

# Vodní stres ve světě a v Česku: Jaké jsou možnosti řešení?



Bohumír Janský

Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta  
Katedra fyzické geografie a geoekologie

IALE CZ, výroční konference, Praha 2019

Water means Life - L'aua es vita - Wasser heisst Leben -  
No hay vida sin agua - Voda znamená život

2 miliardy lidí v 80 státech světa trpí chronickým nedostatkem vody

1,2 miliardy lidí nemá přístup k pitné vodě

2,5 miliardy lidí (36 %) není napojeno na čistírny odpadních vod

**Co může způsobit rostoucí tlak na vodní zdroje ?**

- Sociální nestabilita
- Migrace ze suchých regionů
  - Války o vodu ?

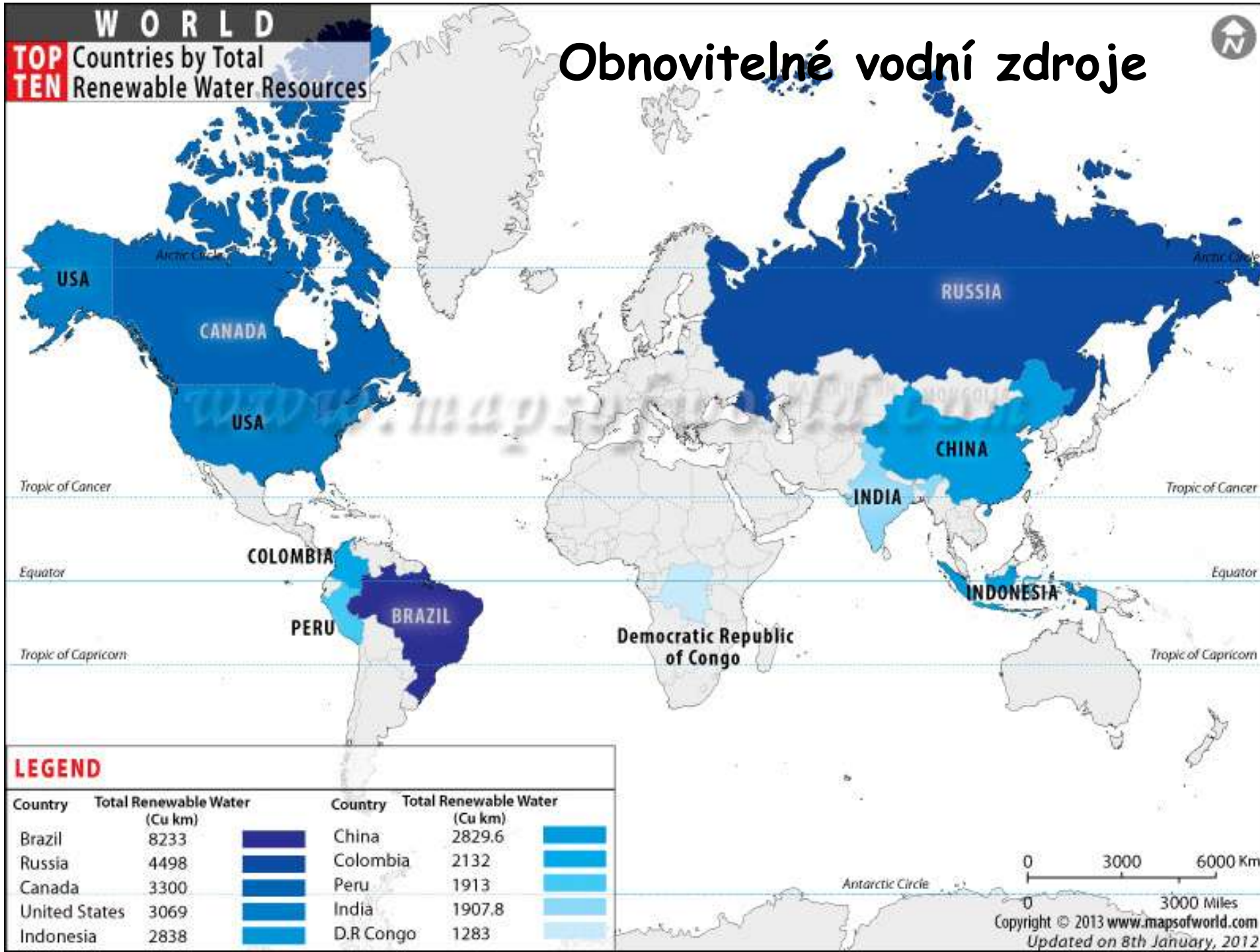
## Rozdílné přírodní poměry: různá **odtoková výška** na kontinentech

Oceánie	1560 mm
Jižní Amerika	658
Severní Amerika	324
Asie	312
Evropa	271
Antarktida	165
Afrika	136
Austrálie	37
<b>ZEMĚ</b>	<b>314 mm</b>

# WORLD

## TOP TEN Countries by Total Renewable Water Resources

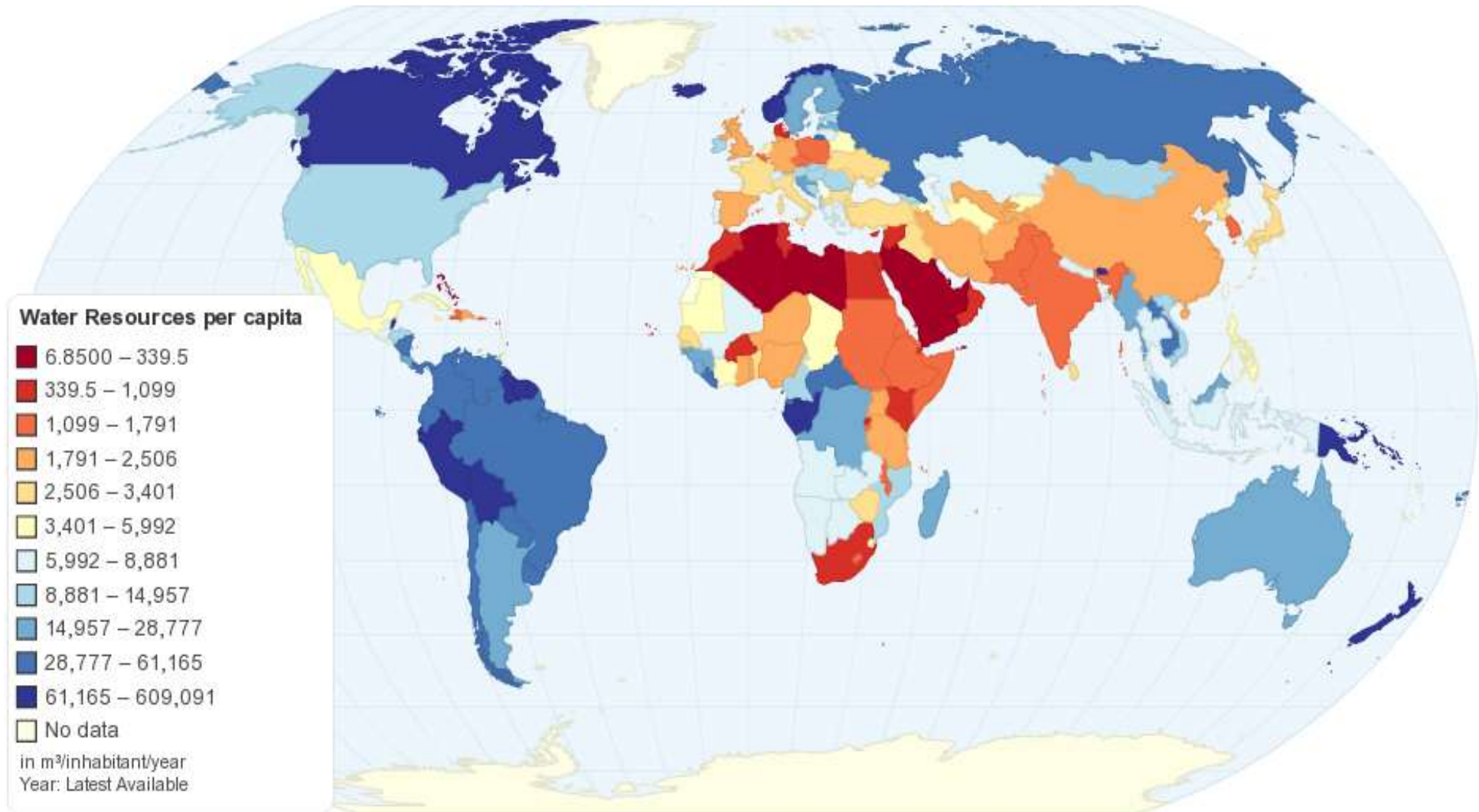
# Obnovitelné vodní zdroje



### LEGEND

Country	Total Renewable Water (Cu km)	Color	Country	Total Renewable Water (Cu km)	Color
Brazil	8233	Dark Blue	China	2829.6	Light Blue
Russia	4498	Dark Blue	Colombia	2132	Light Blue
Canada	3300	Dark Blue	Peru	1913	Light Blue
United States	3069	Dark Blue	India	1907.8	Light Blue
Indonesia	2838	Light Blue	D.R Congo	1283	Lightest Blue

# Vodní zdroje na obyvatele ve státech



Zobrazeno v tis. m<sup>3</sup>/obyv. /rok

# Rozdíly v zásobách vody mezi státy

Na každého obyvatele **Islandu** připadá přes 674 000 m<sup>3</sup> vody.

Vynikající podmínky mají Guyana, Fr. Guyana, DR Kongo, Kanada , Bhútán, Nový Zéland, Norsko (112 000 m<sup>3</sup>), Švédsko a Finsko (23 000

V **Česku** asi **1500 m<sup>3</sup>** vody/obyv., na **Slovensku** **9200 m<sup>3</sup>**/obyv.).

Podobně jako ČR je na tom Polsko, hůře Německo (1300 m<sup>3</sup>/obyv.) a Maďarsko (600 m<sup>3</sup>/obyv.)

Postsovětská Střední Asie: Kyrgyzstán (8550), Tádžikistán (7700), Uzbekistán (540), Turkmenistán (270)

X

Kuwait a Katar nemají prakticky žádnou sladkou vodu...

# Globální spotřeba vody ve světě

- Od r. 1950 stoupla spotřeba vody asi 3,5krát.
- Na území bývalého Československa stoupla spotřeba vody mezi léty 1950 a 1990 přibližně 4krát! (z 5,5 km<sup>3</sup> na 21 km<sup>3</sup>)
- Dříve se velikost spotřeby dávala do souvislosti s hospodářskou vyspělostí zemí.
- Dnes však nejvyspělejší země spotřebu vody omezují vlivem **recyklace** i vyspělých technologií (např. Izrael 75%, USA, Japonsko asi 60% spotřebované vody, Švýcarsko, Rakousko přes 30%)

## Specifická spotřeba vody:

- USA - cca 2160 m<sup>3</sup>/obyv./rok
- kolem 500 m<sup>3</sup>/obyv./rok (Maroko, Honduras, Srí Lanka)
- pod 20 m<sup>3</sup>/obyv./rok (Guinea-Bissau, Mali, Mauritánie)

# Struktura spotřeby vody ve světě

**SVĚT:** 75% zemědělské závlahy

20% průmysl

5% pitná voda.

