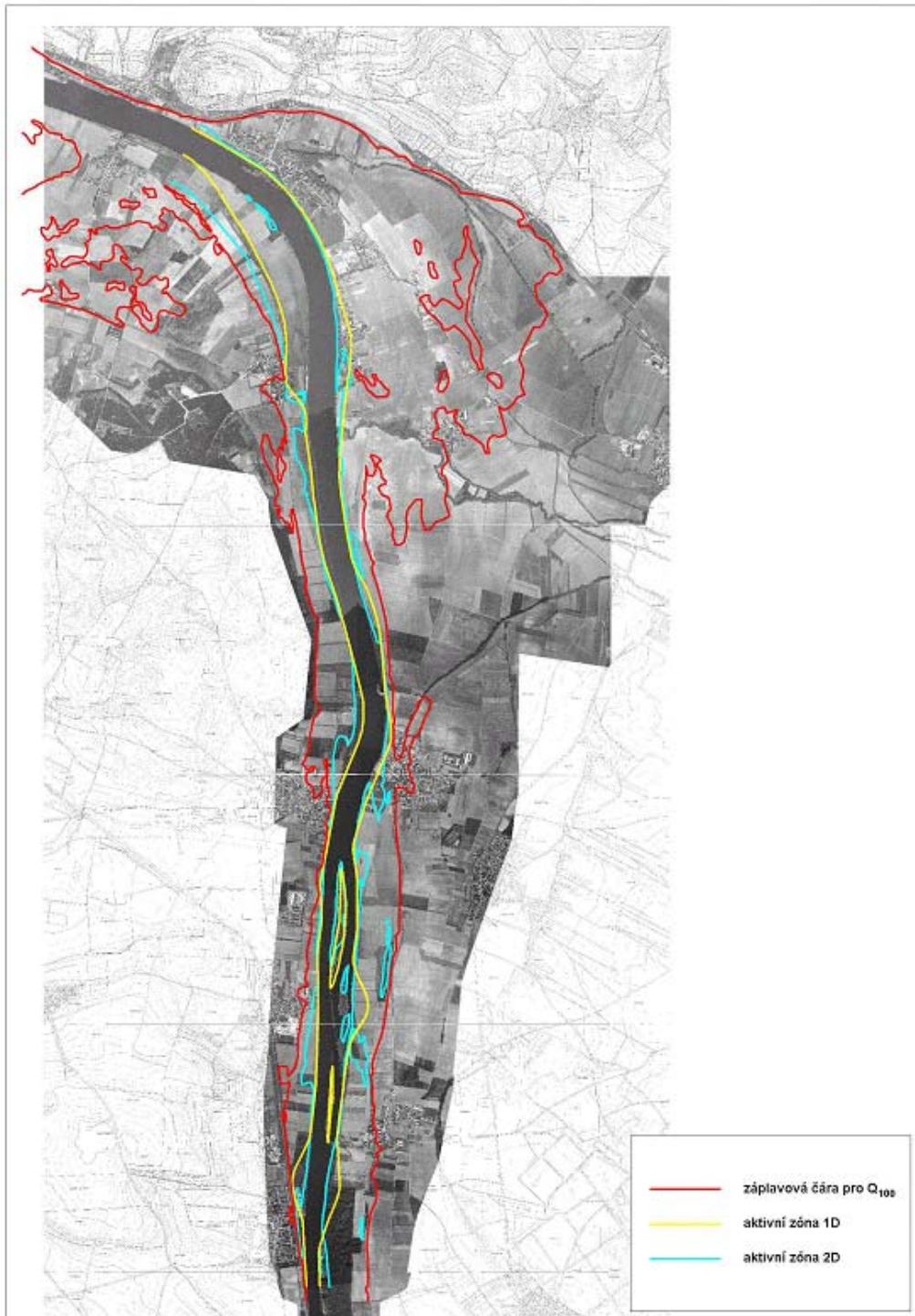


Metodika stanovení aktivní zóny záplavového území



Duben 2005

METODIKA STANOVENÍ AKTIVNÍ ZÓNY ZÁPLAVOVÉHO ÚZEMÍ

duben 2005

Praha

Zadavatel: ARCADIS, MZe

Řešitel: DHI Hydroinform a.s.

