

Mapa zranitelnosti přírodních zdrojů podzemní vody k suchu pro povodí 4. řádu, nivy a osídlené části obcí v České republice

J. Bruthans, J. Grundloch a R. Kadlecová

Česká geologická služba
Klárov 3, Praha 1

E-mail: bruthans@natur.cuni.cz



Obrtka (Hošťka)
9.2018
5 l/s (83 km²)



Pšovka (nad Jelenicí) 9.2018
0 l/s (90 km²)



Brzina (Sedlčansko) 10.7.2019; 0 l/s;
133 km² povodí



Žehrovka (Březina) 9.7.2019
20 l/s; 90 km² povodí

Úvod

-od 1980 dosti výrazně rostou teploty což i při stejných srážkách vede k výrazně vyšší potenciální evapotranspiraci a nevyhnutelně při stejné hustotě vegetačního krytu i **k nižším základním odtokům a delším suchým obdobím**

-problémy se zásobováním vodou se v suché periodě 2015-2019 projeví v řadě obcí

Cílem je zhodnotit zranitelnost kvantity přírodních zdrojů podzemní vody k suchu ve formě mapy zranitelnosti pro ČR

Mapa vytvořena ve formě **bilance** pro suché období = základní odtok (za sucha) * plocha územní jednotky- odběry + vypouštění (l/s), poté normalizováno na jednotku plochy (l/s/km²)

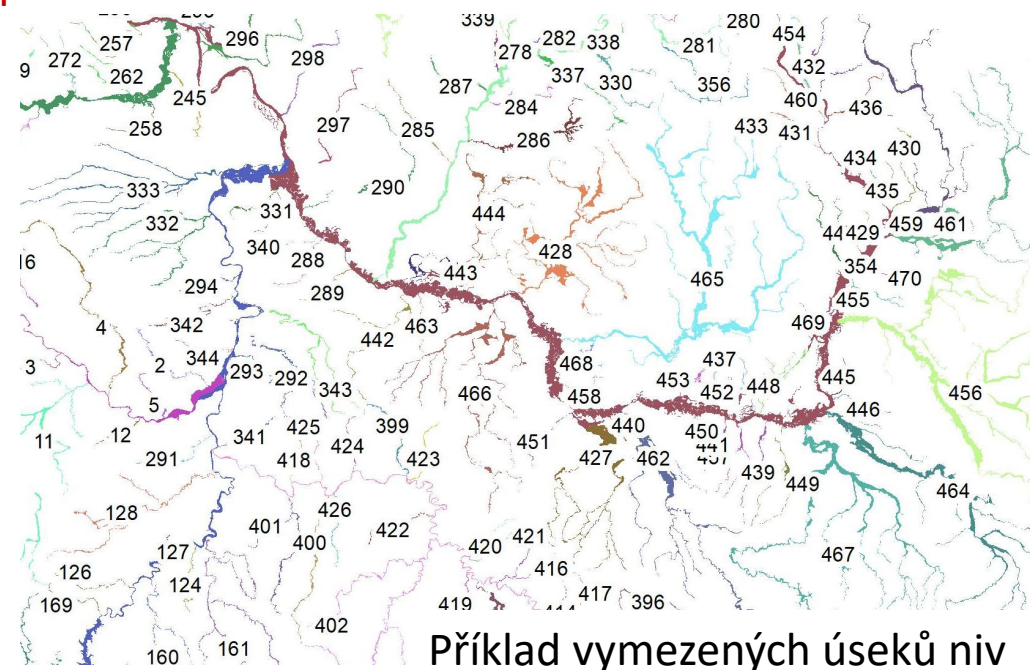
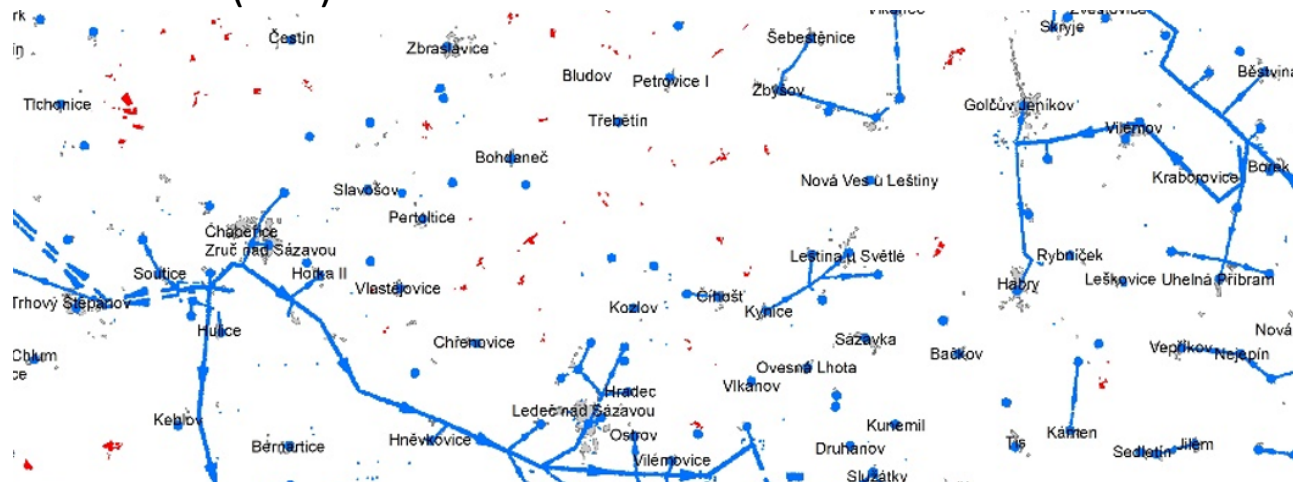
Bilance prováděna v **3 typech objektů:**

A) Povodí 4. řádu (přípovrchové kolektory) s výjimkou propustných kolektorů křídly a kvartéru (**HG rajony**)...**8750 objektů**

B) Úseky niv toků o délce **přes 10 km**...**500 objektů**

C) Osídlené části obcí s převažujícím individuálním zásobováním...**1060 obcí**

Určení obcí s převažujícím individuálním zásobováním z PRVKUK (2010), srovnáno s počty obyvatel obcí, ověřeno též překryvem s vodovodní sítí (obr.)



