

Vyhodnocení reprezentativnosti profilů pro měření minimálních průtoků



Praha, červenec 2016



Úvod

Usnesení Vlády České republiky č. 620 ze dne 29. července 2015 k přípravě realizace opatření pro zmírnění negativních dopadů sucha a nedostatku vody ukládá jako jeden z úkolů (A1) „Provést revizi reprezentativnosti a navrhnout úpravu a doplnění situačního/provozního monitoringu množství povrchových a podzemních vod a monitoringu klimatických a půdních ukazatelů, prioritně v suchem ohrožených oblastech nebo v oblastech indikativních pro vznik hydrologického a půdního sucha“. Tento dokument prezentuje postup a výsledky vyhodnocení reprezentativnosti měření minimálních průtoků v síti monitoringu množství povrchových vod Českého hydrometeorologického ústavu.

Vyhodnocení reprezentativnosti profilů pro měření minimálních průtoků

ČHMÚ provozuje síť více než 500 vodoměrných profilů, v nichž je vyhodnocováno průtočné množství. Princip měření v naprosté většině případů spočívá v měření vodního stavu a jeho přepočtu na průtok pomocí vztahu mezi vodním stavem a průtokem (dále měrné křivky). Měrná křivka průtoků je konstruována na základě prováděných hydrometrických měření při známé výšce hladiny a vytvoření empirického vztahu uvedených veličin. V roce 2014 bylo v průměru uskutečněno 5,4 měření na stanici, v roce 2015 pak 5,9 měření na stanici.

Z hlediska reprezentativnosti profilů pro měření a vyhodnocení minimálních průtoků a následného zhodnocení vývoje hydrologického sucha byly identifikovány celkem tři problémové charakteristiky každého profilu:

1. Stabilita profilu
2. Citlivost profilu
3. Míra antropogenního ovlivnění průtoku v daném profilu

Dále bylo vyhodnoceno i konstrukční řešení měrného profilu a potřeba jeho úprav.

Stabilita profilu

Pouze omezené množství profilů je vybaveno tzv. koncentračním prahem, jehož funkcí je při malých průtocích koncentrovat odtékající vodu do jednoho místa řečiště tak, aby bylo zajištěno spolehlivé měření vodního stavu a rovněž měření a vyhodnocení průtoku. Ve většině profilů je stav koryta v místě vodoměrné stanice víceméně přirozený, v některých profilech pak historicky vybudované prahy ne zcela plní zamýšlenou funkci. V nestabilizovaných profilech dochází ke změnám průtočného profilu, nejčastěji v důsledku zanášení koryta nánosy písku a štěrku (obr. 1), nebo i zarůstáním vegetací (obr. 2).

