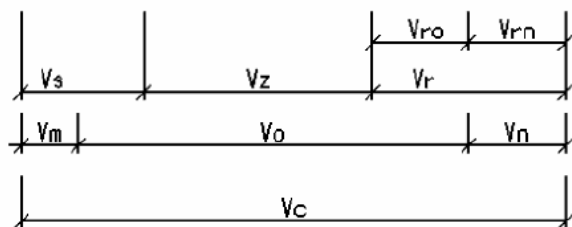
Prostor mrtvý ( $V_m$ ) není možné ovládat ani vypouštět, jelikož leží pod spodními výpustmi.

Prostor stálého nadržení ( $V_s$ ) je za běžného provozu nepřetržitě zatopen.

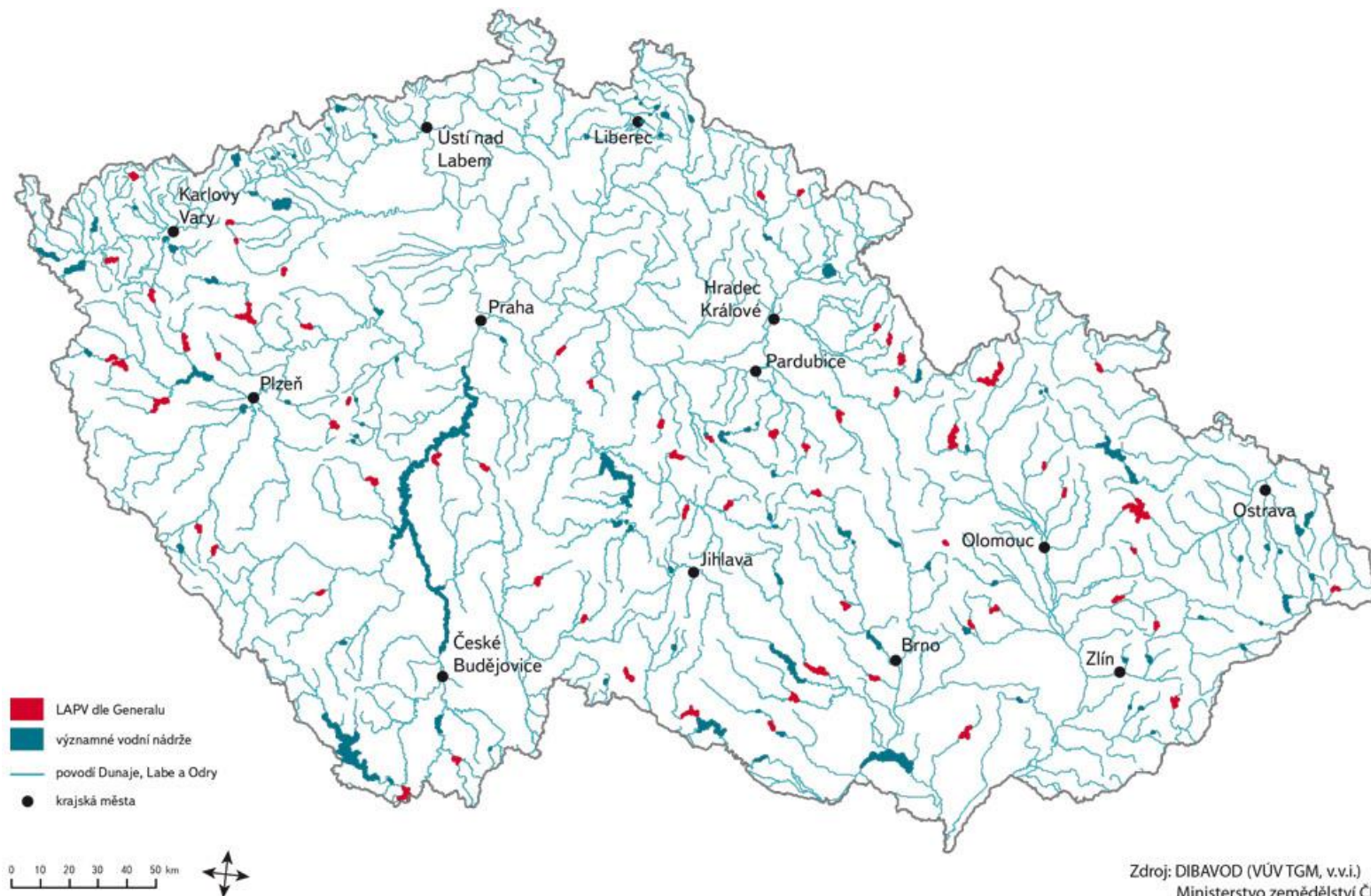
Prostor zásobní ( $V_z$ ) je ovládán výpustným a odběrným zařízením a vytváří zásobu vody v nádrži.