Postup určení základního odtoku (ZO) za suchých období

-denní data průtoku z 518 stanic ČHMU (1980-2019), separace ZO 30 denními klouzavými minimy a 30 denním klouzavým průměrem (metoda dr. Kašpárka); vybrán **nejnižší průměrný roční základní odtok z desetiletí 2010-2019**

-ze vztahů mezi průměrným dlouhodobým úhrnem srážek a celkovým odtokem určeny parametry pro výpočet celkového odtoku

-pro každý HG rajon určen base flow index (BFI) jako průměrná hodnota BFI zjištěných separací hydrogramu na tocích sledovaných ČHMU v daném HGR, nebo v blízkých HGR

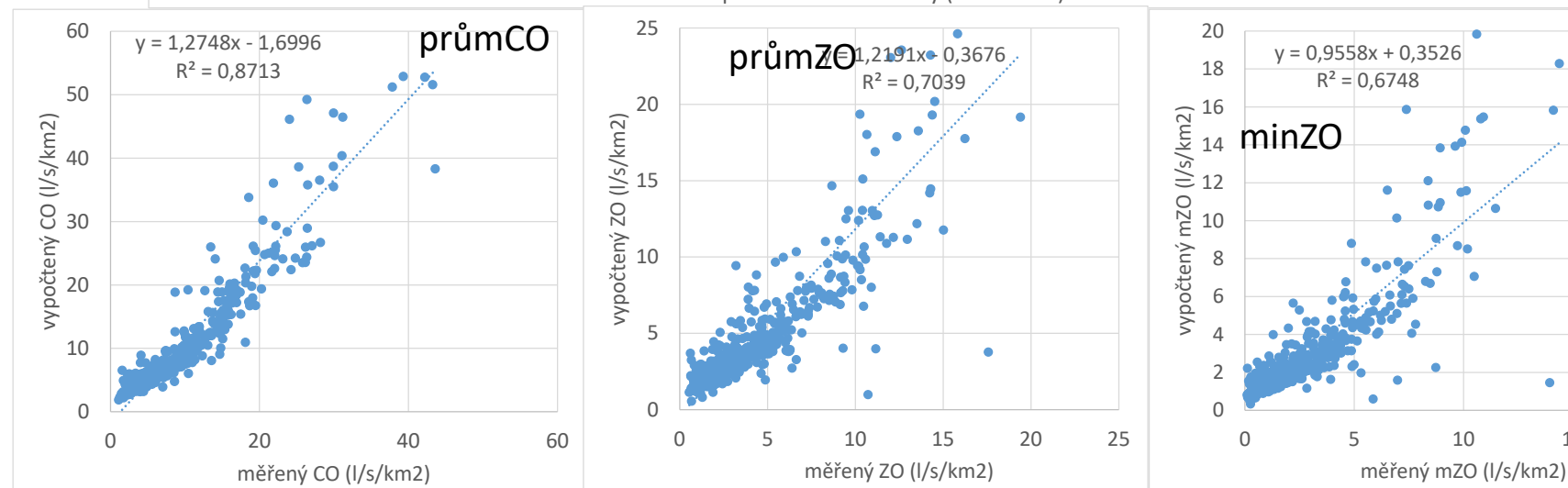
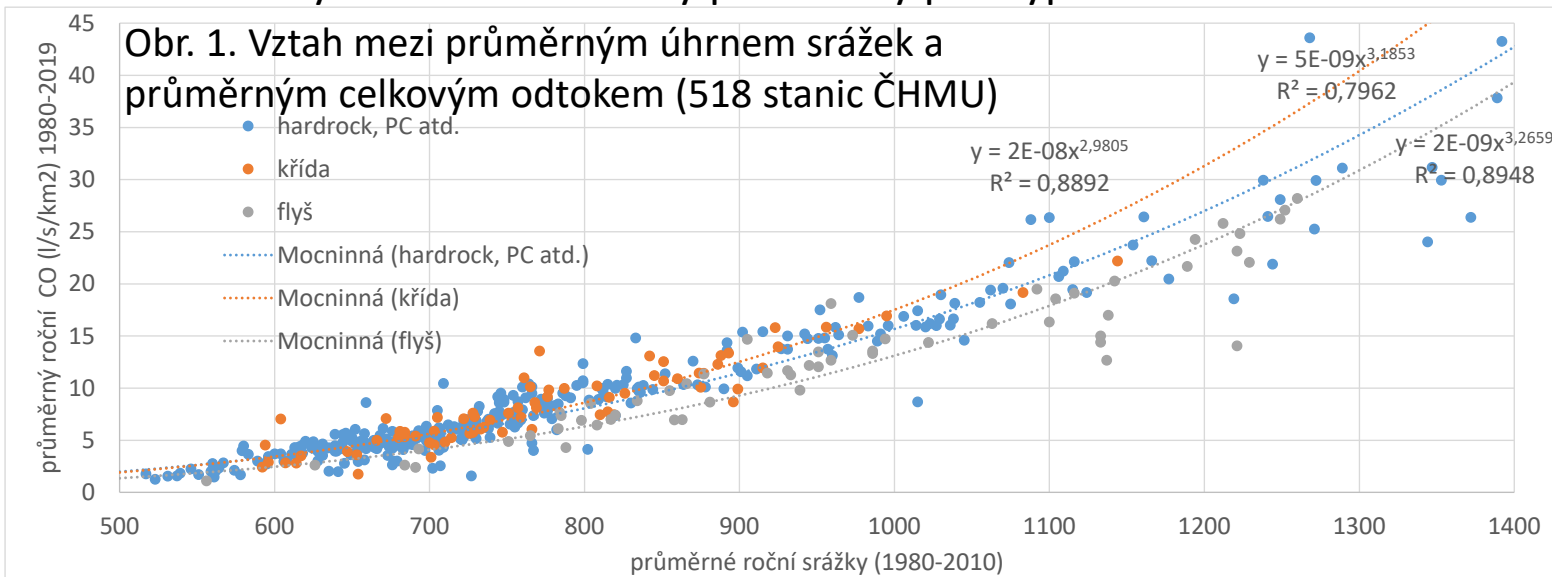
-přenásobením průměrného CO * BFI získán průměrný ZO; ověřeno že výpočet ZO se blíží reálným hodnotám (obr 2)

-pro každý HGR určen poměr ZO_{min}/ZO_{prům} z dat toků sledovaných ČHMU v daném HGR, nebo v blízkých HGR