Doba řešení: 8/2003 – 4/2005

Vedoucí projektu: Ing. Jan Špatka, Ph.D.

Spolupracovali: oddělení říční hydrauliky a vodních zdrojů DHI Hydroinform a.s.
Jan Špatka, Petr Jiřinec, Viktor Hnčíř, Marcela Svobodová, Marek Maťa, Pavel Tachecí, Filip Mateáško, Eva Ingeduldová, Petr Sklenář

Obsah

1. Definice	4
2. Rozdíly mezi aktivní zónou záplavového území a záplavovým územím mimo aktivní zónu	5
3. Úvodní rozvaha stanovení aktivní zóny záplavového území	6
4. Definice primárních území, které se automaticky stávají součástí aktivní zóny záplavového území	7
5. Stanovení rozšířené aktivní zóny záplavového území vhodnou metodou	8
A. Stanovení rozšířené aktivní zóny záplavového území podle záplavového území dvacetileté vody	8
B. Stanovení rozšířené aktivní zóny záplavového území podle parametrů proudění	9
C. Stanovení rozšířené aktivní zóny záplavového území podle rozdělení měrných průtoků – „proužková metoda“	10
D. Stanovení rozšířené aktivní zóny záplavového území detailní 2D studií	11
6. Revize aktivní zóny záplavového území	11
7. Stanovení aktivní zóny záplavového území v hustě zastavěných částech intravilánu	12
8. Definice rozsahu aktivní zóny záplavového území vykreslením do mapy	13
9. Závěr	13
10. Příloha	14

1. Definice

Záplavová území definuje zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů v § 66. V tomto legislativním předpisu je zakotvena možnost, že vodoprávní úřad správci vodního toku uloží povinnost, v souladu s plánem hlavních povodí, resp. s plány oblastí povodí, připravit návrhy na stanovení záplavových území a vymezení aktivní zóny záplavového území pro vodoprávní úřady. Z tohoto zákona dále vyplývá povinnost vodoprávních úřadů, stanovit záplavové území včetně jeho aktivní zóny.

V § 67 vodního zákona jsou definována omezení, která platí pro aktivní zónu záplavového území:

„V aktivní zóně záplavových území se nesmí umísťovat, povolovat ani provádět stavby s výjimkou vodních děl, jimiž se upravuje vodní tok, převádějí povodňové průtoky, provádějí opatření na ochranu před povodněmi nebo která jinak souvisejí s vodním tokem nebo jimiž se zlepšují odtokové poměry, staveb pro jímání vod, odvádění odpadních vod a odvádění srážkových vod a dále nezbytných staveb dopravní a technické infrastruktury, zřizování konstrukcí chmelnic, jsou-li zřizovány v záplavovém území v katastrálních územích vymezených podle zákona č. 97/1996 Sb., o ochraně chmele, ve znění pozdějších předpisů za podmínky, že současně budou provedena taková opatření, že bude minimalizován vliv na povodňové průtoky.

V aktivní zóně je dále zakázáno:

- a) těžít nerosty a zeminu způsobem zhoršujícím odtok povrchových vod a provádět terénní úpravy zhoršující odtok povrchových vod,*
- b) skladovat odplavitelný materiál, látky a předměty,*
- c) zřizovat oplocení, živé ploty a jiné podobné překážky,*
- d) zřizovat tábory, kempy a jiná dočasná ubytovací zařízení.“*

Aktivní zóna záplavového území (dále jen „AZZU“) je definována Vyhláškou Ministerstva životního prostředí č. 236/2002 Sb., „o způsobu a rozsahu zpracování návrhu a stanovování záplavových území“ jako „území v zastavěných územích obcí a v územích určených k zástavbě podle územních plánů jež při povodni odvádí rozhodující část celkového průtoku, a tak bezprostředně ohrožuje život, zdraví a majetek lidí“.

Aktivní zóna se podle této vyhlášky stanovuje pro ustálený průtok odpovídající Q_{100} .

Stanovení AZZU se tedy stává velmi účinným preventivním nástrojem pro snížení povodňových škod.