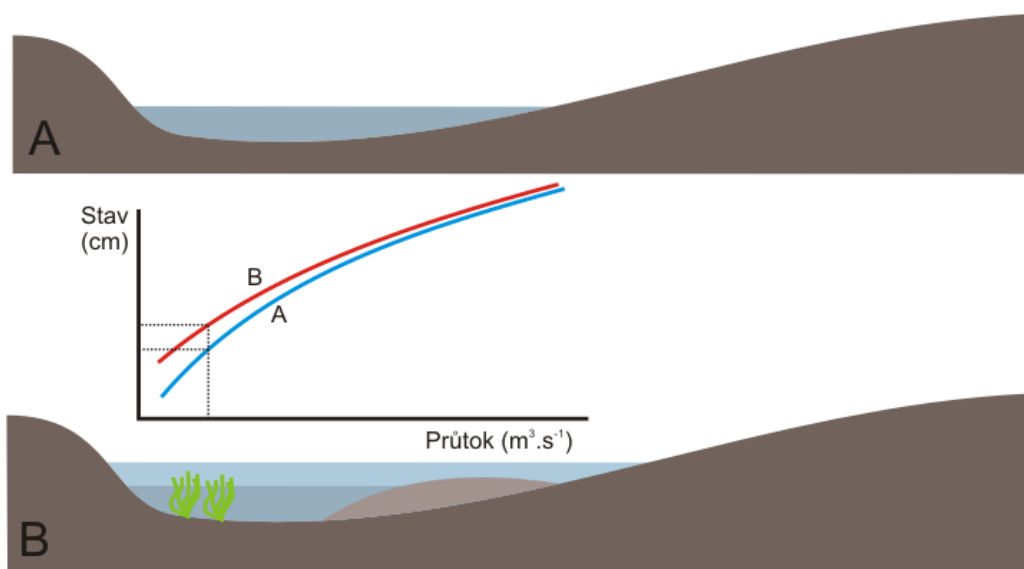


Obr. 1: Ukázka zanášení profilu na Sázavě v Nespekách, kde řeka ukládá štěrkový materiál u pravého břehu v místě vodoměrné stanice.



Obr. 2: Ukázka ovlivnění zarůstáním vegetací. V případě větších toků (nahore Ohře v Žatci) mohou podstatnou část příčného profilu koryta vyplňovat vodní trávky, v případě menších toků (na obrázku dole Konopištský potok v Poříčí nad Sázavou) může být koryto v zúžených místech v době sucha úplně zarostlé vegetací .

Změny v průtočném profilu, zejména vyvolané zarůstající vegetací, mohou být velmi dynamické a způsobit významnou změnu měrné křivky. V takovém případě vždy dochází k nadhodnocování operativně vyhodnocovaných hodnot průtoku, protože stejnému průtoku při zmenšení průtočného profilu odpovídá významně vyšší vodní stav (obr. 3). Je proto nutné v co možná nejkratším čase provést potřebná hydrometrická měření a měrnou křivku upravit.



Obr. 3: Ilustrace vlivu zanášení, či zarůstání průtočného profilu na vztah vodního stavu a průtoku.

Hodnocení stability profilu bylo provedeno pro všechny sledované profily na základě zkušeností hydrologů pobočkových pracovišť ČHMÚ, kteří provádějí hydrometrická měření, znají konkrétní profil a jeho chování a jsou zodpovědní za tvorbu a aktualizaci měrných křivek v daném profilu podle klíče uvedeného v tabulce 1.

Tabulka 1: Kritéria pro vyhodnocení stability profilu.

Kód	Slovní vyhodnocení	Řídící charakteristika
A	stabilní profil	vliv zarůstání profilu nebo zanášení sedimenty je minimální, měrnou křivku je nutné měnit v průměru 1x ročně
B	méně stabilní profil	silnější zarůstání nebo zanášení splaveninami, měrnou křivku by bylo nutné měnit v průměru 2x ročně
C	nestabilní profil	silné zarůstání vegetací nebo časté zanášení koryta, měrná křivka průtoku je (zejména ve vegetační sezóně) velmi obtížně stanovitelná