-přenásobením průměrného ZO * ZO_{min}/prům získán průměrný ZO; ověřeno že výpočet ZO se blíží reálným hodnotám (obr 2)

-výhodou výpočtu ZO_{min} z průměrného úhrnu srážek je mnohem vyšší prostorové rozlišení než lze získat přejímáním hodnot z toků sledovaných ČHMU

$ZO_{min} = a * srážky^b * BFI * c$



Obr. 2. Ověření vypočteného celkového a základního odtoku z průměrných srážek porovnáním se skutečnými celkovými a základními odtoky

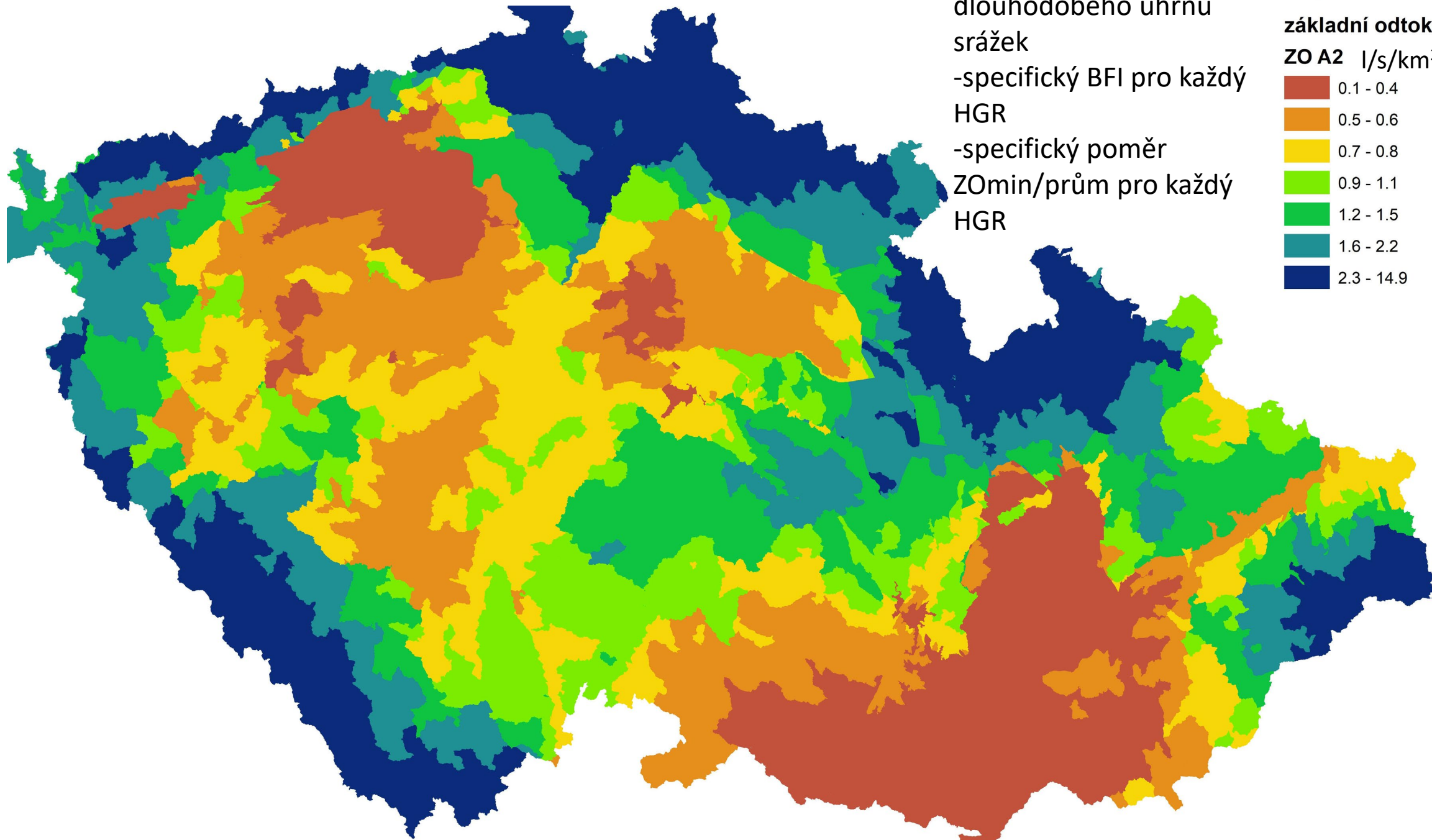
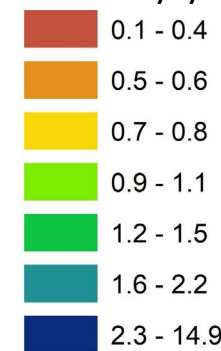
Průměrný základní odtok v nejsušším roce 2010-2019 (l/s/km²)

-vypočteno z průměrného dlouhodobého úhrnu srážek
-specifický BFI pro každý HGR
-specifický poměr ZOmin/prům pro každý HGR