Indie - na závlahy až 93% spotřebované vody

USA - průmysl a energetika cca 50% z celkové spotřeby

**Česko:** vysoký podíl spotřebované pitné vody ve srovnání s vyspělými zeměmi

**38 % pitná voda**

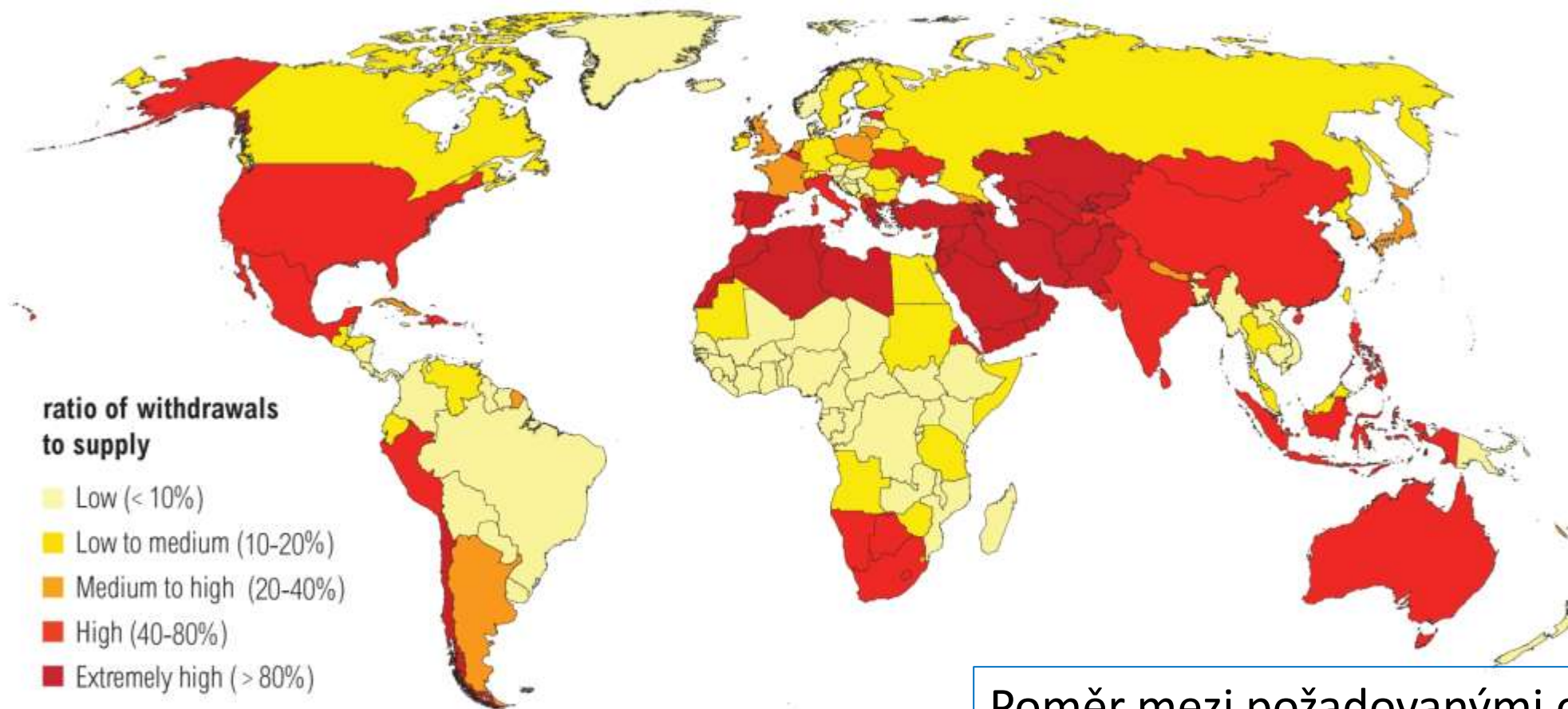
32 % průmysl a služby

26 % energetika

4 % zemědělství



## Water Stress by Country: 2040



ratio of withdrawals  
to supply

- Low (< 10%)
- Low to medium (10-20%)
- Medium to high (20-40%)
- High (40-80%)
- Extremely high (> 80%)

Poměr mezi požadovanými odběry  
a disponibilními zdroji

**NOTE:** Projections are based on a business-as-usual scenario using SSP2 and RCP8.5.

For more: [ow.ly/RiWop](https://ow.ly/RiWop)



WORLD RESOURCES INSTITUTE

# Vodní stres ve městech

**Kolem 270 milionů lidí žije ve městech s velmi napjatým zásobením vodou (vlivem přírodních podmínek nebo finančních limitů):**

Tokyo (37,800,000), Delhi (25,000,000), Shanghai (23,000,000), Mexico City (20,800,000), Beijing (19,500,000) Karachi (16,000,000), Kolkata (14,800,000), Istanbul (14,000,000), Rio de Janeiro (12,800,000), Los Angeles (12,300,000), Moscow (12,100,000), Chongqing (12,900,000), Tianjin (10,900,000), Shenzhen (10,700,000), London (10,200,000), Bangalore (9,700,000), Lima (9,700,000), Chennai (9,600,000), Hyderabad (8,700,000) and Wuhan (7,800,000).

Odhaduje se, že na produkci potravin pro cca 9,3 miliard obyvatel Země v roce 2050 bude zapotřebí **2x více vody než dnes!**

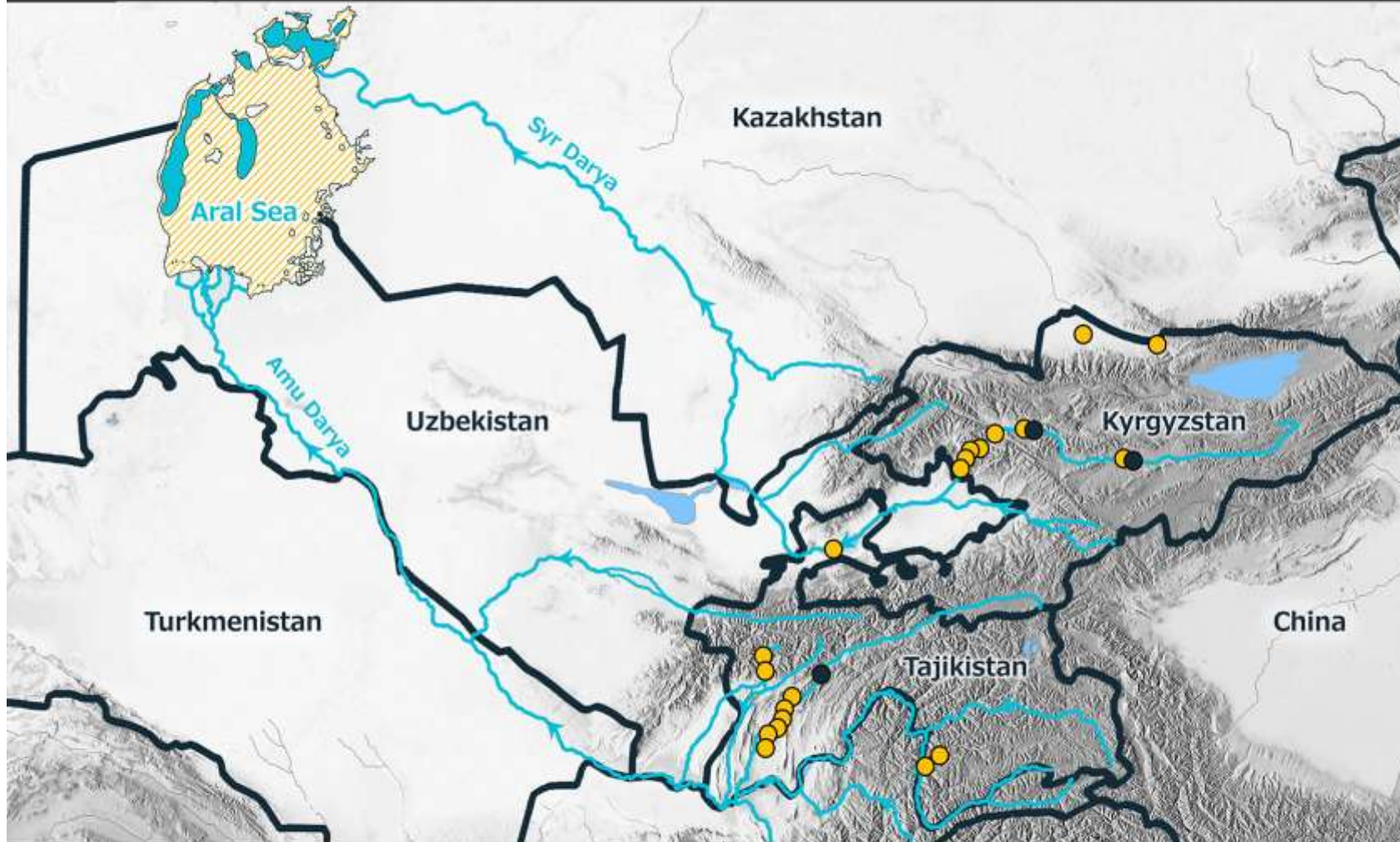
# Obyvatelstvo bez přístupu k pitné vodě a bez připojení na čistírny odpadních vod


Země	Počet obyvatel (mil.)	Obyv. bez p. v. (%)	Obyv. bez pitné vody (mil.)	Obyv. bez připojení na ČOV (%)	Obyv. bez připojení na ČOV (mil.)
Togo	6,2	41	2,5	88,6	5,5
Ghana	25	13,7	3,4	86,5	21,6
Burk. Faso	17	20	3,4	82,0	13,9
Etiopie	84,7	51	43,2	79,3	67,2
Haiti	10,1	36	3,6	73,9	7,5
Keňa	41,6	39,1	16,3	70,6	29,4
Nigérie	162,5	38,9	63,2	69,4	47
DR Kongo	67,8	53,8	36,5	69,3	47
Kambodža	14,3	32,9	4,7	66,9	9,6
Uganda	34,5	25,2	8,7	65,0	22,4
Indie	1241,5	8,4	104,3	<b>64,9</b>	<b>805,7</b>
Nepál	30,5	12,4	3,8	64,6	19,7
Bolívie	10,1	12	1,2	53,7	5,4
Pákistán	176,7	8,6	15,2	52,6	92,9
Kamerun	20	25,6	5,1	52,2	10,4
Senegal	12,8	26,6	3,4	48,6	6,2
Nikaragua	5,9	15	0,9	47,9	2,8
Jemen	24,8	45,2	11,2	47,3	11,7
Malawi	15,4	16,3	2,5	47,1	7,3
Mongolsko	2,8	14,7	0,4	47,0	1,3
Bangladéš	150,5	16,8	25,3	45,3	68,2
Indonésie	242,3	15,7	38	<b>41,3</b>	<b>100,1</b>
Čína	1347,6	8,3	111,9	<b>34,9</b>	<b>470,3</b>
<b>SVĚT</b>	<b>6950,7</b>	<b>11,05</b>	<b>768,1</b>	<b>35,9</b>	<b>2495,3</b>

# Nadměrná spotřeba: negativní zásah do koloběhu vody v přírodě

- Ekologickou katastrofou značných rozměrů je vysychání **Aralského jezera** (dnes asi 10 % původní plochy). Příčinou je rozšíření ploch pro pěstování bavlny v Uzbekistánu a nárůst odběrů vody z mezi řek Amudarji (Karakumskij kanal) a Syrdarji.
- Růst napětí mezi mezi sousedními státy: horské země s dostatkem vody vers. státy na dolních tocích s velkou spotřebou na závlahy → dříve centrálně řízeno, dnes národní zájmy (výroba energie, voda na zavlažování)