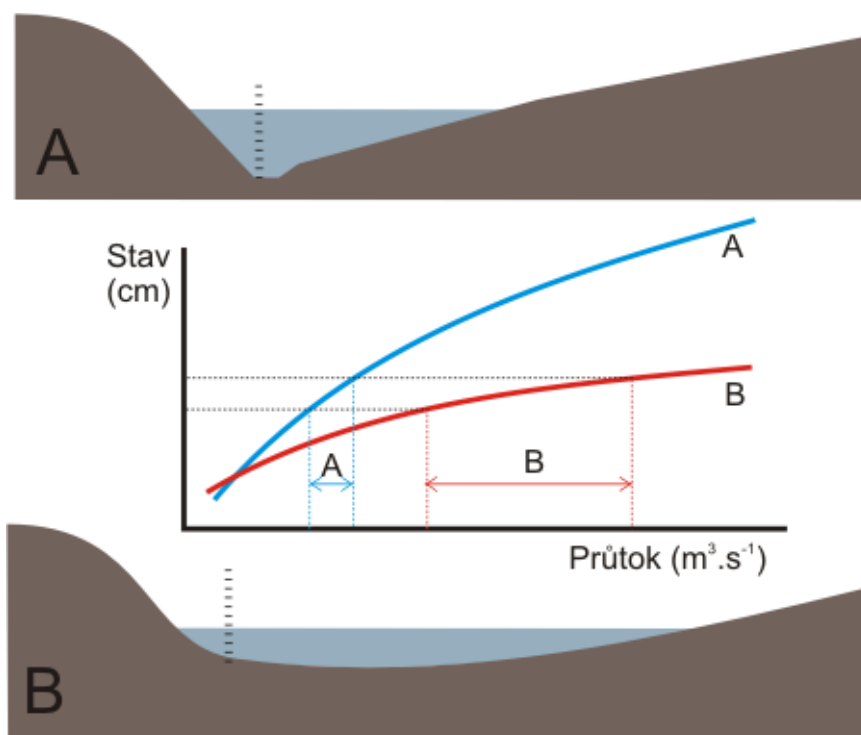
Citlivost profilu

Citlivost vodoměrného profilu je dána především tvarem jeho příčného profilu a částečně i podélným sklonem hladiny vody v přilehlém úseku. V ideálním případě jsou stabilizované profily za účelem měření malých průtoků konstruovány tak, aby byl průtok koncentrován v jednom místě koryta (obr. 4 A) a současně aby s rostoucím vodním stavem plynule narůstala i plocha průtočného profilu. Problematické z hlediska citlivosti jsou takové profily, kde při změně vodního stavu o 1 cm, což je přesnost měření této veličiny, dochází k velké změně celkové plochy průtočného profilu, a tím i k velké změně průtoku (obr. 4 B), která může dosahovat až desítek procent.

Pro účely hodnocení citlivosti byly analyzovány měrné křivky průtoků v databázi ČHMÚ. Jednotlivé vodoměrné profily byly kategorizovány na základě procentuální změny průtoku při změně vodního stavu o 1 cm v oblasti hodnot průtoků mezi Q_{364} a Q_{355} , viz tab. 2.

Tabulka 2: Kritéria pro vyhodnocení citlivosti profilu.

Kód	Slovní vyhodnocení	Řídící charakteristika
A	vysoká citlivost	změna vodního stavu o 1 cm odpovídá změně průtoku o 10 % a méně
B	nižší citlivost	změna vodního stavu o 1 cm odpovídá změně průtoku o 30 % a méně, avšak více než 10 %
C	nízká citlivost	změna vodního stavu o 1 cm odpovídá změně průtoku o více než 30 %



Obr. 4: Ilustrace rozdílu v citlivosti profilů v závislosti na tvaru příčného profilu.

Míra ovlivnění průtoku

Míra antropogenního ovlivnění průtoku byla vyhodnocena jako velikost evidovaných nakládání s vodami v povodí nad daným vodoměrným profilem k velikosti průtoku Q_{355d} v daném profilu. Využita byla data o velikosti ovlivnění zpracovávaná v rámci hydrologické bilance, za použití kritérií uvedených v tabulce 3.

Tabulka 3: Kritéria pro vyhodnocení stability profilu.

Kód	Slovní hodnocení	Řídící charakteristika
AA	Přirozený režim	režim minimálních průtoků lze považovat za přirozený (ovlivnění do 5 %)
A	Mírně ovlivněný režim	podíl antropogenního ovlivnění je menší než 20 %
B	Ovlivněný režim	podíl antropogenního ovlivnění je větší než 20 % a menší než 50 %
C	Silně ovlivněný režim	podíl antropogenního ovlivnění je větší než 50 %

Konstrukční řešení profilů

Výskyt extrémně nízkých vodních stavů v roce 2015 ukázal mimo jiné na nedostatky konstrukčního řešení některých vodoměrných stanic s ohledem na podchycení monitorování sucha. Pracovníci zodpovědní za provoz měřicí sítě provedli hodnocení vodoměrných profilů z hlediska existence a funkčnosti prahu (viz tabulka 4). V roce 2015 bylo zjištěno, že některé prahy neplní dobře svou funkci z důvodu nepříznivých podmínek v úseku pod prahem, kde docházelo k zanášení či zarůstání průtočného profilu, které se vzdutím projevilo i v místě vybudovaného prahu. V případě některých dříve vybudovaných prahů bylo při takto malých průtocích identifikováno podtékání konstrukce prahu, případně bylo zjištěno i částečné zanášení vlastního prahu.