Zbývající část záplavového území mimo aktivní zónu, se nepodílí výraznou měrou na přímém provádění povodňových průtoků, ale při vyšších povodňových stavech je povodní zasažena. Pro tuto oblast vodní zákon neukládá žádná omezení, ale vodoprávní úřad může stanovit omezující podmínky pro její využívání a rozvoj.

2. Rozdíly mezi aktivní zónou záplavového území a záplavovým územím mimo aktivní zónu

Současná Vyhláška Ministerstva životního prostředí č. 236/2002 Sb. definuje AZZU jako „...část záplavového území, které provádí rozhodující část povodňových průtoků, a **TAK** bezprostředně ohrožuje život, zdraví a majetek lidí...“.

Na základě této vyhlášky lze chápat definici AZZU jako území, které významnou měrou ovlivňuje průchod povodňové vlny celým záplavovým územím a zároveň území nebezpečné pro majetek a lidské životy nacházející se v této oblasti. Nevhodná stavební činnost prováděná v AZZU má přímý vliv na změnu průtokových poměrů v širším území. Proto jakékoliv stavby realizované v AZZU jsou nejen přímo ohroženy vlastní povodní, ale jako takové jsou přímým nebezpečím pro ostatní části záplavového území z důvodů změny proudění a významného vlivu zpětného vzduť. V podstatě se jedná o území, které by mělo být výhradně určeno pro převádění povodňových průtoků. Stanovení AZZU musí vycházet z jednoznačných pravidel, z fyzikálních zákonitostí proudění vody a do procesu stanovování AZZU by měly být zahrnuty především vodohospodářské argumenty.

Oproti tomu pohled na problematiku záplavového území mimo aktivní zónu je na základě stejné vyhlášky poněkud odlišný. Záplavové území mimo aktivní zónu záplavového území je oblastí, které je v průběhu průchodu povodňových průtoků zaplaveno, avšak nepřevádí rozhodující část průtoku a tedy případná výstavba, nebo terénní úpravy v rámci této oblasti záplavového území nemají podstatný vliv na odtokové poměry. Jedná se tedy o oblast, kde sice mohou také být ohroženy životy, zdraví a majetek lidí účinky povodňových průtoků (především vlivem velkých hloubek), ale jako takové mají jen minoritní vliv na proudění celým územím a neovlivňují tedy přímo míru ohrožení pro ostatní části záplavového území. Průtoky protékající záplavovým územím mimo aktivní zónu záplavového území přitom nevyklučují lokální oblasti zvýšeného rizika, především lokální zvýšení hloubek nebo rychlostí. Je tedy logické, že záplavové území mimo aktivní zónu by mělo být nadále kategorizováno podle míry rizika pro různé typy využití této části záplavového území. Jedná se totiž velmi často o území, které se sice nepodílí aktivně na převádění povodňových průtoků, ale podílí se aktivně na jejich transformaci.

Tento přístup však nevyhovuje současné praxi vyhlašování a stanovování záplavových území a aktivních zón záplavového území. Praxe preferuje definici aktivní zóny záplavového území ve shodě s rozsahem nebezpečné části záplavového území, která vždy postihuje také aktivní zónu záplavového území.

Za účelem zajištění životaschopnosti této vyhlášky v praxi bylo provedeno několik pracovních výborů za účasti řešitelů metodiky, správců všech významných i drobných vodních toků v ČR, VUT Brno, ČVÚT, VÚV T.G.M., ČHMÚ, MZe, MŽP a MMR, na kterých se tato problematika detailně diskutovala.

Všichni zúčastnění těchto pracovních výborů se shodli na tom, že základním problémem současné definice AZZU vyhláškou („...část **inundačního** území, které provádí **rozhodující část povodňových průtoků, a TAK** bezprostředně ohrožuje život, zdraví a **majetek lidí...**“) se jeví právě ta tři písmena **TAK**, která z rozsahu aktivní zóny záplavového území vyjímají oblasti, které sice neprovádí rozhodující část průtoku, ale svými

hydraulickými parametry (především velkou hloubkou) také přímo ohrožují život, zdraví a majetek lidí.