# Hydroelectric Power Plants in Central Asia



 Scope of the Aral Sea in 1960

 River flow

 Hydroelectric power plants

 Hydroelectric power plants under construction

## Jak se mění vodní plocha Aralského jezera



### Důsledky vysychání Aralského jezera

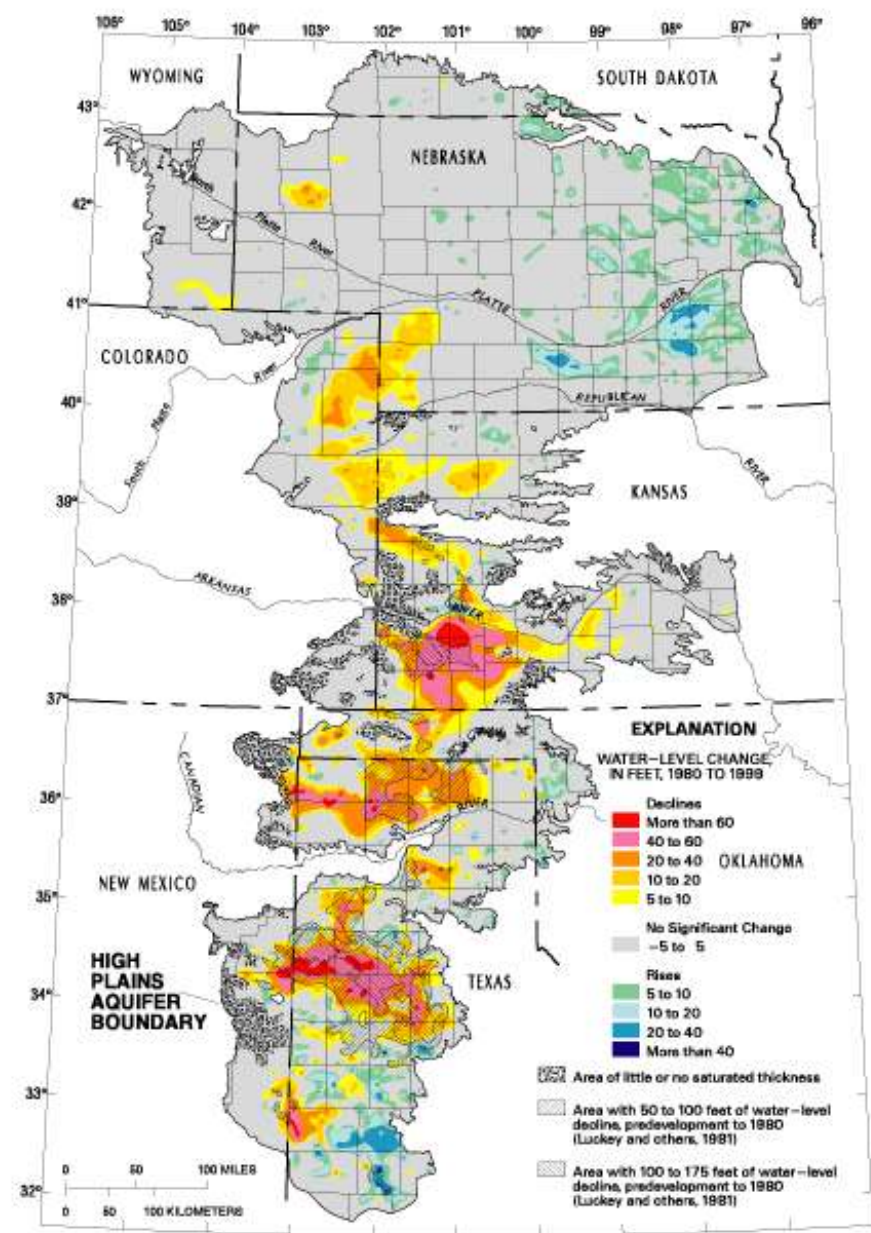
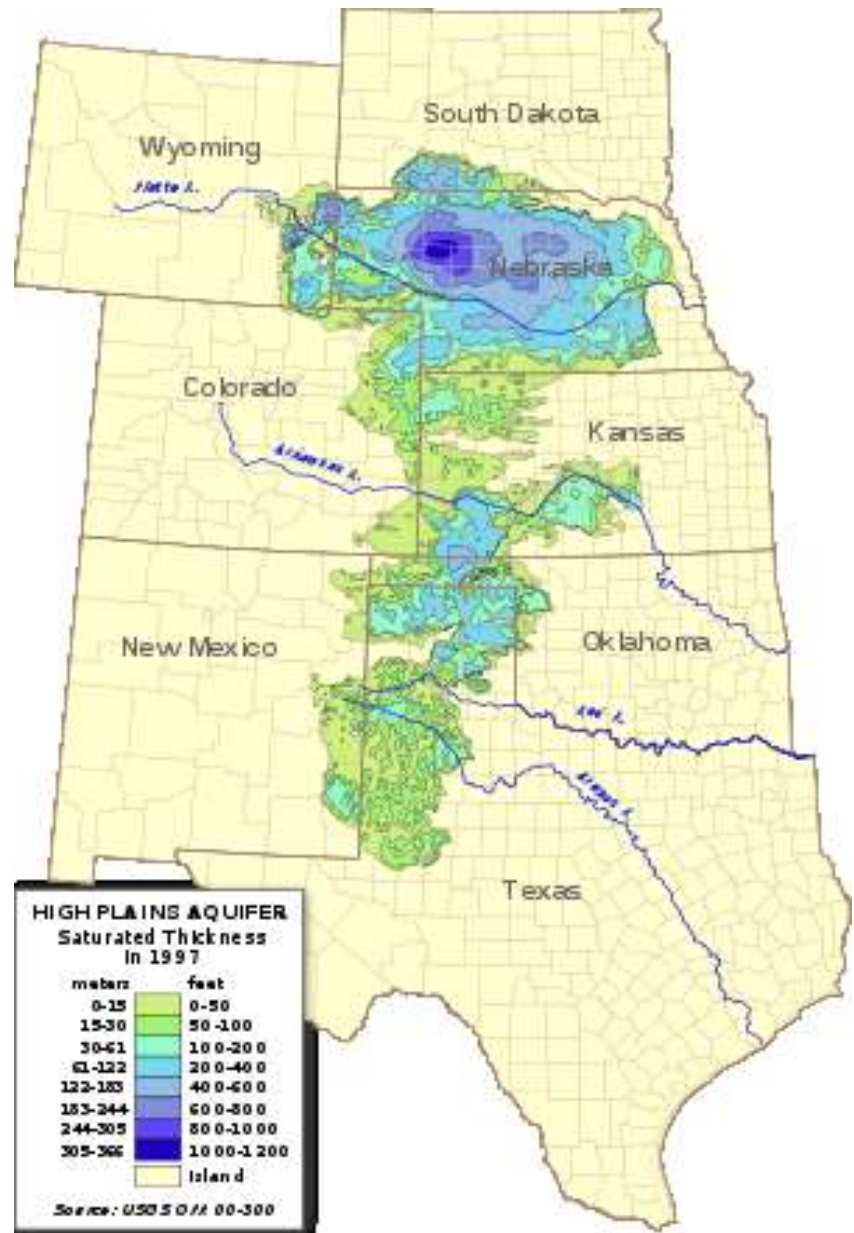
- » Ze 708 km<sup>3</sup> zbylo ve větší části jezera pouhých 75 km<sup>3</sup> vody.
- » Slanost vody se zvýšila ze 14 na více než 100 gramů soli na litr.
- » Rozloha mokřadů se zmenšila ze 100 tisíc hektarů na méně než 15 tisíc hektarů.
- » Ze 32 druhů ryb jich zbylo 6.
- » Ze 319 druhů ptáků obývajících mokřady jich zbylo 160.
- » Ze 70 druhů savců žijících v oblasti jich zbylo 32.

V roce 2005 postavil Kazachstán prvních 13 km hráze, která brání odtoku vody ze severní části jezera. Podle prvních zpráv tato laguna skutečně přestala vysychat a koncentrace soli se snižuje. Nyní má stavba hráze pokračovat, aby ještě lépe zabránila rozlévání vody na jih, kde se zbytečně ztrácí v poušti.



# Nadměrná spotřeba vody

- V důsledku nadměrného čerpání vody pro gigantický vodovodní přivaděč **Ogallala** (zásobuje 8 států středozápadu USA) klesá hladina podzemní vody v jímacím území o 1 m ročně.
- Pokles hladiny podzemní vody o 2 m ročně je registrován na území čínského Pekingu, přičemž z ¼ studní již zcela zmizela voda. Nedostatkem vody **v Číně** ohroženo 50 měst nad 100 tis. obyv.
- Od konce 50. let klesla hladina podzemní vody na území hlavního města Thajska – Krung Thep (Bangkok) o 25 m!



**Ogallala kolektor: 27% zavlažované plochy USA, 30% podzemních vod USA, zásobuje 2,3 mil. obyv.**



## Negativní důsledky nadměrné spotřeby vody



**Jezero Mono** v Kalifornii (Siera Nevada), podíl na zásobování Los Angeles, dnes – postupné napouštění

## Káthmánu (Nepál), staré studny



Svatá řeka **Bágmátí** v Káthmandu (Nepál)

## Plýtvání s vodou



V poušti nechal vybudovat katarský šejk Hamad.  
(výška 1 km, délka asi 3 km)

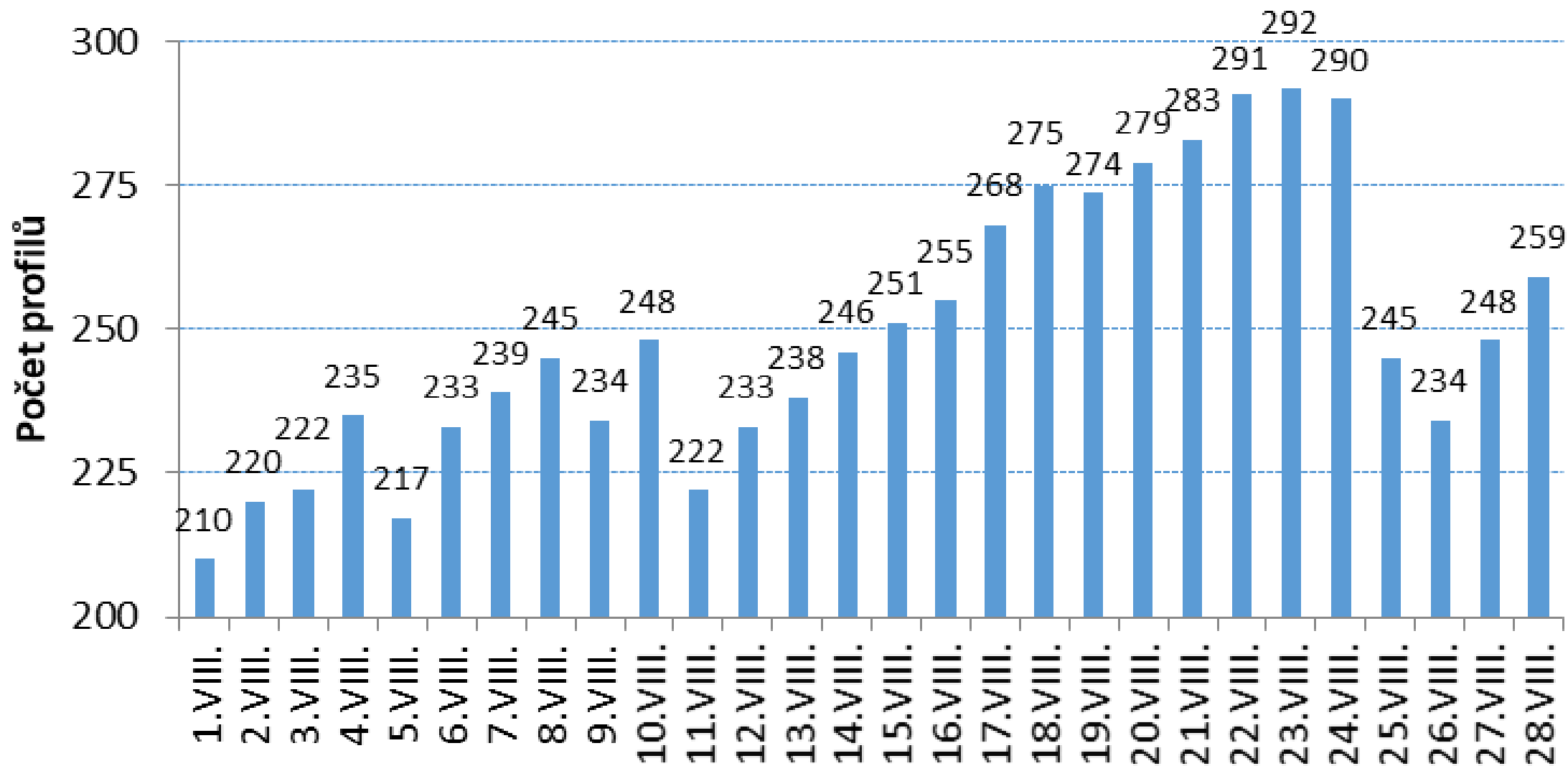
V ČR méně než 100 l vody/obyv./ den, Francie 150 l, USA 300 l,  
Sjednocené arabské emiráty - **550 l/obyv./den**, Katar - **650 l/obyv./den**

## Aktuální situace v Česku

- Specifika geografické polohy – jediným zdrojem vody srážky
- Dobrá výchozí situace z hlediska zabezpečení zdrojů vody (kapacita nádrží cca 3 km<sup>3</sup> vody), poklesy spotřeb po r. 1990
- Aktuální situace: roste **dopad změny klimatu** na vodní zdroje – delší a hlubší suché periody, zhoršování kvality vod
- Výrazné zmenšení zásob vody v půdě (nenasyčená zóna)
- Problémy v hospodaření na zemědělské půdě: špatná agrotechnika, nevhodná skladba plodin, vysoký stupeň eroze na velkých půdních blocích, extrémní zhutnění půdy, málo organické hmoty v půdě.