Legenda

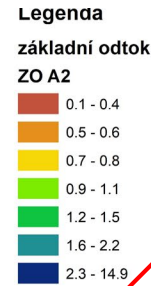
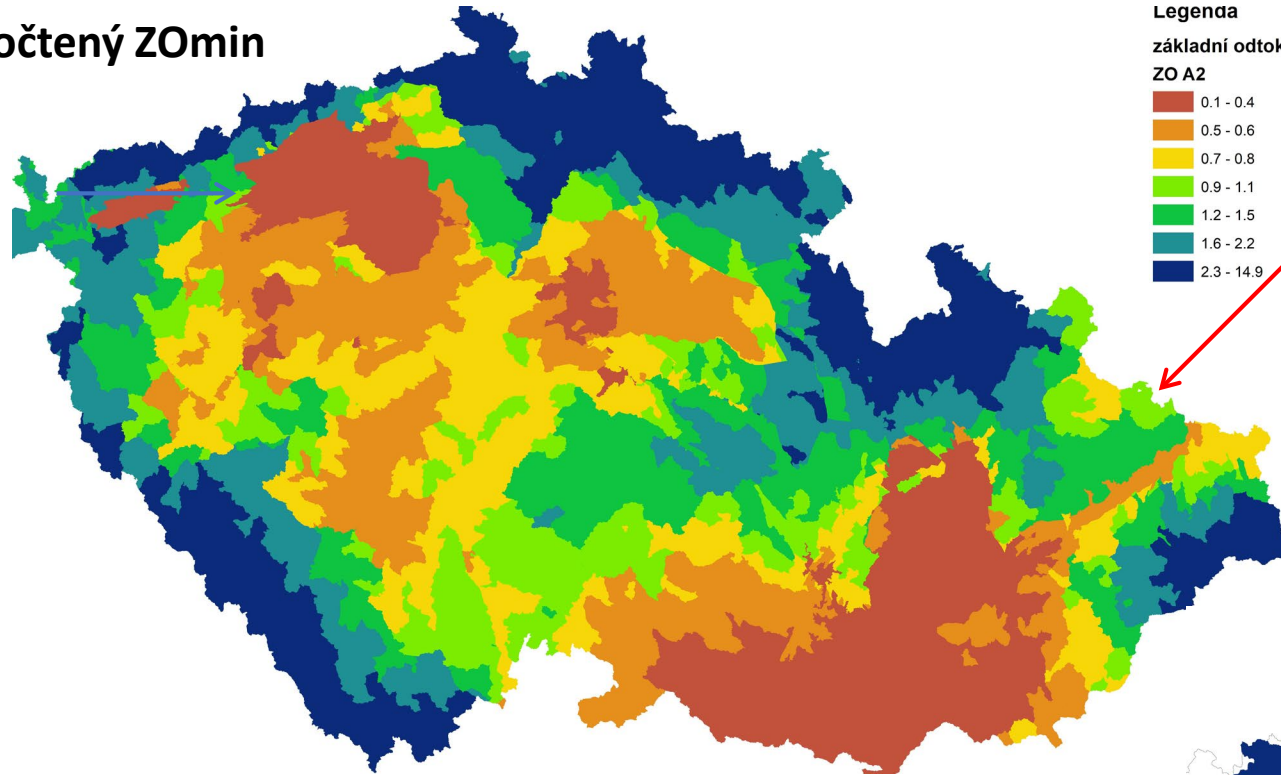
základní odtok

ZO A2 l/s/km²



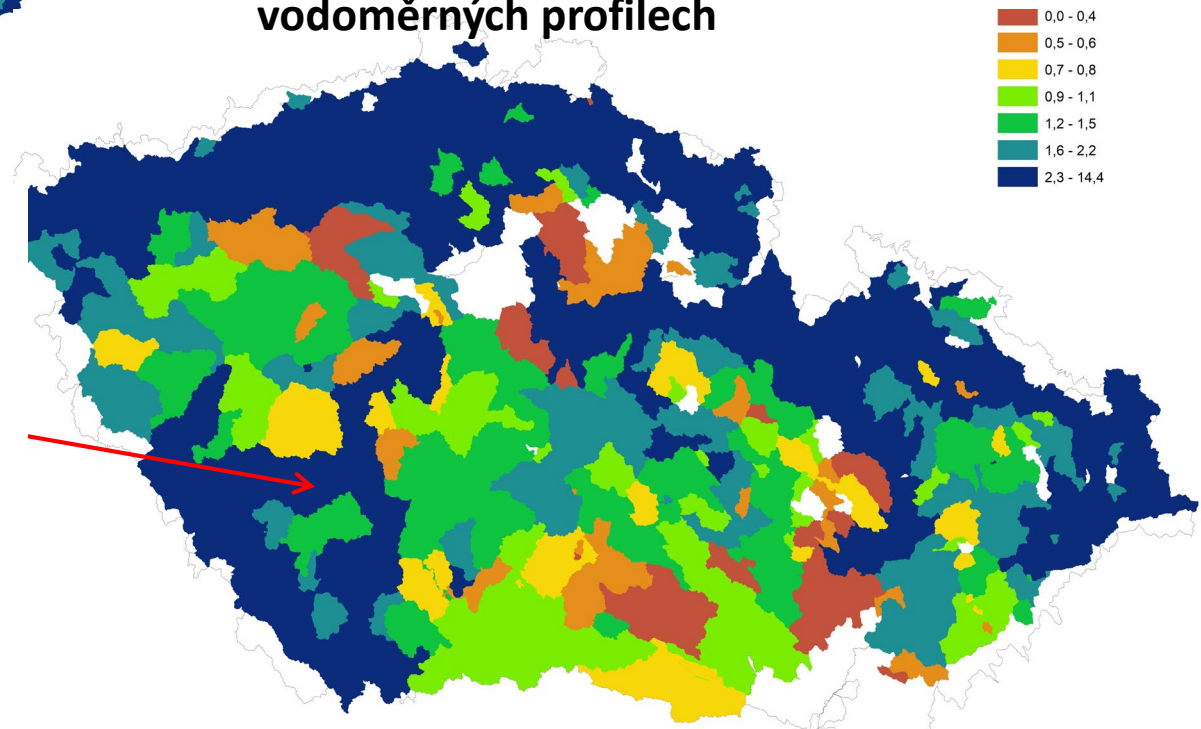
Porovnání vypočteného a naměřeného základního odtoku v nejsušším roce 2010-2019 (l/s/km²)

Vypočtený ZOmin



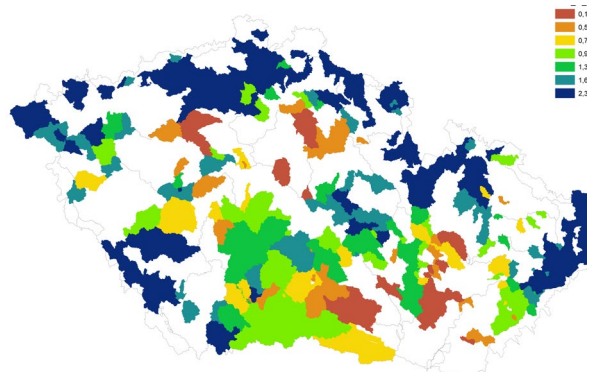
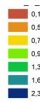
-ZO min **vypočtený** z průměrného dlouhodobého úhrnu srážek
-použit specifický BFI pro každý HGR
-a specifický poměr ZOmin/prům pro každý HGR

ZOmin z naměřených dat na vodoměrných profilech



-ZO z **naměřených** dat nelze použít pro údolí větších řek (řeky mají většinu vody z hor a vykazují tak na profilech ve spodních částech povodí vyšší ZO než reálný pro spodní části povodí)