Pozornost byla dále věnována vyhodnocení konstrukce stanice z hlediska umístění čidel pro měření vodního stavu. Konstrukce stanic v dnešní době využívá většinou vyvedení kabelu s čidlem v chrániče typu zakrytého žlábků přímo na dno vodního toku, kde je čidlo stabilizováno. V takovém případě většina čidel měřila za sucha v roce 2015 spolehlivě, nicméně v některých stanicích došlo k tomu, že se čidlo ocitlo nad hladinou vody, případně se průtok mezi nánosy rozdělil a vzniklo tak dva či více hydraulicky nezávislých proudů a čidlo měřilo hladinu pouze jednoho z nich. Dříve vybudované vodoměrné stanice jsou vybaveny většinou šachtovou konstrukcí pod budkou stanice, do níž je přiváděna voda přívodním potrubím ústícím do toku. Právě fyzické umístění zaústění potrubí do toku se v případě některých stanic v létě 2015 ocitlo nad hladinou a tím došlo k přerušení komunikace hladiny vody v šachtě a ve vodním toku, což znemožnilo měření vodního stavu (obr. 5).

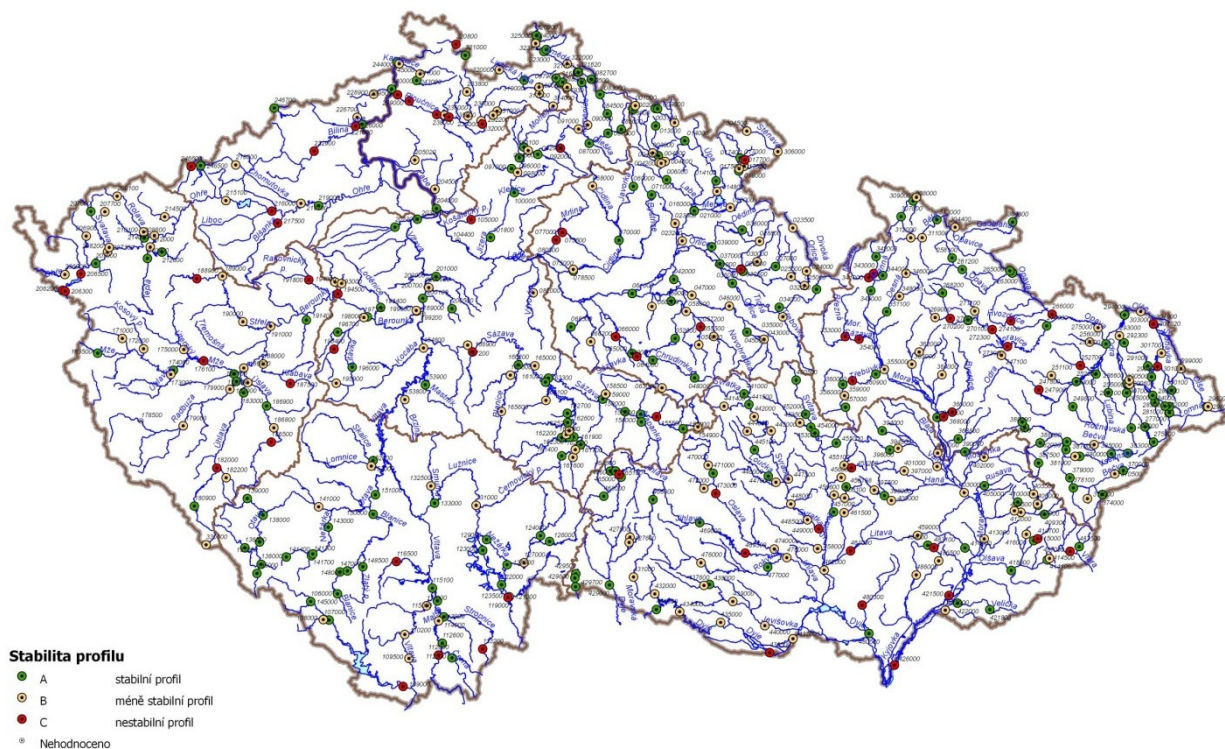


Obr. 5: Ukázka situace, kdy se přívodní kanál do šachty vodoměrné stanice postupně ocitl nad úrovní vodní hladiny, což vedlo k jeho zanesení a přerušení přívodu vody do měrné šachty vodoměrné stanice, přičemž současně došlo k poklesu hladiny pod nulu vodočtu (Úterský potok v Trpístech).

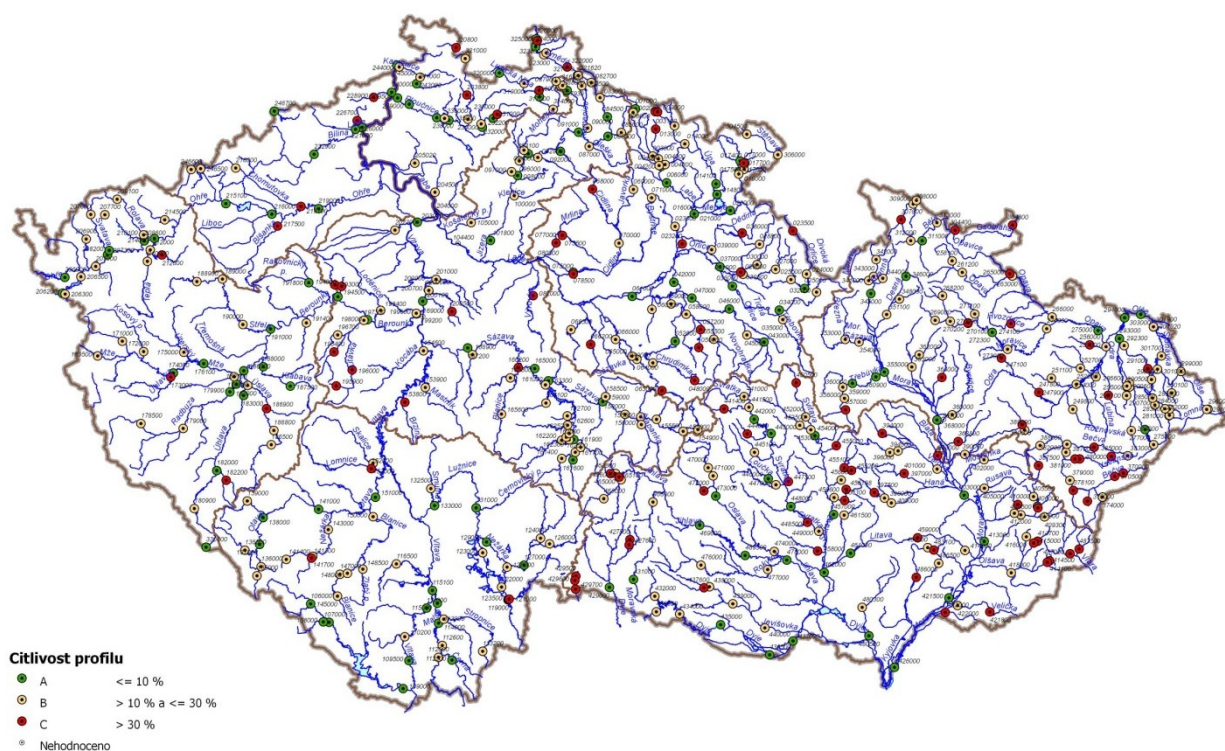
Tabulka 4: Kritéria pro vyhodnocení funkčnosti měrného prahu.