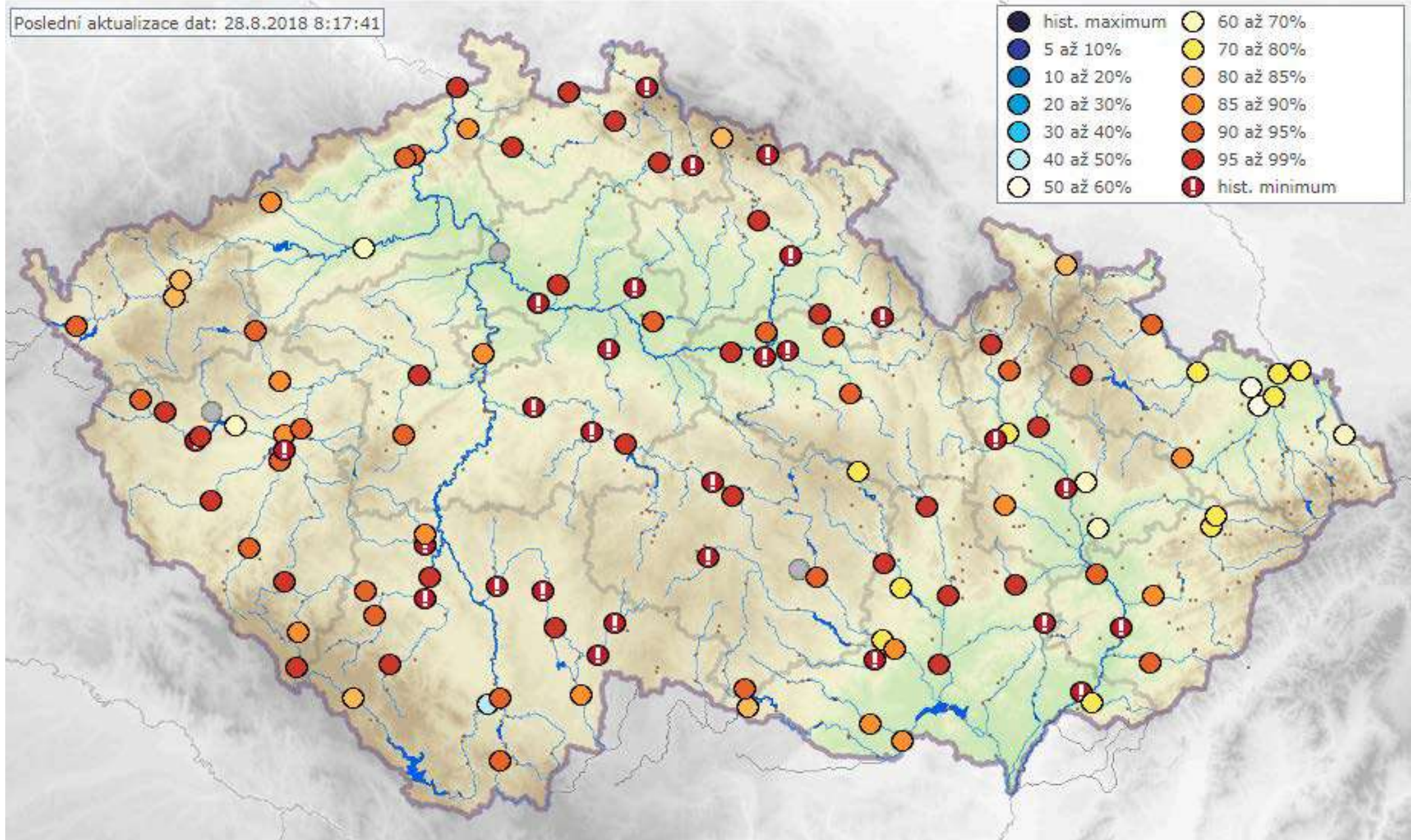
## Vývoj počtu sledovaných profilů, které indikují hydrologické sucho,

tj. průtok, který je v daném profilu dosažen nebo překročen průměrně **355 dní v roce**, v srpnu.



Zdroj [www.hydro.chmi.cz](http://www.hydro.chmi.cz) – operativní profily (celkový počet operativních profilů 473)

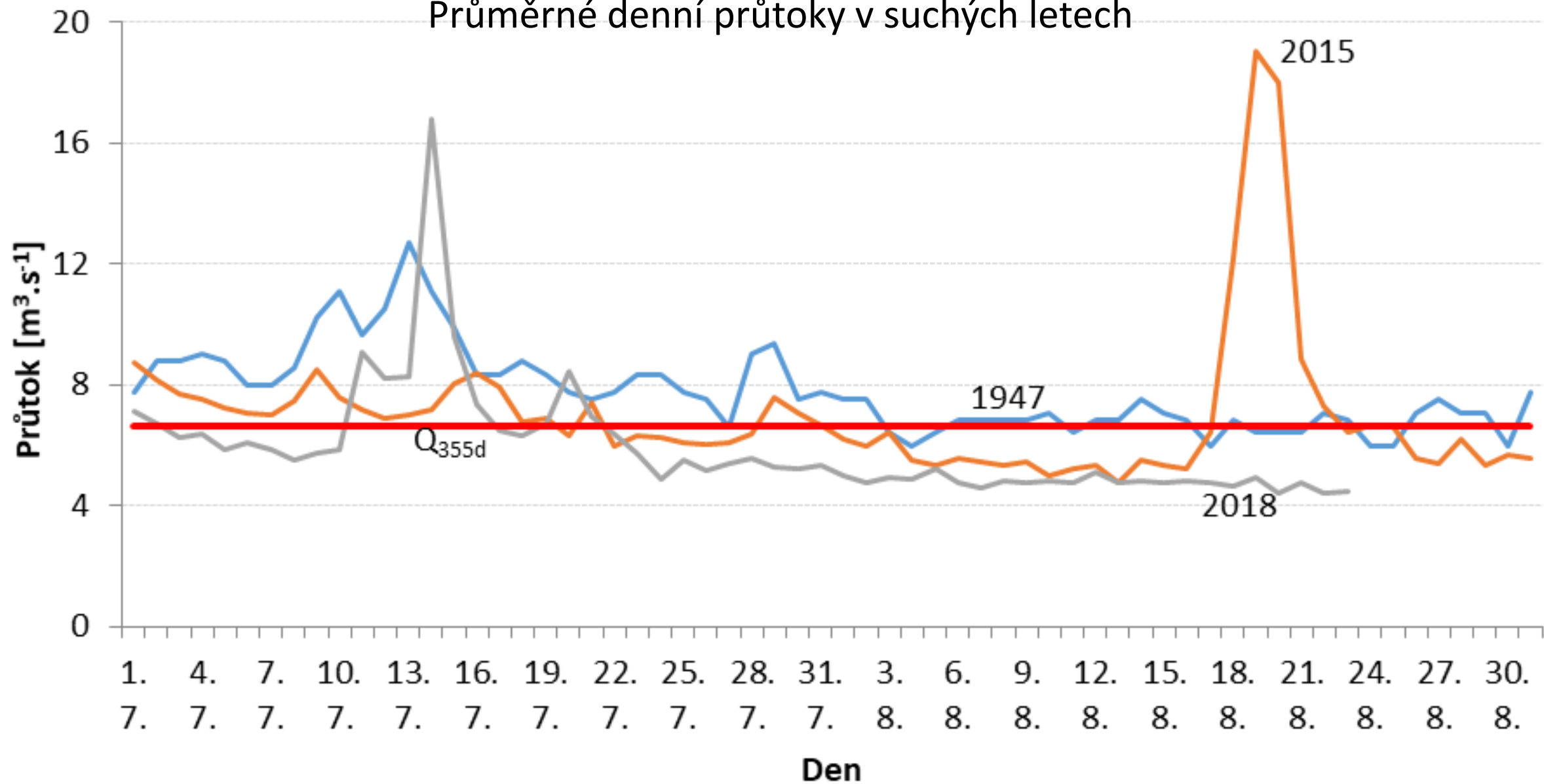
Poslední aktualizace dat: 28.8.2018 8:17:41



**Přehled aktuální vodnosti v tocích ve srovnání s dlouhodobým pozorováním. Profily označené vykřičníkem momentálně vykazují nejmenší průtok pro 28. srpen za celou dobu jejich sledování.**

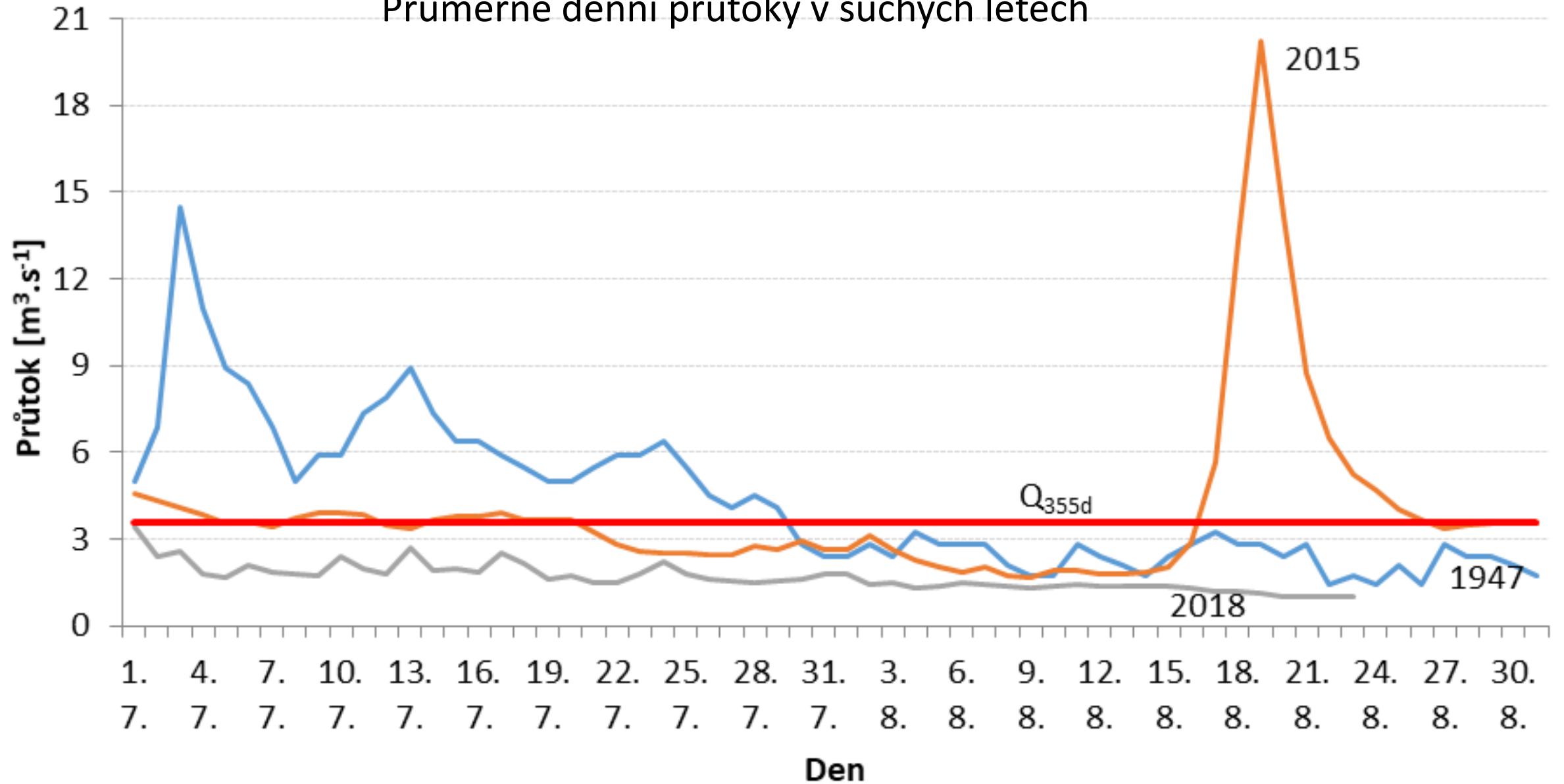
# Jizera v profilu Předměřice (Tuřice)