-naměřený ZO chybí pro kvartérní sedimenty; naměřený ZO tedy chybí pro nejzranitelnější oblasti



Bilance prováděna v **3 typech objektů**:

A) Povodí 4. řádu (přípovrchové kolektory) s výjimkou propustných kolektorů křídly a kvartéru (**HG rajony**)

$Bilance = (ZO \text{ (l/s/km}^2) * \text{plocha útvaru} - \text{odběr podz. vody (l/s)} + \text{vypouštění podz. vody}) / \text{plocha útvaru (km}^2)$

-běžná bilance

B) Úseky niv toků o délce přes 10 km

$Bilance = (ZO \text{ (l/s/km}^2) * \text{plocha celého povodí} * 0,5 - \text{odběr podz. i povrch. vody (l/s)} + \text{vypouštění podz. i povrch. vody}) / \text{plocha nivy (km}^2)$

-počítá se, že 50% z celkového odtoku z povodí lze využít v nivách toků pro indukované zdroje

-ukázalo se že v prostředí hardrock (přípovrchové kolektory) jsou prakticky všechny významné zdroje v nivách, nebo do 250 m od nich

-protože nivy zabírají v průměru zhruba 3-5% plochy povodí, vychází odtoky z nivy asi 20x vyšší (na nivu se sbírá vody z rozsáhlého povodí)

C) Osídlené části obcí s převažujícím **individuálním zásobováním**

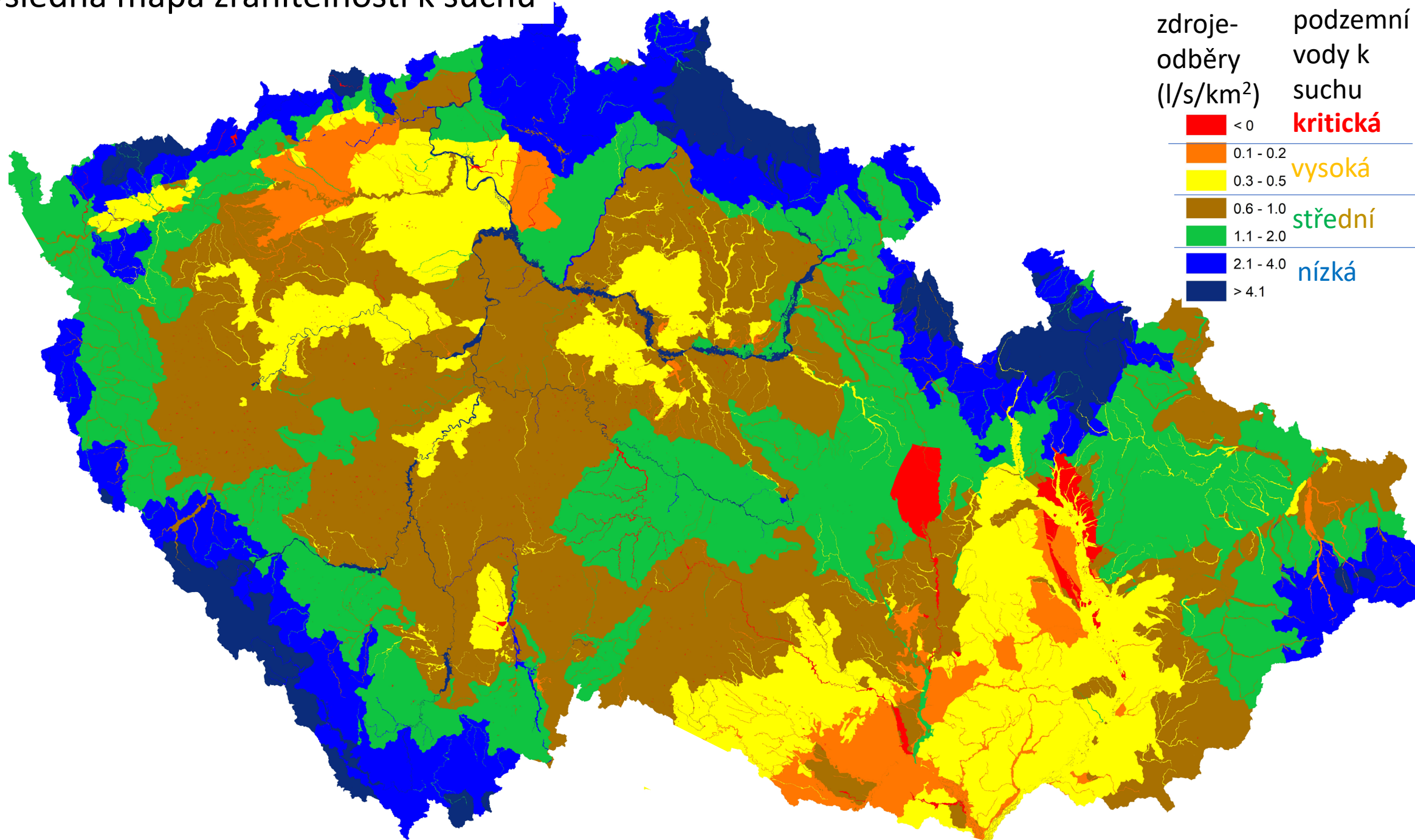
$Bilance = (ZO \text{ (l/s/km}^2) * \text{plocha osídlené části obce (km}^2) - (\text{počet obyvatel} * \text{spotřeba 100l/os/den})) / \text{plocha osídlené části obce (km}^2)$

-počítá se, že voda se tvoří pouze v prostoru obce ze srážek (**platné pro přípovrchové kolektory s omezeným přetokem z okolí***; **počítá se že v obcích se infiltruje stejně vody na jednotku plochy jako v průměrné krajině****)

*jde o pesimistickou variantu, nicméně v částech řady obcí platnou

**ve skutečnosti je dotace v obcích vyšší než v průměrné krajině, kvůli stokům z nepropustných povrchů, realistické odhady nejsou známy