Kód	Slovní hodnocení	Řídící charakteristika
A	funkční práh	profil není ovlivněn hydraulickými podmínkami v úseku pod prahem (zarůstáním) či zanášením
B	částečně funkční práh	profil může být mírně ovlivněn vzdutím pod prahem (zarůstáním) či mírným zanášením
C	nefunkční práh	výrazně ovlivněn vzdutím pod prahem (zarůstáním či zanášením) či přímo významně zanesen, práh tím fakticky neplní svojí funkci
N	v profilu není práh, který slouží ke stabilizaci profilu (měrné křivky)	Blízko profilu stanice může být práh, ale není určen ke stabilizaci profilu stanice, např. byl postaven pro účely snadnějšího hydrometrického měření z lanovky.

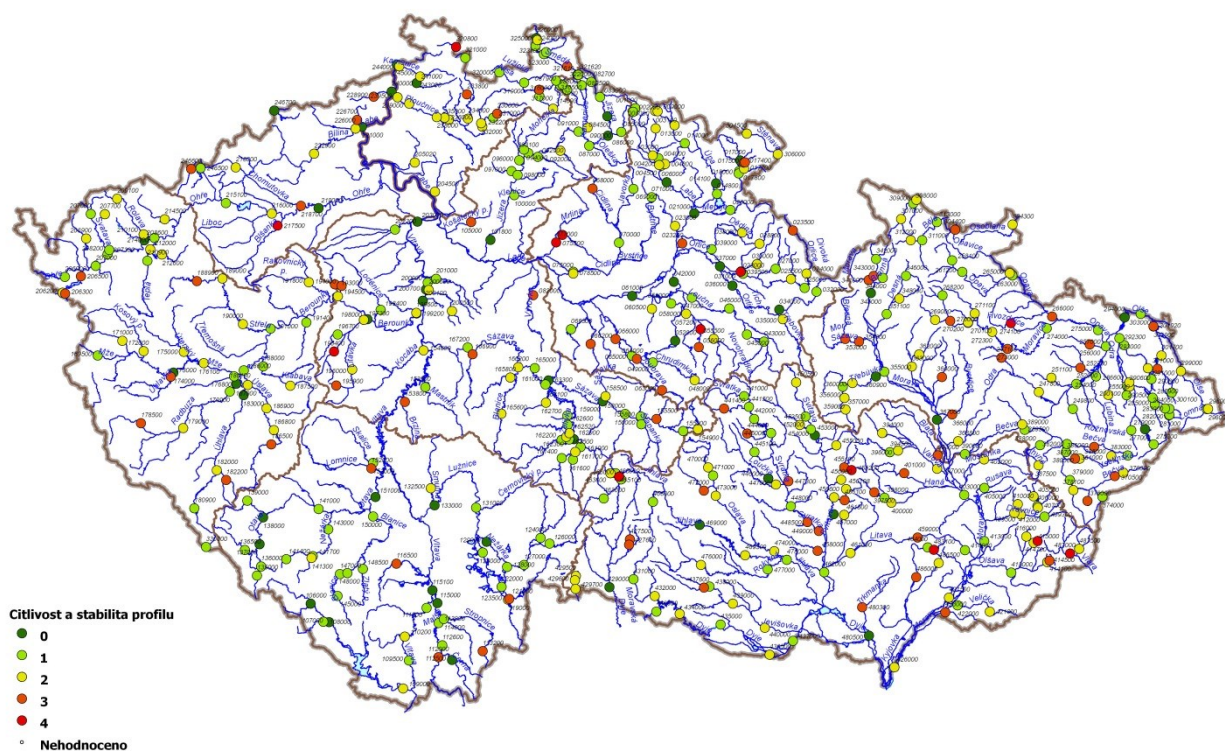
Výsledky



Obr. 6: Výsledky vyhodnocení stability vodoměrných profilů z hlediska vyhodnocení sucha.