Průměrné denní průtoky v suchých letech



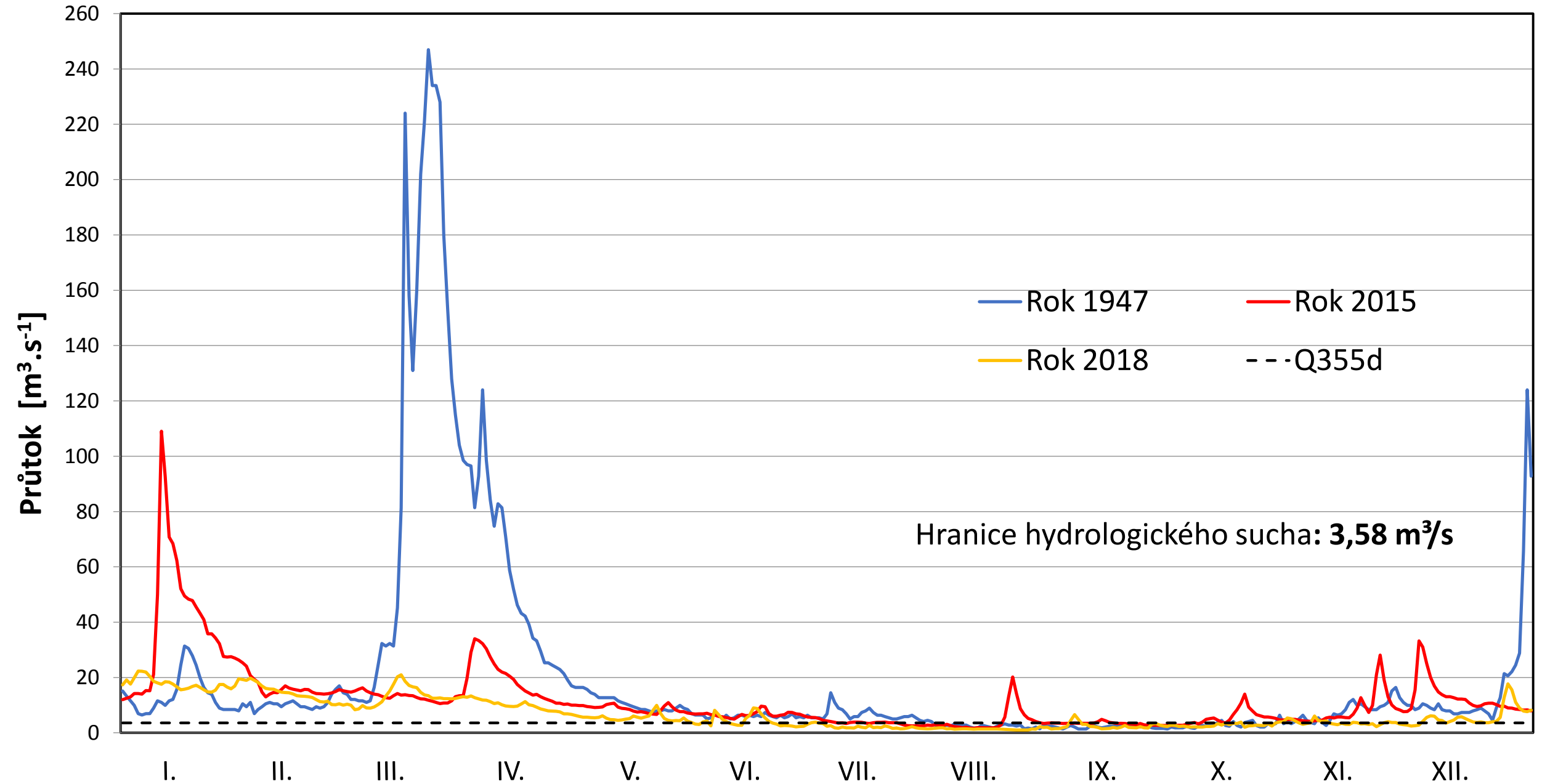
# Sázava v profilu Nespeky (Poříčí nad Sázavou)

Průměrné denní průtoky v suchých letech

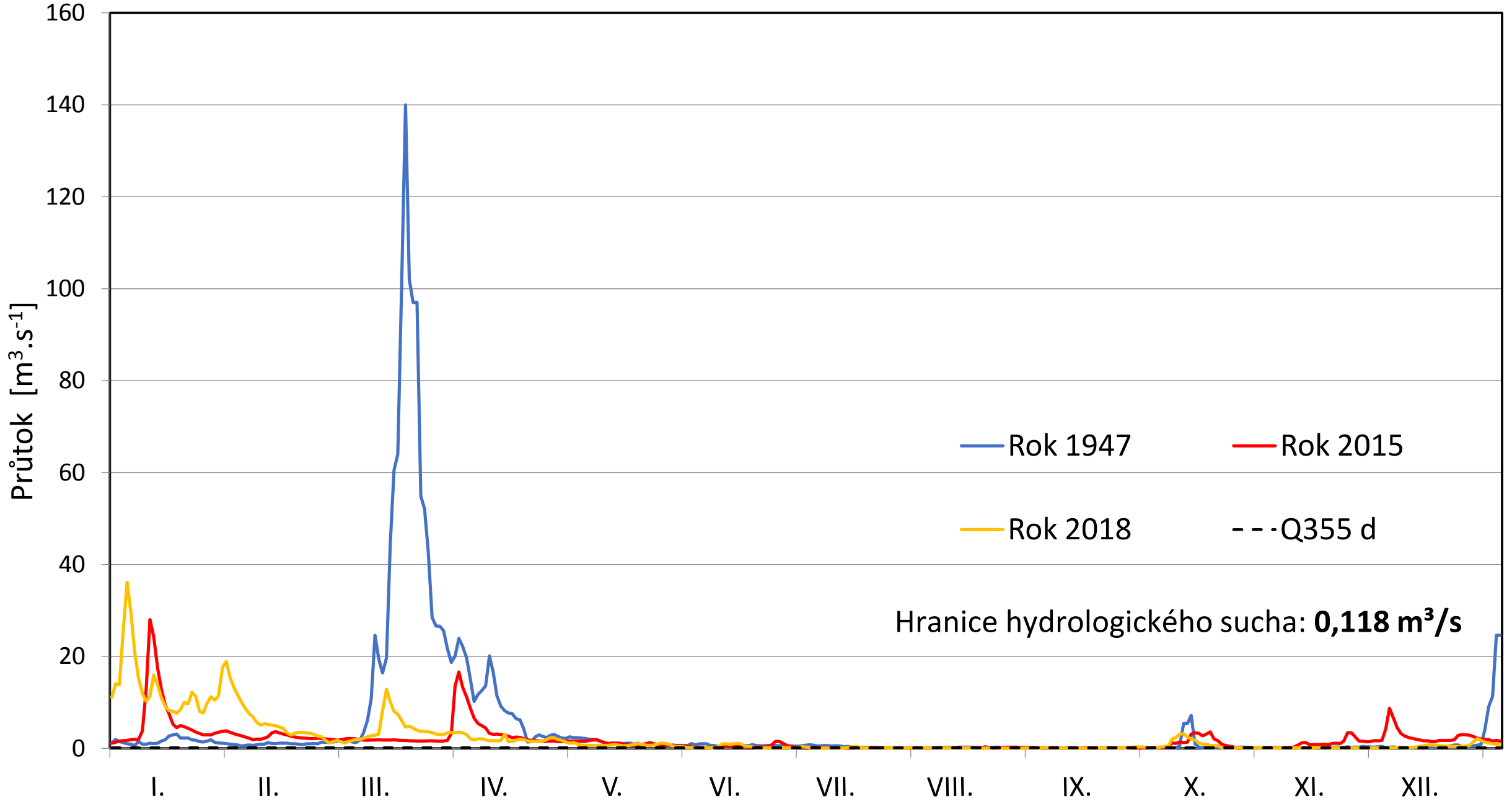




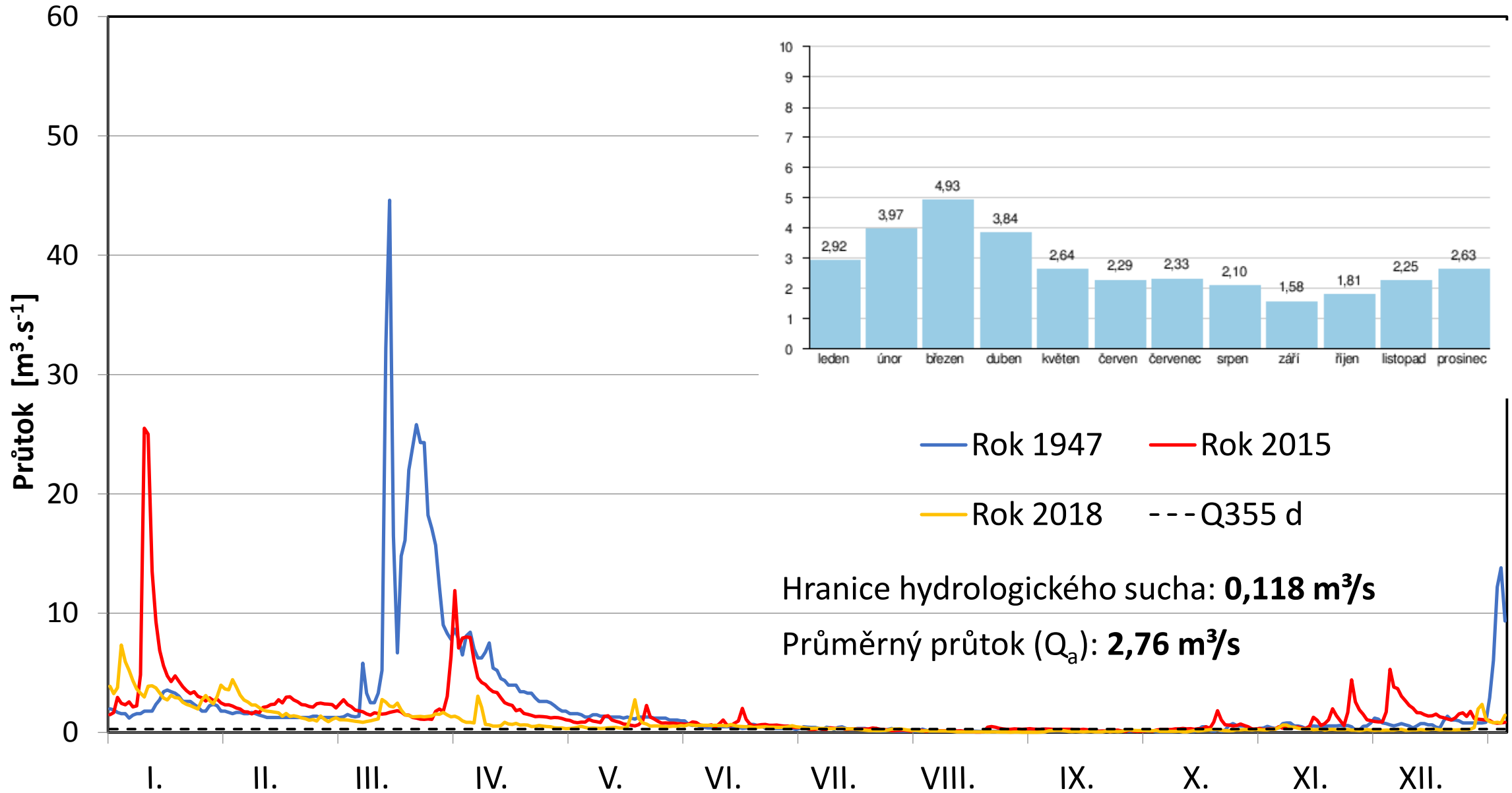
# Průběh průměrných denních průtoků na Sázavě (Nespeky) v letech 1947, 2015 a 2018