Na pracovních jednáních byly probrány veškeré argumenty a důsledky současného stavu zákona a vyhlášky a po zvážení reálných změn, kterých je možné dosáhnout navrhuje úpravu vyhlášky, která bude obsahovat především následující změny:

- Nebude omezovat AZZU pouze na oblast která převádí rozhodující část povodňových průtoků, ale rozšíří ji také o oblasti, které jsou nebezpečné například takto: „**Aktivní zónou záplavového území je ta část záplavového území, která provádí rozhodující část povodňových průtoků a bezprostředně ohrožuje život, zdraví a majetek lidí**“
- Současná právní úprava definuje povinnost stanovit AZZU pouze pro oblasti osídlení, zastavěné oblasti a oblasti určené k rozvoji obcí. Navrhujeme rozšířit oblasti pro vyhlášení AZZU povinností vymezit AZZU pro ten úsek vodního toku, podél kterého se vymezuje a stanovuje záplavové území. V průběhu zpracování této metodiky vyšla „euronovela“ vodního zákona, která již upravuje rozsah území, pro které je nutné stanovovat AZZU a dává správcům vodních toků větší možnost ovlivnit rozsah území pro stanovení AZZU – tímto chápeme tento bod za dostatečně vyřešený.
- Bude se odkazovat na doporučený metodický postup (tato metodika), který stanoví doporučený způsob stanovování AZZU tak, aby nedocházelo ke sporům a výhradám k různým přístupům určování AZZU.

V návaznosti na navržené změny legislativy a v souladu s připomínkami jednotlivých oponentů vznikla tato verze metodiky stanovení AZZU.

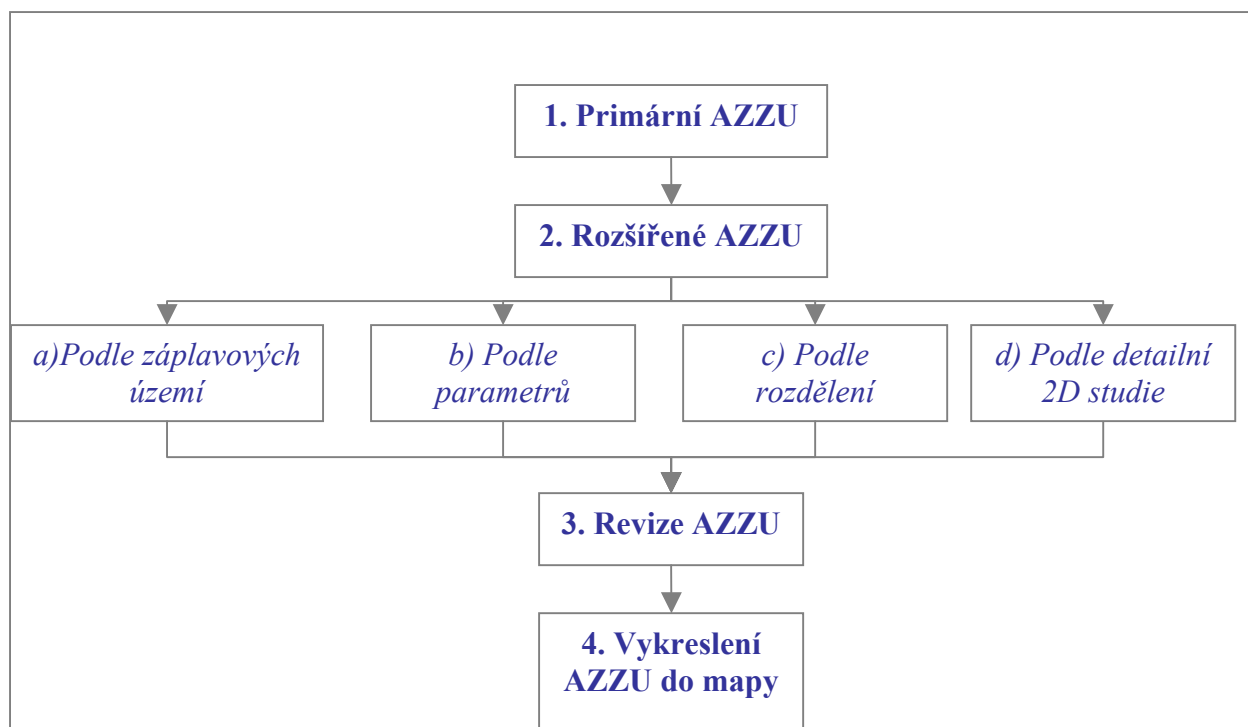
3. Úvodní rozvaha stanovení aktivní zóny záplavového území