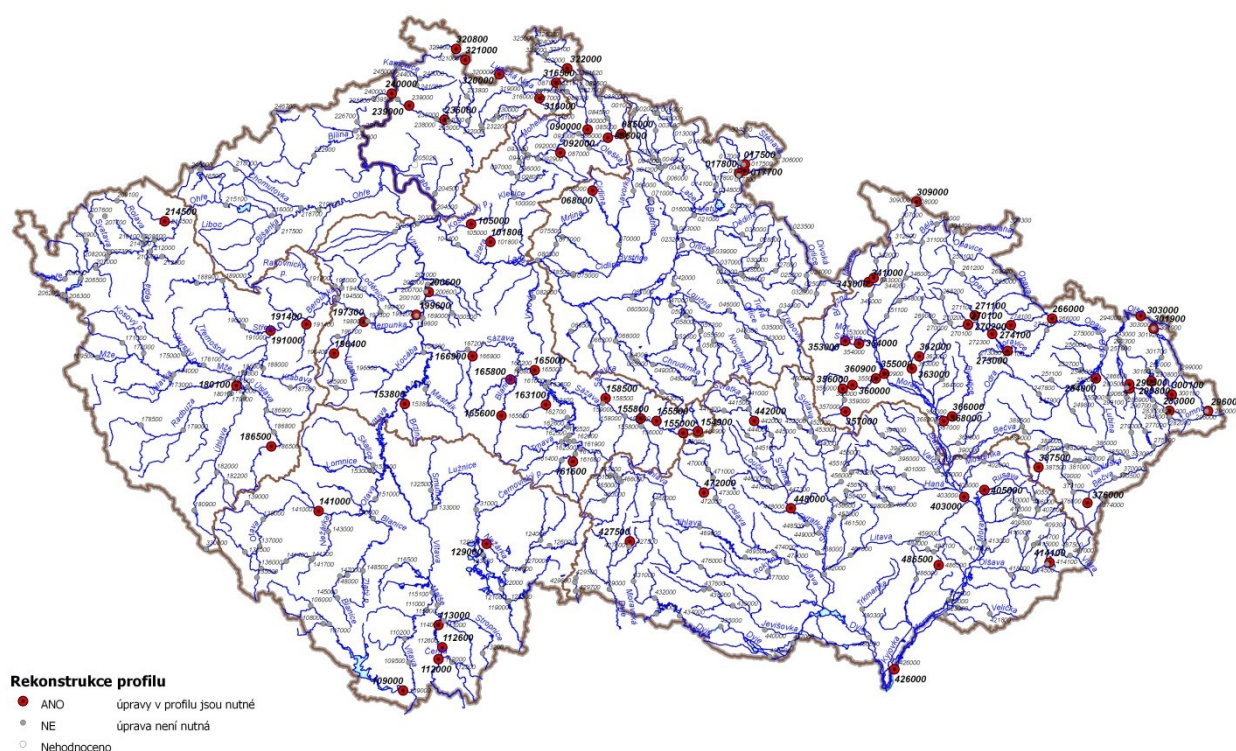


Obr. 7: Výsledky vyhodnocení citlivosti vodoměrných profilů z hlediska vyhodnocení sucha.



Obr. 7: Výsledky vyhodnocení stability a citlivosti vodoměrných profilů z hlediska vyhodnocení sucha. Hodnocení je provedeno součtem vyhodnocených kategorií z hlediska obou parametrů, kdy kategorii A je přiřazena hodnota 0, kategorii B hodnota 1 a kategorii C hodnota 2.

Na základě vyhodnocení konstrukčních vlastností profilů a s přihlédnutím k jejich stabilitě a citlivosti bylo posouzeno, zda daný profil vyžaduje rekonstrukci s ohledem na jeho schopnost monitorovat malé průtoky v období sucha. Mapka znázorňující profily, u nichž je nezbytná rekonstrukce z důvodu zlepšení reprezentativnosti měření, je uvedena na obrázku 8. Tabulka profilů s vyhodnocením podle jednotlivých parametrů je k dispozici v příloze.



Obr. 8: Přehled profilů, kde byla identifikována potřeba rekonstrukce pro zlepšení jejich reprezentativnosti monitorování malých průtoků a hydrologického sucha.