# Průběh průměrných denních průtoků na Cidlině (Sány) v letech 1947, 2015 a 2018

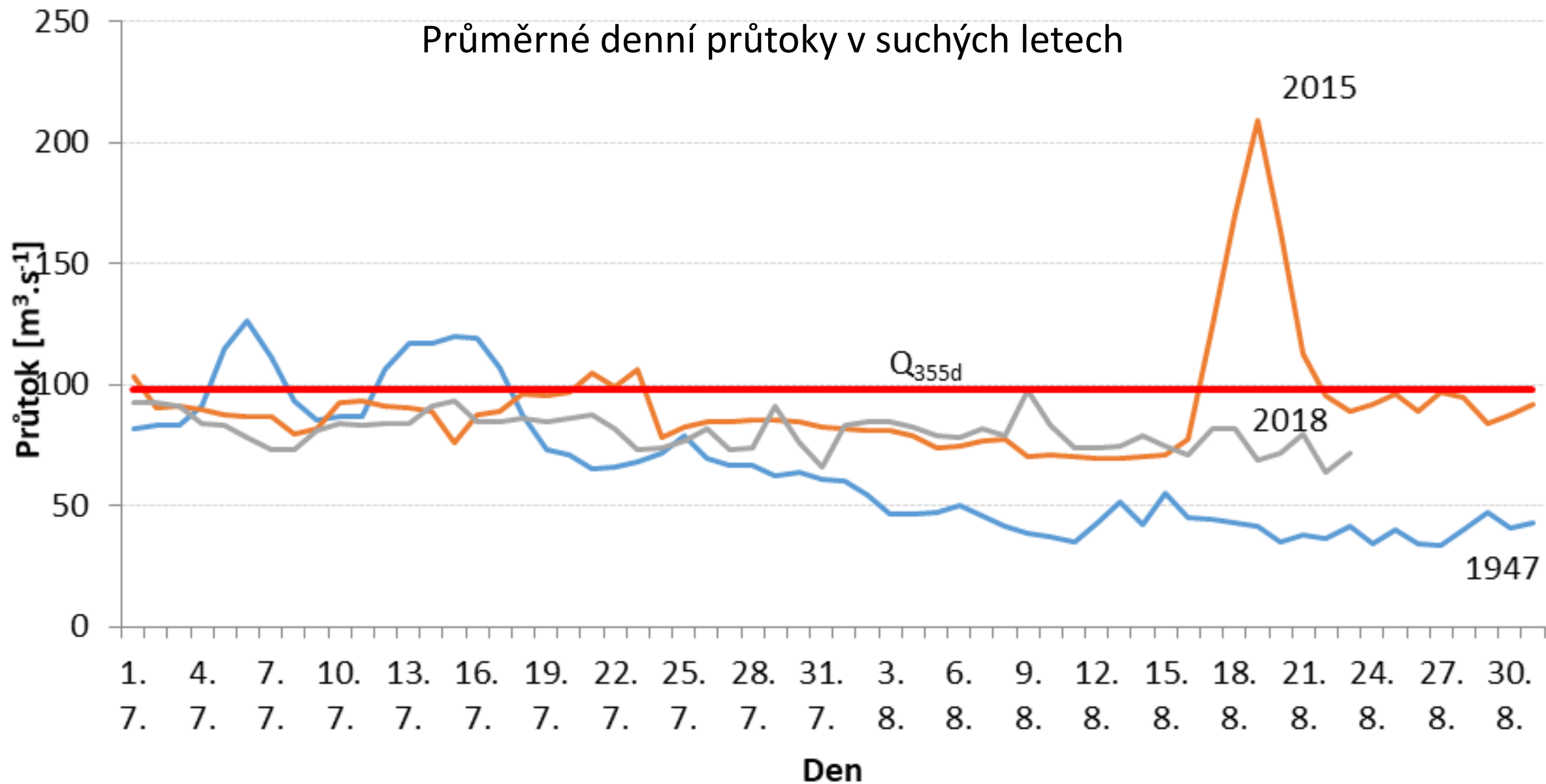


# Průběh průměrných denních průtoků na Doubravě (Žleby) v letech 1947, 2015 a 2018



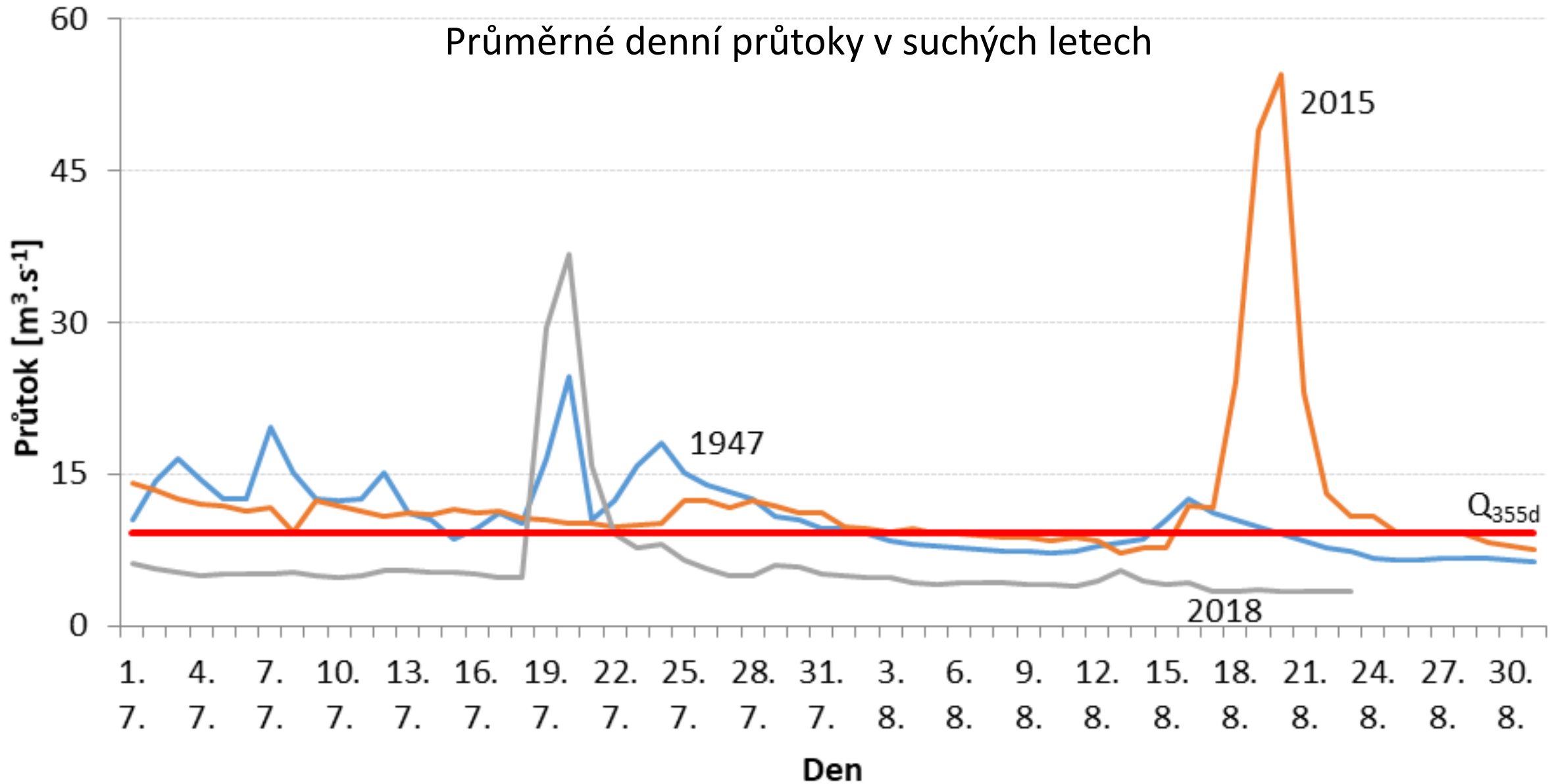
# Labe v profilu Ústí nad Labem

Průměrné denní průtoky v suchých letech



# Morava v profilu Strážnice

Průměrné denní průtoky v suchých letech

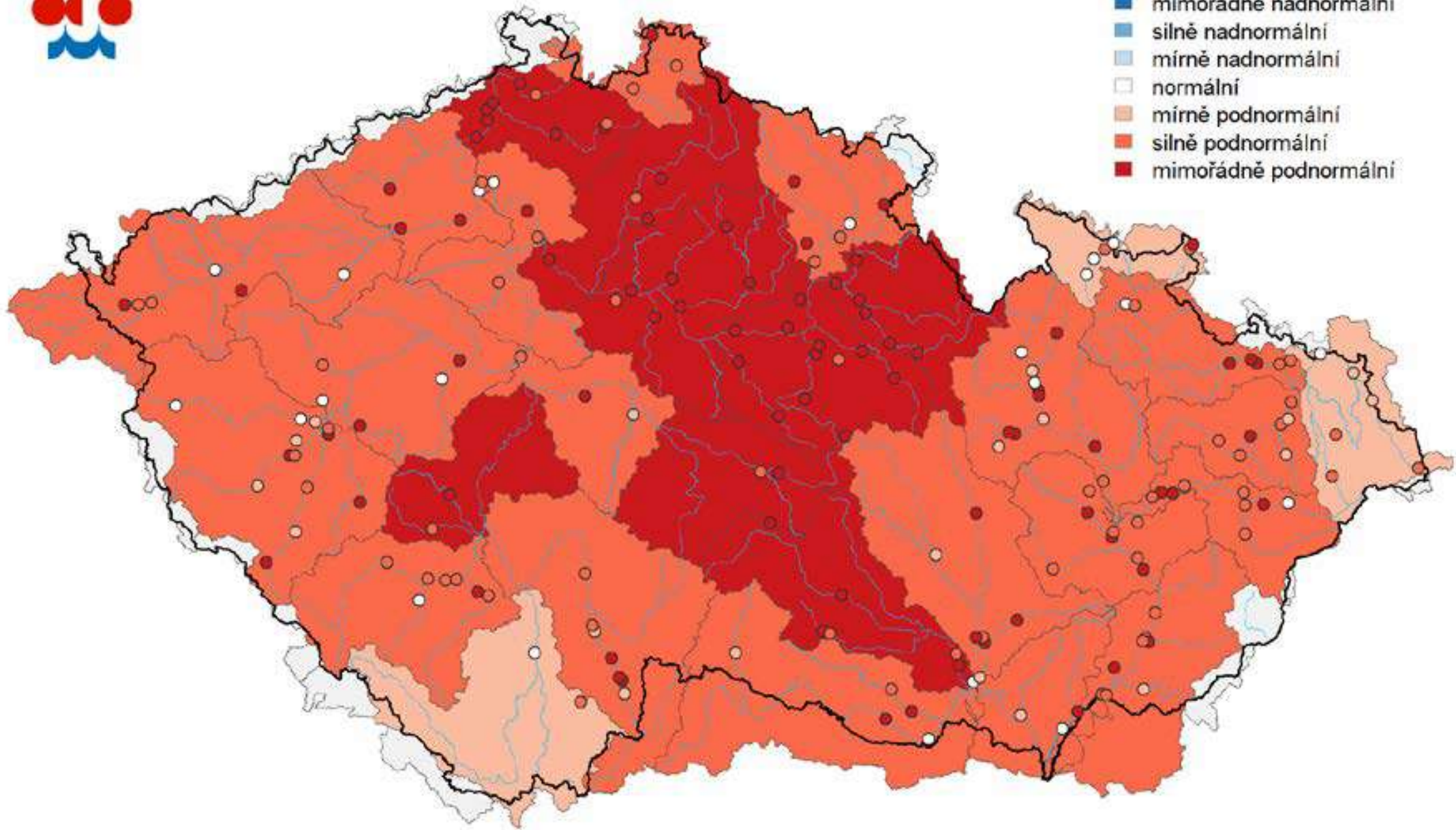


# Stav hladiny podzemní vody v mělkých vrtech

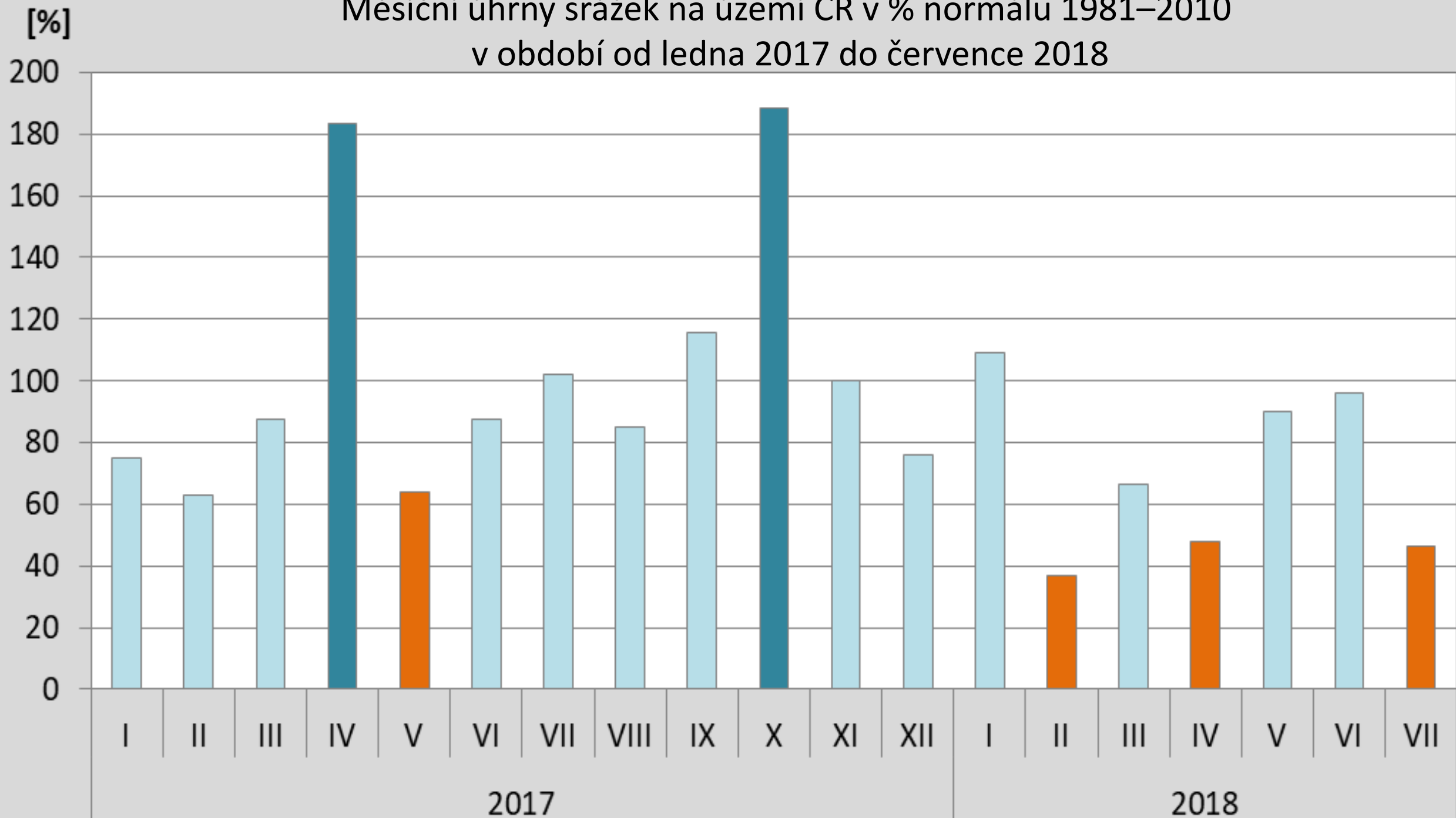
20. 08. – 26. 08. 2018



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



Měsíční úhrny srážek na území ČR v % normálu 1981–2010  
v období od ledna 2017 do července 2018



[%]

100

Úhrn srážek za období 1. 1. až 31. 7. 2018 v procentech normálu 1981–2010  
v jednotlivých krajích ČR

95

90

85

80

75

70

65

60

55

50

Česká republika

Praha a Středoč...