Výsledná mapa zranitelnosti k suchu

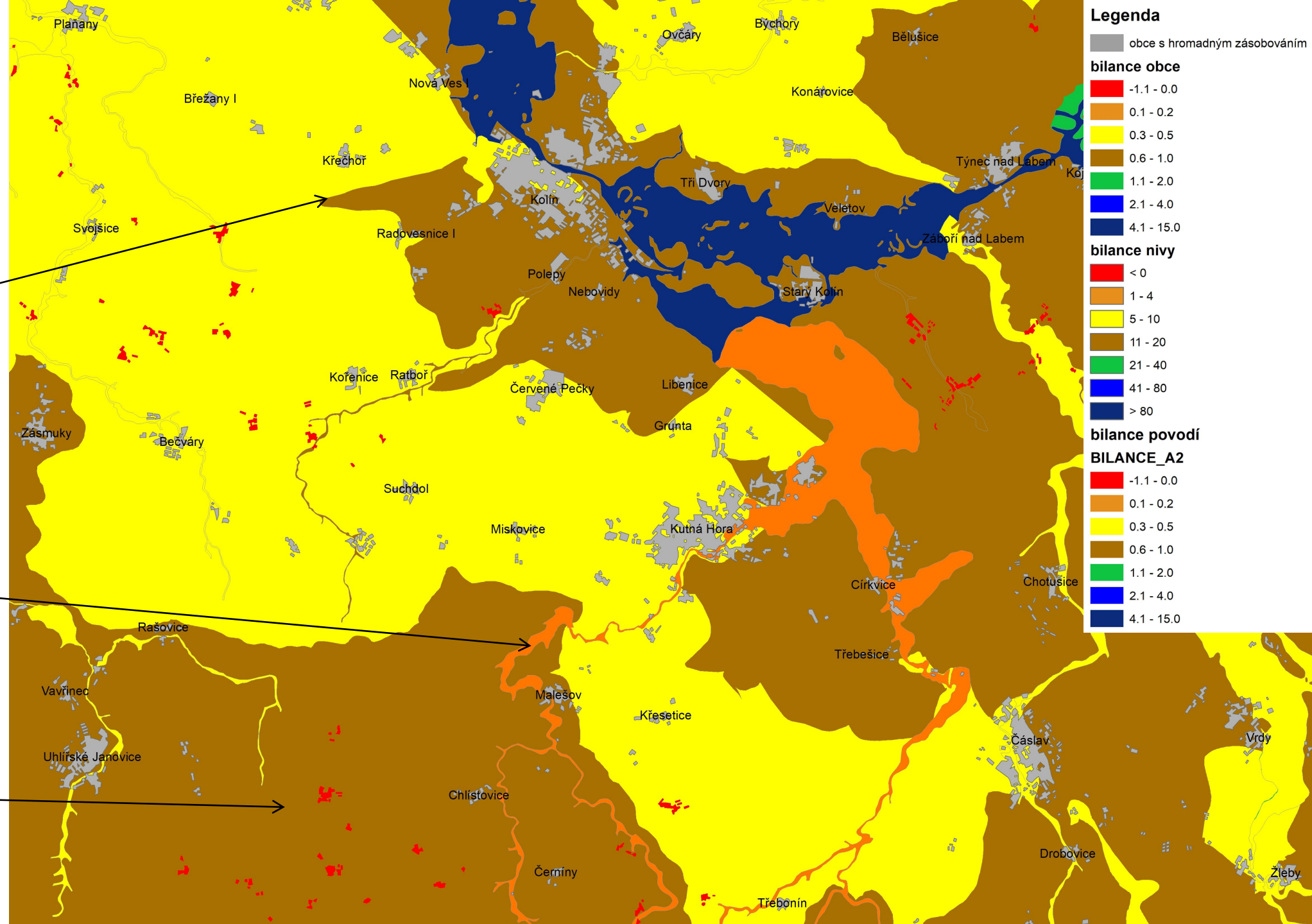


Výsledná mapa zranitelnosti k suchu -detail

Střední až vysoká zranitelnost povodí 4. řádu

vysoká zranitelnost říční nivy Vrchlice/Klejnárky kvůli silným povrchovým odběrům (nízká u Labe)

kritická zranitelnost podzemní vody v obcích bez hromadného zásobování, protože odběry často převažují nad zdroji



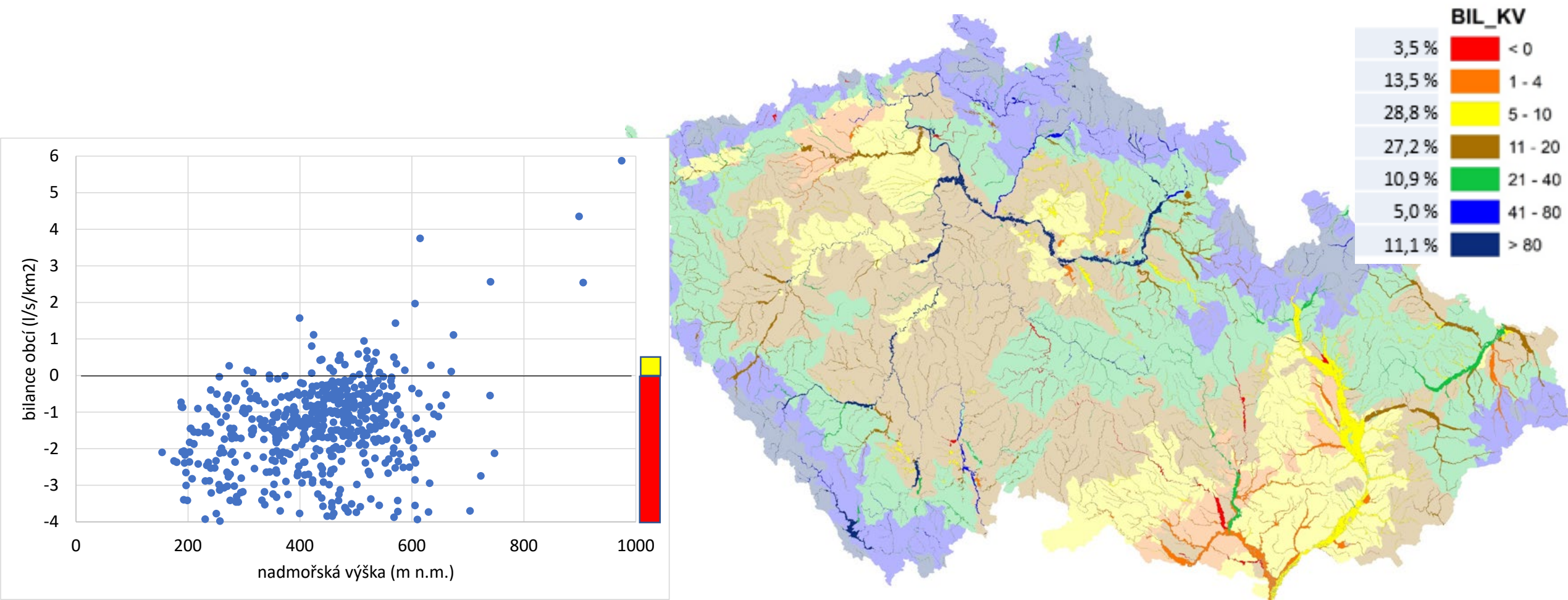
Kritická zranitelnost (červené; převaha odběrů nad ZO za sucha):