Prostor retenční má funkci ochrannou a je schopen mírnit následky povodňové vlny. Dělí se na prostor retenční ovladatelný ( $V_{ro}$ ) a neovladatelný ( $V_{rn}$ ).

Analogicky se stejnými indexy jsou označeny ohraničující hladiny jednotlivých prostorů ( $M_z$  pro hladinu zásobního prostoru, atd.) [1]



# Lokality akumulace povrchových vod

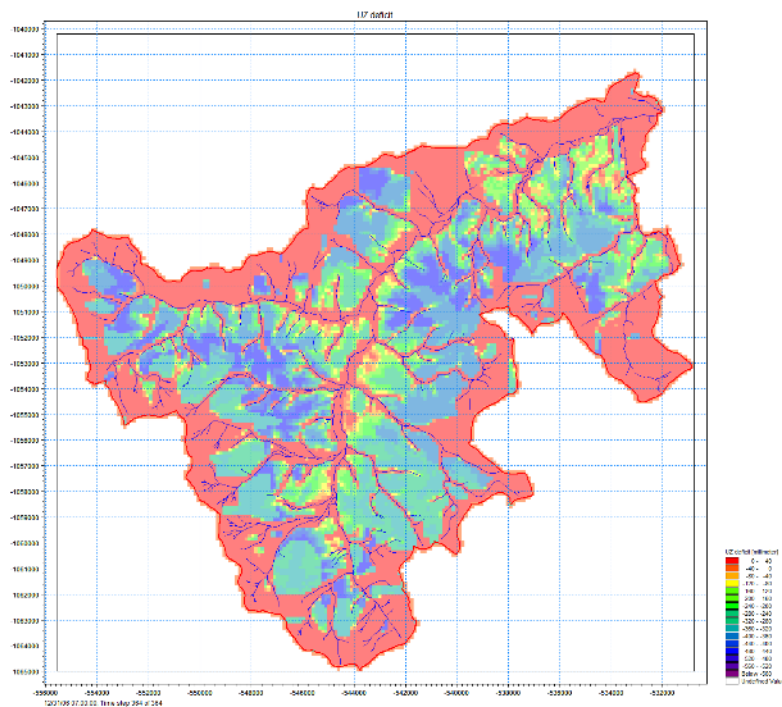


# Pozemkové úpravy - příklad

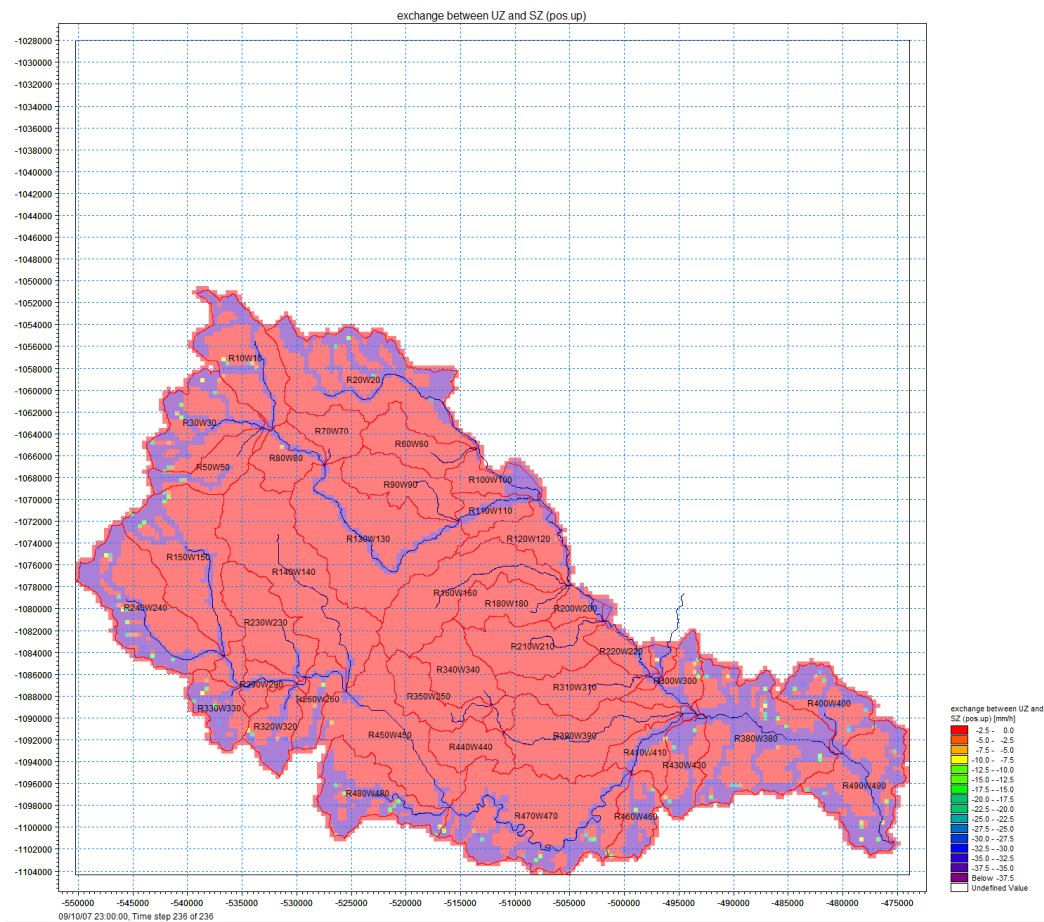
The screenshot displays a GIS application interface for the 'Informační systém melioračních staveb' (Information system of melioration works). The map shows a rural area with fields and a village, overlaid with a green drainage network. The interface includes a search bar with 'Holasovice' and a scale of 1:10 000. A legend on the right side lists the following features:

- Hlavní meliorační zařízení
- Hlavník odvodnění
  - hlavník odvodnění
- Čerpací stanice (odvodňovač)
  - čerpací stanice odvodňovač
- Výúst drenážní
  - výúst drenážní
- Výúst - detail
  - drenážní výúst
- Šachtice
  - šachtice
- Šachtice - detail
  - drenážní šachtice
- Dreny - detail
  - svodné dreny
  - svodné dreny
  - sběrné dreny
- Areál odvodnění
  - areál odvodnění