Jihočeský

Plzeňský

Karlovarský

Ústecký

Liberecký

Královéhradecký

Pardubický

Vysočina

Jihomoravský

Olomoucký

Zlínský

Moravskoslezský

72

68

85

77

78

67

59

66

59

68

78

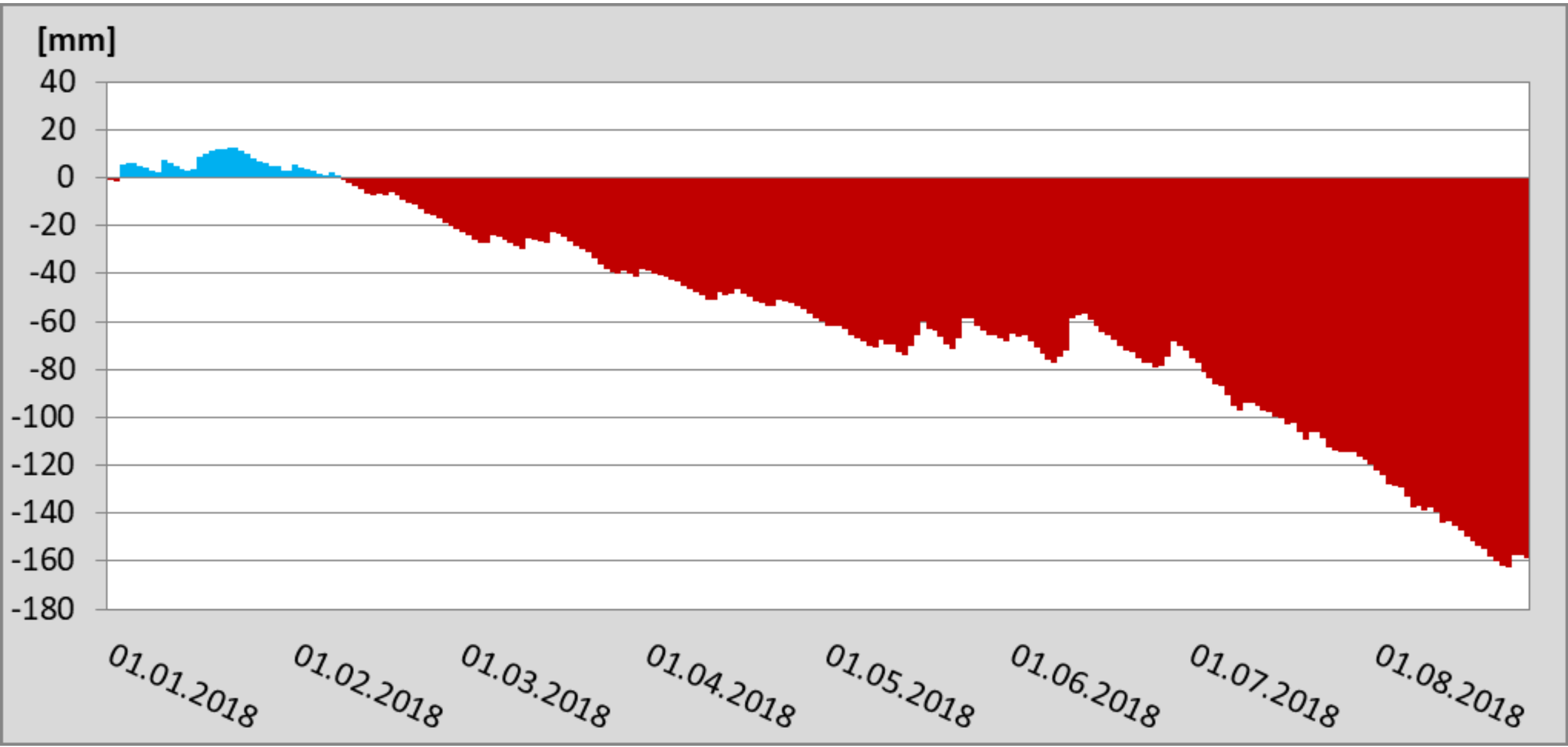
73

68

76



# Vývoj územního srážkového deficitu na území ČR v období 1. 1. 2018 až 26. 8. 2018



# Plánovaná adaptační opatření v Česku

**Komplexní opatření v povodích řek**, která by se měla doplňovat (MŽP a MZV)

Hlavním cílem **zvýšení retence vody v krajině**, zpomalení odtoku

- Výstavba **nových vodních nádrží**, zkapacitnění nádrží (N. Mlýny), **rekonstrukce zaniklých** (klauzy v horských oblastech), obnova **zaniklých rybníků**
- Novela **vodního zákona** (vyhlašování „stavu nedostatku vody“), příprava ústavního zákona („*voda je nejcennější surovina*“...) ??
- Nová protierozní vyhláška (řada opatření na zemědělské půdě)
- 6 pilotních lokalit pro **umělou infiltraci** povrchových vod do HIG struktur
- Na adaptaci na sucho jsou v rámci OPŽP 2014 - 2020 financovány aktivity s alokací **13,5 mld. Kč**, na podporu nakládání se srážkovými vodami v sídlech je určeno **7,4 mld. Kč**, protierozní opatření, zlepšování struktury lesních porostů a zeleň v sídlech je připraveno **6,1 mld. Kč**.
- Průzkum, posílení a budování **zdrojů pitné vody** obcemi (finanční podpora z MMR a MŽP)
- **Kontrola dotačních programů pro zemědělce** – uplatnění opatření k zadržování vody, zvýšení dávek organických hnojiv, hluboká orba,...

# Problematika sucha

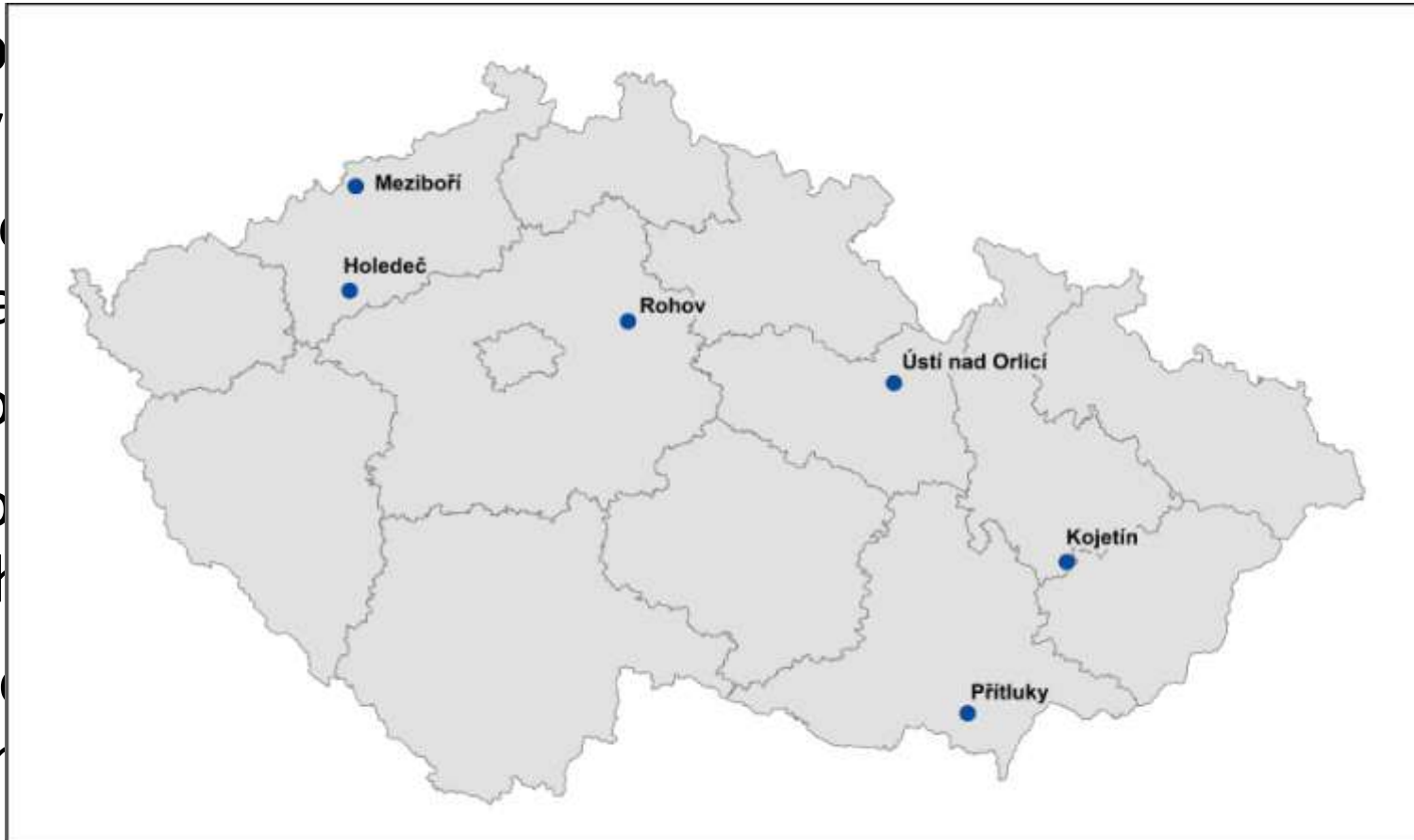
- Národní panel pro řešení sucha (poradní skupina ministrů)
- Meziresortní komise VODA – SUCHO (koordinace VÚV Praha)
- Koncepce ochrany před následky sucha na území ČR
  - 5 pilířů
- Opatření podle časové působnosti
  - Operativní
  - Preventivní a strategická

# 1) Vytvoření informační platformy pro monitoring sucha

- Informovat o riziku sucha, veřejná osvěta
- Zajistit připravenost na události sucha
- Informační zdroje:
  - ČHMÚ <http://portal.chmi.cz/aktualni-situace/sucho>
  - Integrovaný systém sledování sucha („Intersucho“) <http://www.intersucho.cz>
  - Informační portál [www.suchovkrajine.cz](http://www.suchovkrajine.cz)
  - Mapová aplikace [www.stavsucha.cz](http://www.stavsucha.cz)