-spadá pod ní jen 0,01% plochy povodí 4. řádu (přípovrchové kolektory), ale 8,3% plochy HGR a 3,5% plochy niv (do niv jsou situovány zdroje vody v přípovrchových kolektorech)

-nejzranitelnější je voda v obcích bez napojení na vodovod (kritická zranitelnost převažuje)

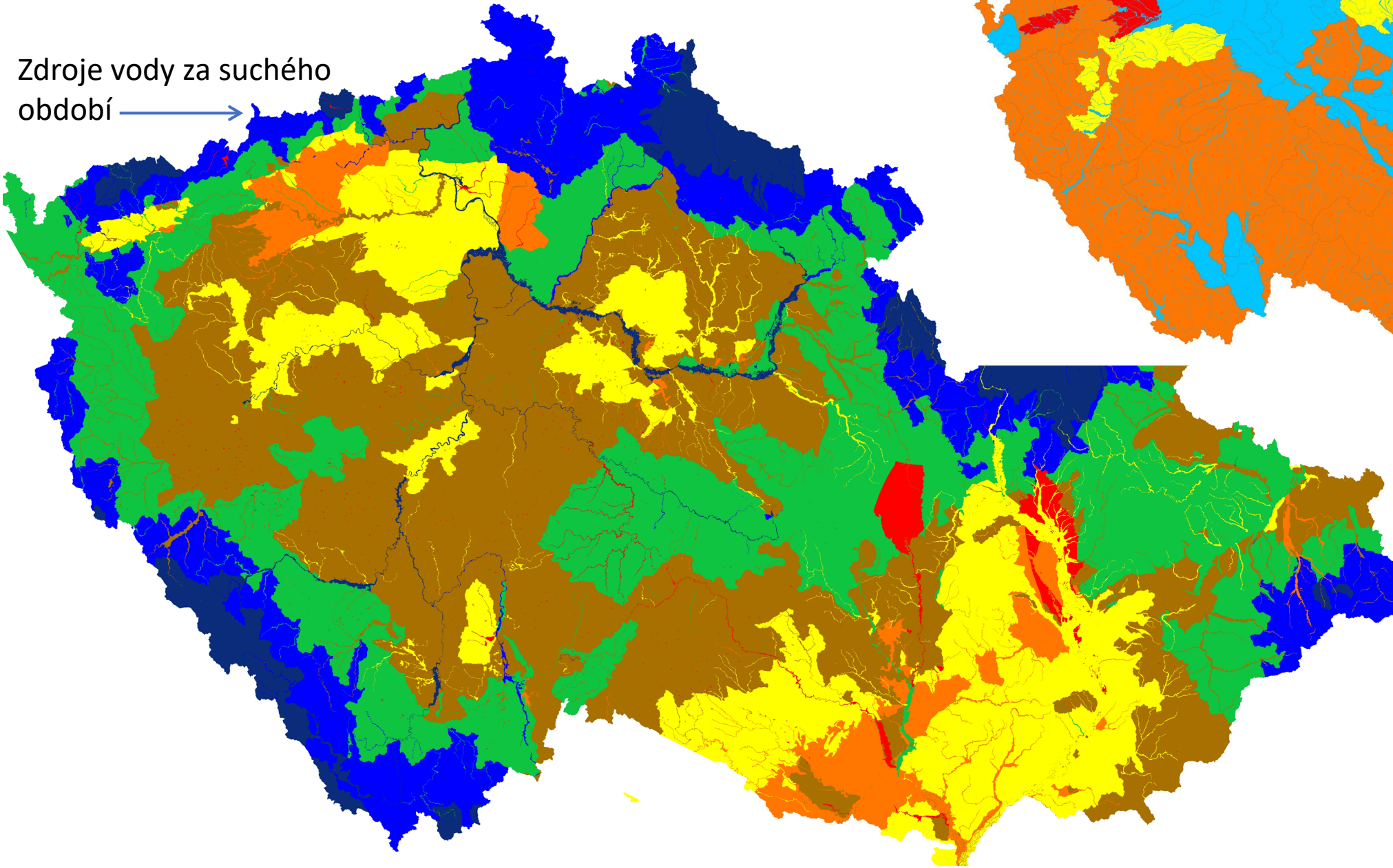
Vysoká zranitelnost (oranžové a žluté; zbývá pod 0,5 l/s/km²):

-spadá pod ní 18% plochy povodí 4. řádu (přípovrchové kolektory), 18% plochy HGR a 42% plochy niv