Podle již zmiňované platné legislativy, se aktivní zóny stanovují pro ustálený průtok Q_{100} . V rámci posuzovaných jiných průtokových stavů se definice aktivní zóny nemění a na její rozsah nemají vliv ani pozorované povodně větší než je Q_{100} , případně rozsah zvláštních povodní.

AZZU je možné stanovit pouze na základě komplexního hydraulického výpočtu vhodným matematickým modelem.

Základní princip této metodiky vychází z následujících kroků, které jsou dále rozpracovány v metodickém detailu:

1. definice primárních území AZZU,
2. rozšíření primárních AZZU vhodnou metodou,
3. revize AZZU,
4. definice rozsahu aktivní zóny záplavového území vykreslením do mapy.



V následujícím textu jsou jednotlivé kroky rozpracovány v detailním metodickém postupu.

Jednotlivé části metodiky jsou řazeny chronologicky tak jak by měly být postupně prováděny v pořadí kapitoly 4. - 8.

4. Definice primárních území, které se automaticky stávají součástí aktivní zóny záplavového území

Tato část metodiky vychází ze základních zákonitostí proudění vody v otevřených korytech za podmínek ustáleného nerovnoměrného proudění a ze základních pravidel řešení ochrany před povodněmi.

Je relativně obtížné definovat rozsah oblasti AZZU bez předchozího výpočtu a detailní znalosti hydraulických podmínek řešené oblasti. Avšak je možné definovat několik pravidel, která jsou platná obecně.

- Primární AZZU je vždy vlastní koryto hlavního toku v šířce definované břehovými hranami (nejedná se o definici koryta ve smyslu zákona o vodách).
- Všechny vedlejší paralelní permanentní vodoteče, derivační, či jiné kanály a zaústění přítoků hlavního toku jsou vždy definované jako primární AZZU v šířce určené břehovými hranami.
- V případě, že se jedná o tok ohrázený příbřežními hrázemi chránícími před povodněmi dimenzovanými na Q_{100} , jsou tyto hráze současně hranicí AZZU.
- Linie existujícího průběžného mobilního hrazení podél toku s kapacitou na Q_{100} tvoří hranici AZZU.

Ve všech ostatních případech, jako jsou neohrázované toky, toky s odsazenými podélnými hrázi a toky s přilehlými podélnými hrázi dimenzovanými na menší průtoky než Q_{100} , je pro stanovení konečné hranice AZZU zapotřebí dalšího posouzení.

5. Stanovení rozšířené aktivní zóny záplavového území vhodnou metodou

S přihlédnutím k tomu, že lze odlišit mnoho typů toků a jejich niv s rozlišnou charakteristikou inundačních území a poměrů proudění vody v nich, není možné stanovit jednotnou metodiku stanovení AZZU pro všechny tyto říční typy. Na základě analýzy nejběžnějších typů toků, které se vyskytují v ČR byly definovány čtyři základní přístupy řešení AZZU:

- A) Stanovení rozšířené AZZU podle záplavových území,
- B) Stanovení rozšířené AZZU podle parametrů proudění,
- C) Stanovení rozšířené AZZU podle rozdělení měrných průtoků,
- D) Stanovení rozšířené AZZU detailní 2D studií.

Každý vodní tok pro který se vymezuje AZZU je nutno klasifikovat a zvolit pro něj jeden nebo kombinaci z doporučených výpočetních postupů.

A. Stanovení rozšířené aktivní zóny záplavového území podle záplavového území dvacetileté vody

Vhodné pro kategorii toků:

- s kratší dotokovou dobou,
- se strmějším tvarem hydrogramu,
- s jednoduchým nebo mírně komplikovaným prouděním v inundačním území,
- s jednoduchým i členitým tvarem údolních profilů.