## 2) Technická opatření

- Podpora surov
- Propo obyva
- Snižo
- Budo vodoh
- Mod závlah
- Podpora vystavby pozarnich nadrzi blizko lesnich ekosystémů



ví při úpravě

obování

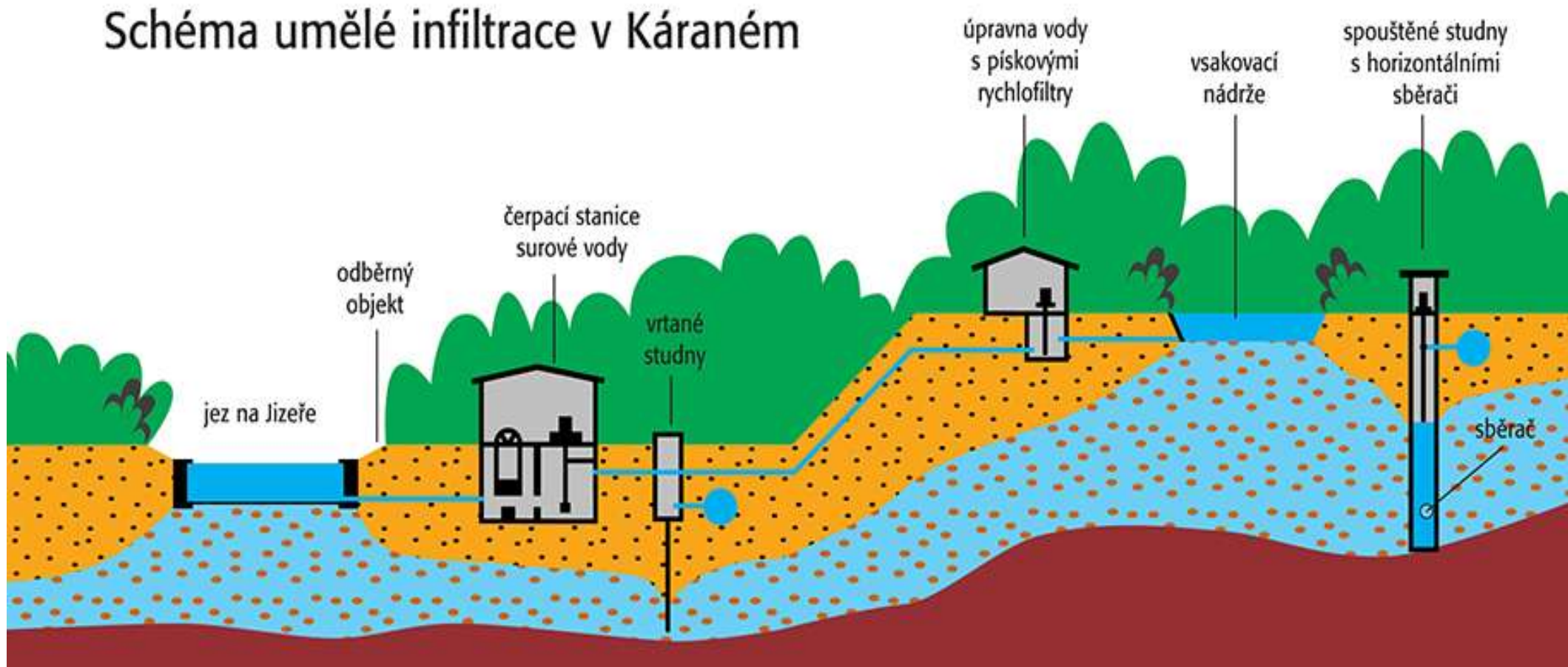
o

ových



**Vodárna Káraný:** v provozu od r. 1914, od roku 1968 – umělá infiltrace  
Do Prahy – 1,5 m<sup>3</sup>/s pitné vody, 3 zdroje vody: břehová infiltrace, umělá infiltrace, artéská voda

# Schéma umělé infiltrace v Káraném



## Jímací objekty:

**24 betonových spouštěných studní** o průměru 4 m, hloubky 18 – 20 m se dvěma horizontálními sběrači o délce 60 m, vydatnost spouštěných studní s horizontálními sběrači se pohybuje od 20 l/s do 30 l/s, vydatnost spouštěných studní s připojenými vrtanými studnami dosahuje až 240 l/s a závisí na počtu připojených studní.


**165 vrtaných trubních studní** hlubokých 10 – 12 m, rozdělených na 7 násoskových řadů



Vsakovací nádrž v areálu vodárny Káraný **15 vsakovacích nádrží** o šířce 10 – 30 m, hloubce 2,5 m, délce 100 – 500 m, celková vsakovací plocha 70 000 m<sup>2</sup>. Rychlost vsakování je 1 – 1,5 m/den. Čištění zakolmat. dna vsakovacích nádrží 1x – 2x ročně sejmutím vrstvy 3 – 5 cm ze dna nádrže.

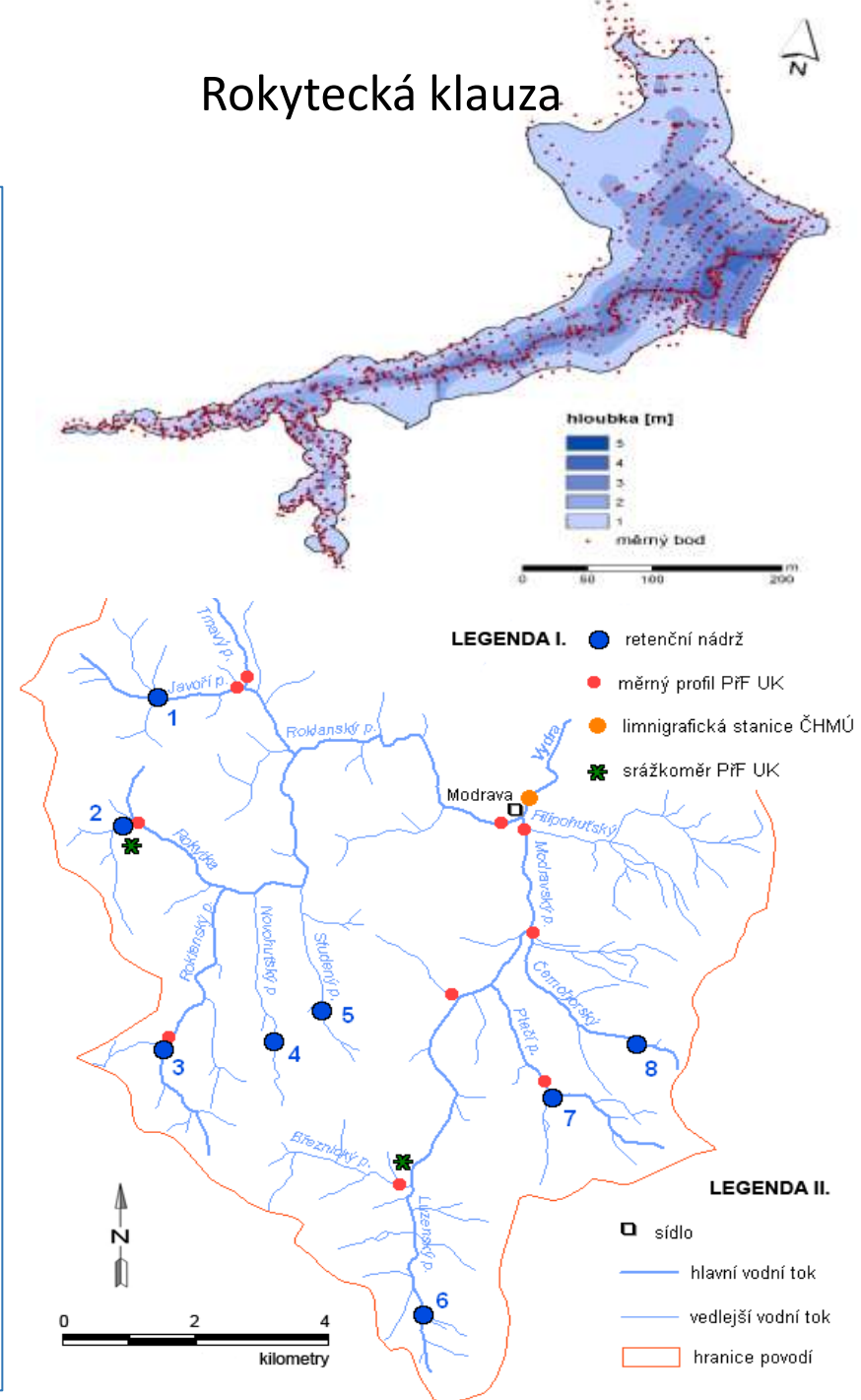


### 3) Opatření v sektoru zemědělství

- Zvýšení ochrany půdy před účinky eroze
  - Cca **12 % ZPF** v ochranném režimu proti erozi
  - Protierozní kalkulačka <http://kalkulacka.vumop.cz/>
- Rozrušení zhutnělého podorničí  hluboká orba
- Výběr odolnějších plodin a odrůd, střídání plodin, širokořádkové kultury na svazích ??
- Zvýšení dávek organických hnojiv do půdy – váže vodu v půdě
- ?? Chybí hovězí dobytek ??
- Zemědělské plodiny pro biosplynovací stanice ?? (kukuřice, pšenice ??)

## 4) Zvýšení retenční schopnosti krajiny

- Revitalizace vodních toků, renaturace v celém rozsahu říční nivy
- Využití retenčního potenciálu říčních niv (vymezení zátopových území podél toků → mimo intravilány obcí)
- Obnova přirozených vodních prvků v krajině
- Výstavba poldrů
- Obnova rybníků (až 40 tis. ještě za císařovny Marie Terezie, za Josefa II. započala jejich přeměna na ornou půdu)
- Obnova zaniklých historických nádrží v horských oblastech (klauz)
- Pestrá druhová skladba lesních porostů, podpora přirozené obnovy lesa





Zatravněná infiltrační oblast na rozvodí



Hrázka suché nádrže na území nivy



Záchytný příkop



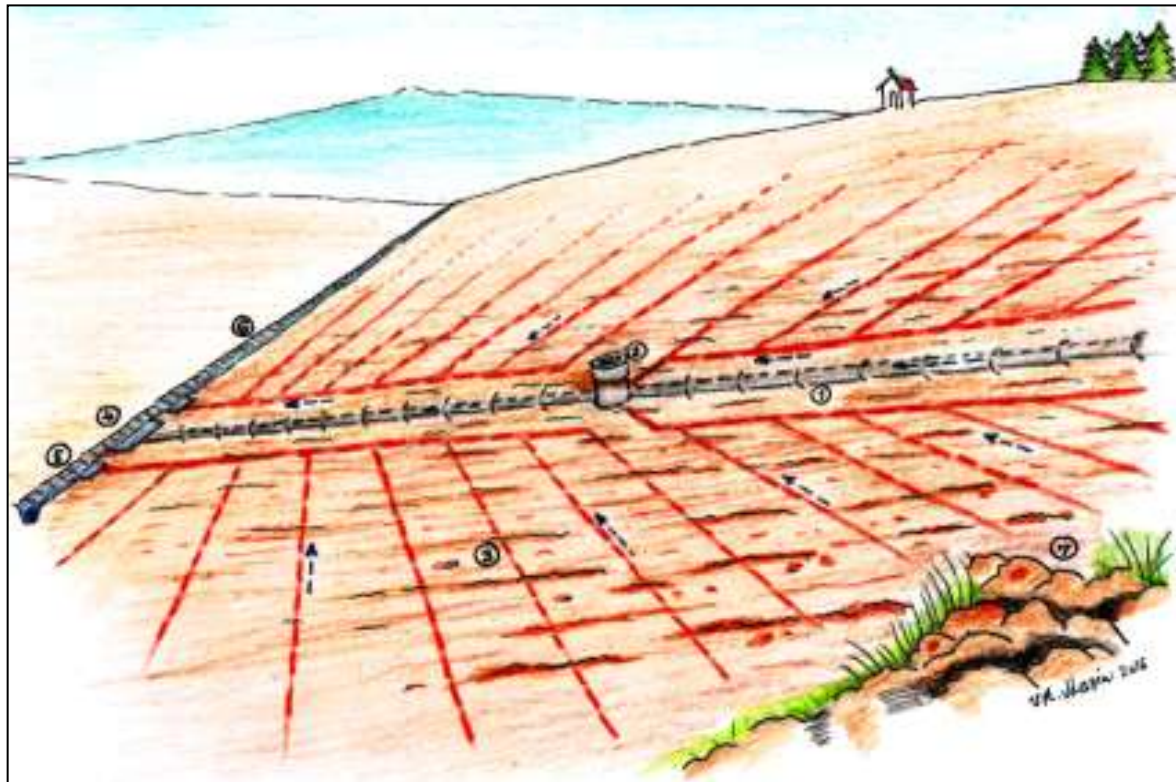
Nedostatečná retenční funkce travního pásu



Zasakovací průleh s propustkem



Zasakovací jámy – drenážní vody




Původní stav využití  
zemědělského půdního fondu



Navrhované komplexní řešení ochrany  
půdního fondu

## 5) Šetrné hospodaření s vodou napříč sektory

- Snižování spotřeby vody v energetice a průmyslu (moderní technologie)  **recyklace**
- **Využívání srážkových vod** pro závlahu a v domácnostech (program „Dešťovka“)
- Omezení herbicidů a průmyslových hnojiv
- Zohlednění problematiky sucha v územním plánování
- Zakládání a údržba **propustných ploch** v intravilánech i extravilánech obcí
- **Zeleň ve městech** (střechy panelových domů, odstraňování tmavých povrchů)



Děkuji vám za  
pozornost !

František Krátký,  
Labe u Střekova, srpen 1904