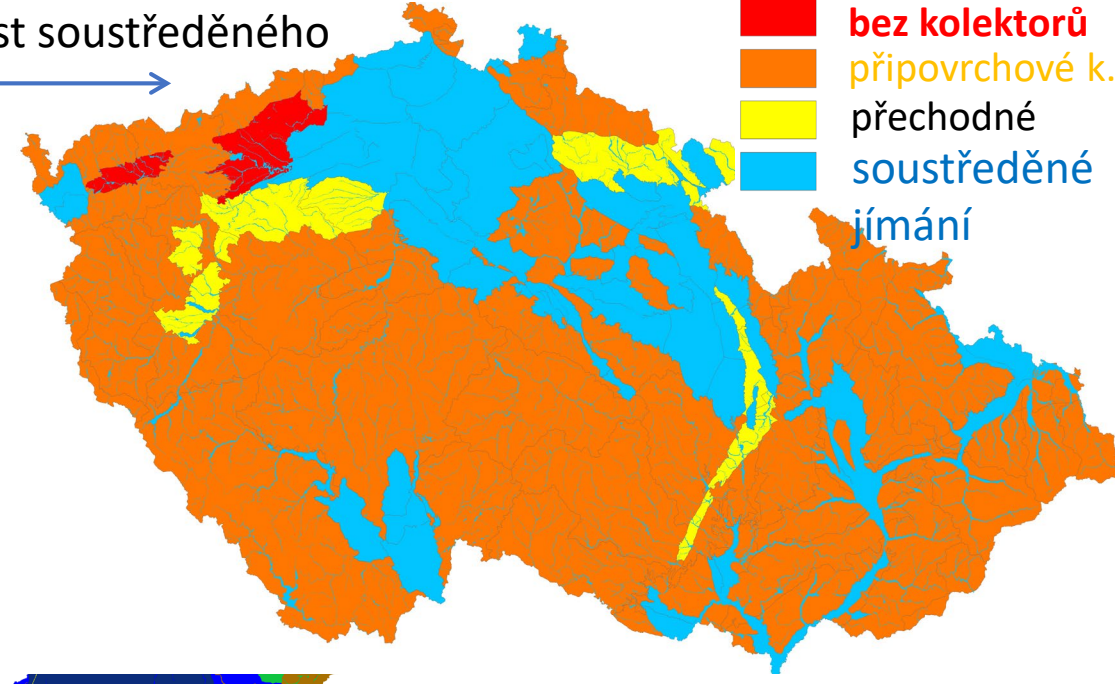


Velikost zdrojů za sucha vs. možnost jímání

Zdroje vody za suchého období →



Možnost soustředěného jímání →



Bilance zdroje-
odběry
(l/s/km²) Zranitelnost
podzemní
vody k
suchu

- < 0 **kritická**
- 0.1 - 0.2 **vysoká**
- 0.3 - 0.5 **střední**
- 0.6 - 1.0 **střední**
- 1.1 - 2.0 **střední**
- 2.1 - 4.0 **nízká**
- > 4.1 **nízká**

- **bez kolektorů**
- **připovrchové k.**
- **přechodné**
- **soustředěné jímání**

Závěry

-byla vytvořena mapa zranitelnosti kvantity přírodních zdrojů podzemní vody k suchu

-ve formě bilance: zdroje za suchého období-odběry

-pro tři typy objektů: 1) povodí 4. řádu a HGR, 2) nivy toků a 3) obce s individuálním zásobováním

-kritická zranitelnost (převaha odběrů nad zdroji) zasahuje 8% ploch HGR a 4% niv (nižší polohy vytížené odběry) a velkou řadu obcí

-vysoká zranitelnost (zdroje-odběry $\leq 0,5$ l/s/km²) se týká 18% ploch povodí 4. řádu; 18% HGR (nejnižší polohy ČR s málo propustnými horninami, nebo vytížené odběry) a 42% niv



Obrtka (Hošťka)

9.2018

5 l/s (83 km²)

Poděkování

Děkuji vám za pozornost

Za pomoc se zdroji dat, úpravou apod vděčíme A. Vizinovi, M. Zrzaveckému, O.Nolovi, J. Skořepovi, K. Šabatové, T. Karatasovi, J. Karenové.

Financováno z projektu TAČR SS01010208 Řízená dotace podzemních vod jako nástroj k omezení dopadů sucha v ČR

Příklad použitých parametrů pro výpočet ZO

RAJON_ID	a	b	BF	c (ZOmin)	NAZEV						
1152	2E-08	2,9805	0,7	0,4	Kvartér Labe po Nymburk						
2152	5E-09	3,1853	0,5	0,45	Třeboňská pánev - střední část						
3221	2E-09	3,2659	0,3	0,55	Flyš v povodí Bečvy						
4360	5E-09	3,1853	0,4	0,4	Labská křída						
4410	2E-08	2,9805	0,85	0,6	Jizerská křída pravobřežní						
4420	2E-08	2,9805	0,5	0,6	Jizerský coniak						
4430	2E-08	2,9805	0,45	0,5	Jizerská křída levobřežní						
4510	2E-08	2,9805	0,6	0,4	Křída severně od Prahy						
4521	2E-08	2,9805	0,9	0,45	Křída Košáteckého potoka						
4522	2E-08	2,9805	0,75	0,5	Křída Liběchovky a Pšovky						
4523	2E-08	2,9805	0,75	0,5	Křída Obrtky a Úštěckého potoka						
4530	2E-08	2,9805	0,6	0,3	Roudnická křída						
4540	2E-08	2,9805	0,4	0,3	Ohárecká křída						
4550	2E-08	2,9805	0,4	0,3	Holedeč						
4611	2E-08	2,9805	0,4	0,35	Křída Dolního Labe po Děčín - levý břeh, jižní část						
4612	2E-08	2,9805	0,4	0,35	Křída Dolního Labe po Děčín - levý břeh, severní část						
4620	2E-08	2,9805	0,4	0,45	Křída Dolního Labe po Děčín - pravý břeh						
4630	2E-08	2,9805	0,6	0,7	Děčínský Sněžník						
4640	2E-08	2,9805	0,7	0,6	Křída Horní Ploučnice						
4650	2E-08	2,9805	0,65	0,7	Křída Dolní Ploučnice a Horní Kamenice						
4660	2E-08	2,9805	0,6	0,7	Křída Dolní Kamenice a Křinice						
5110	5E-09	3,1853	0,5	0,6	Plzeňská pánev						
5120	5E-09	3,1853	0,5	0,6	Manětínská pánev						
5131	5E-09	3,1853	0,6	0,45	Rakovnická pánev						
6221	5E-09	3,1853	0,45	0,6	Krystalinikum v mezipovodí Mže pod Stříbrem						
6222	5E-09	3,1853	0,4	0,55	Krystalinikum a proterozoikum v povodí Úhlavy a dolního toku Radbuzy - západní část						
6230	5E-09	3,1853	0,4	0,45	Krystalinikum, proterozoikum a paleozoikum v povodí Berounky						
6240	5E-09	3,1853	0,5	0,4	Svrchní silur a devon Barrandienu						
6250	5E-09	3,1853	0,5	0,5	Proterozoikum a paleozoikum v povodí přítoků Vtavy						
6310	5E-09	3,1853	0,55	0,65	Krystalinikum v povodí Horní Vtavy a Úhlavy						
6320	5E-09	3,1853	0,4	0,45	Krystalinikum v povodí Střední Vtavy						
6411	5E-09	3,1853	0,4	0,55	Krystalinikum Šluknovské pahorkatiny						