# Simulace v komplexních SO modelech



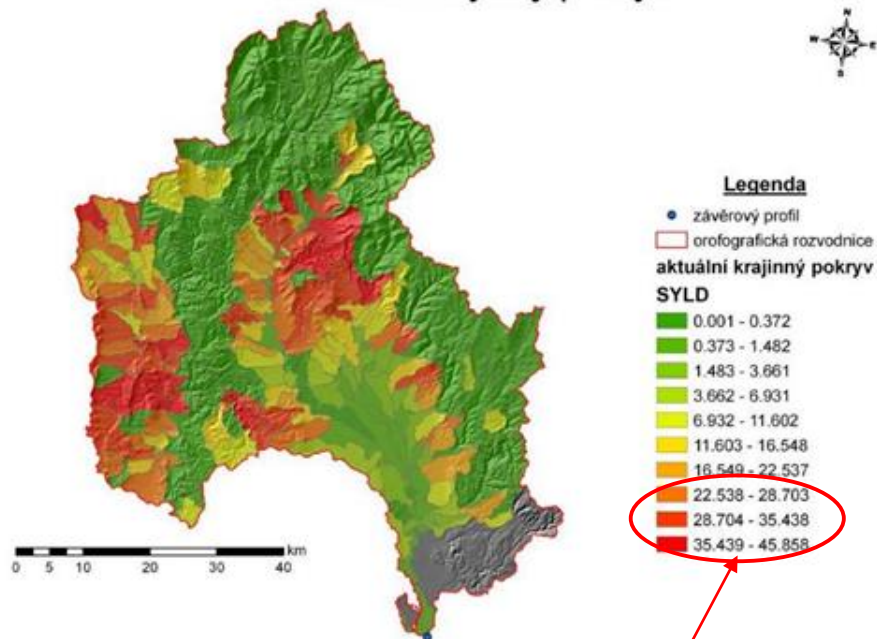
Povodí Bělé - deficit půdní vlhkosti



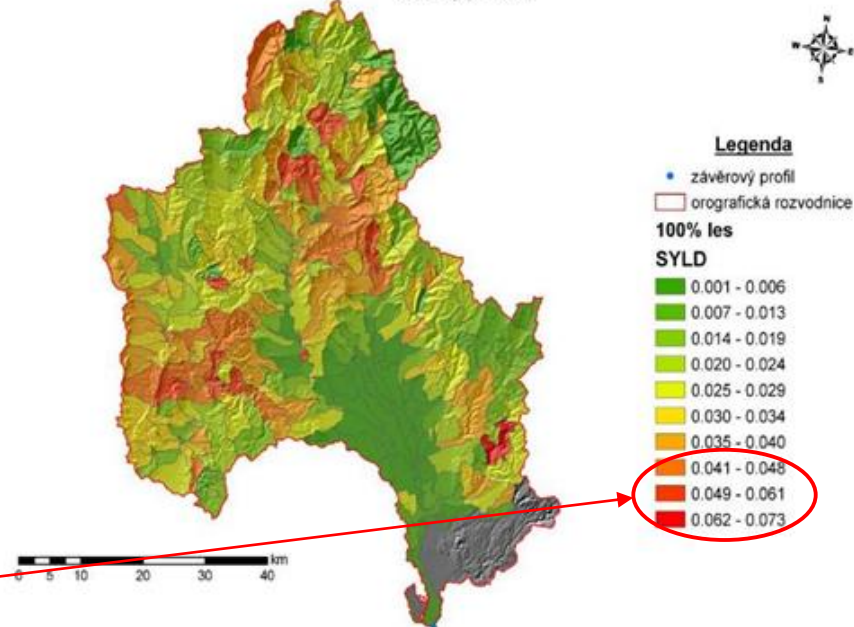
Povodí Opavy – výměna vody mezi povrchovými toky a podzemními vodami

# Výsledky simulací eroze modely SWAT & MIKE 11

Odnos sedimentů v  $t \cdot ha^{-1}$  pro dané období simulace  
- aktuální krajinný pokryv



Odnos sedimentů v  $t \cdot ha^{-1}$  pro dané období simulace  
100% les



**O desítky % vyšší odnos**

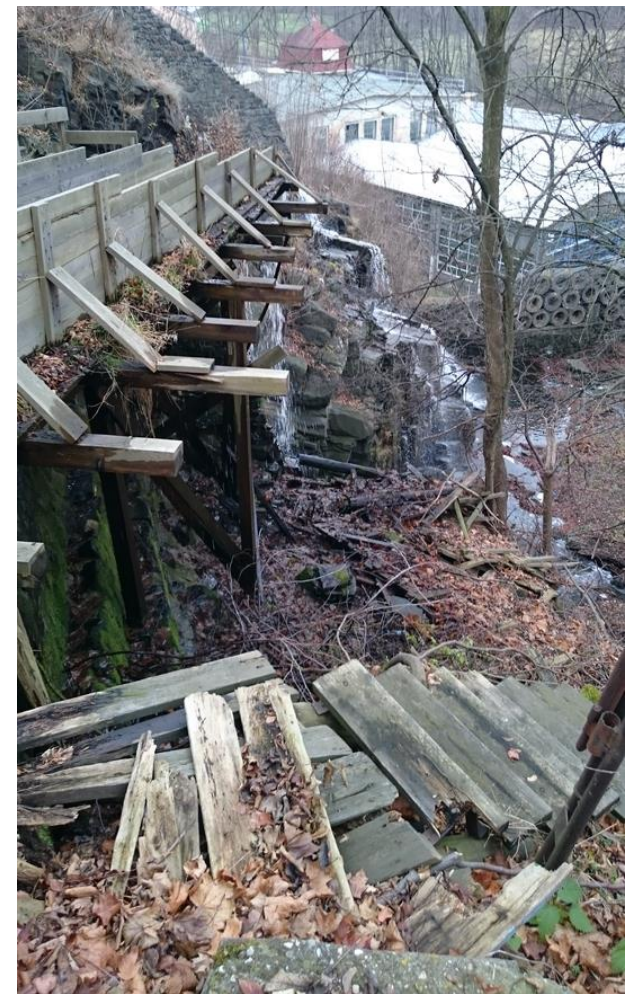
# Sucho – jak mírnit dopady

- Kombinace „velkých“ (vodní díla, VH soustavy) a „malých“ (retenční nádrže, klauzy, náhony, koncepční optimalizace krajinné struktury v rámci k.ú.) opatření v krajině.
- Zpomalení odtoku z krajiny (malý oběh), snížení velkoplošného výparu z půdy.
- Osvěta a postupný legislativní rámec nutící majitele nemovitostí a pozemků k hospodaření se srážkovou vodou v dešťových obdobích



# Několik důvodů k výzkumu starých vodních děl

- Často jsou stále funkční a slouží buď původním či druhotným účelům.
- Jsou předmětem platné legislativy nejen v období extrémních situací (např. sucha, povodně, popř. technické poruchy či havárie), zmínit lze např. zákon č. 20 / 1987 Sb., č. 114 / 1992 Sb., č. 254 / 2001 Sb., 2007/60/EC nebo 240 / 2000 Sb. a tedy i rezorty MK, MŽP, MZe a MV.
- Jsou nezdárka prvkem, který zvyšuje atraktivitu dané lokality z hlediska turistického ruchu.
- Pakliže jsou jakýmkoliv způsobem dysfunkční nebo s provozními omezeními (často v důsledku změn vlastníků), stávají se původci rizik (nejen těch hydrologických) na dané lokalitě.
- Český hydrometeorologický ústav, který mj. zodpovídá za provoz HPPS ČR a naplňování portálu POVIS, se tímto tématem zabývat musí.



# Pilotní lokality

- Hradec nad Moravicí / Žimrovice (Weisshuhnův nebo tzv. Papírenský náhon)
- Petrovice
- Žďárský potok
- Hanušovice
- Dolní Chřibská (náhon pro Hübelovu tkalcovnu)
- Ploskovický potok



# Děkuji za pozornost.



*doc. RNDr. Jan Unucka, Ph.D.*

*vedoucí Oddělení hydrologie, ČHMÚ Ostrava*

*e-mail: [jan.unucka@chmi.cz](mailto:jan.unucka@chmi.cz)*

*tel.: +420 736 260 350*

**WWW:** [http://portal.chmi.cz/portal/dt?portal\\_lang=cs&menu=JSPTabContainer/P5\\_0\\_O\\_nas/P5\\_3\\_Organizacni\\_struktura/P5\\_3\\_18\\_Pobočka\\_OS/P5\\_3\\_18\\_2\\_Odd\\_hydro/P5\\_3\\_18\\_2\\_1\\_Zakl\\_Info&last=false](http://portal.chmi.cz/portal/dt?portal_lang=cs&menu=JSPTabContainer/P5_0_O_nas/P5_3_Organizacni_struktura/P5_3_18_Pobočka_OS/P5_3_18_2_Odd_hydro/P5_3_18_2_1_Zakl_Info&last=false)