Způsob výpočtu:

- AZZU řešeno jednorozměrným (1D) matematickým modelem, případně modelem 1D+.

Vymezení aktivní zóny:

Za AZZU budou stanoveny prostory odpovídající záplavovému území dvacetileté vody. V případě, že zpracovatel bude schopen definovat mimo záplavové území Q_{20} koncentrovaný proud vody, který odvádí alespoň 10 % zůstatkového průtoku ($Q_{100} - Q_{20}$), [např. pomocí hydraulického modelu **1D+**], bude definovaný koncentrovaný proud taktéž prohlášen za *aktivní zónu*.

U bystřin je možné stanovit AZZU v rozsahu Q_{100} .

B. Stanovení rozšířené aktivní zóny záplavového území podle parametrů proudění

Vhodné pro kategorii toků:

- v lokalitách, kde je k dispozici rozdělení rychlostí a hloubek po příčném profilu,
- s komplikovaným prouděním v inundačním území,
- s jednoduchým i členitým tvarem údolních profilů.

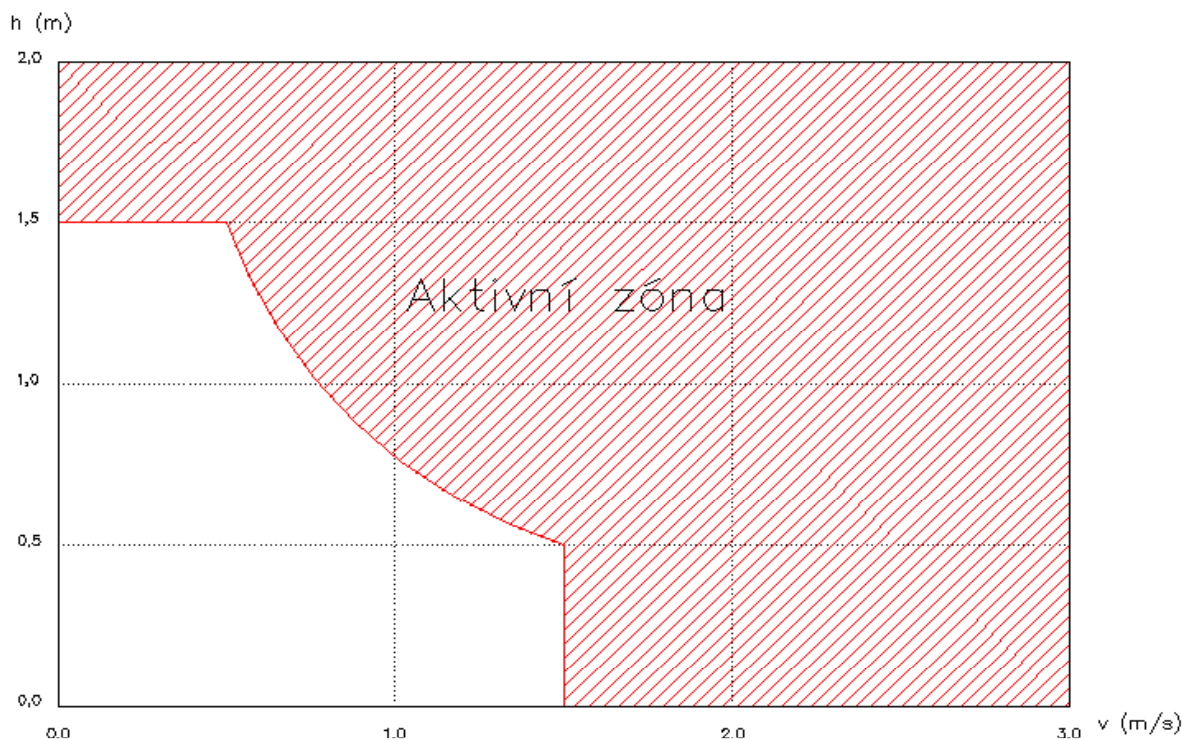
Způsob výpočtu:

- AZZU řešeno jednorozměrným (1D) matematickým modelem pro jednoduché tvary údolí, případně modelem 1D+ pro komplikované a složené údolní profily, s následným stanovením rozdělení svislicových rychlostí po příčném profilu.

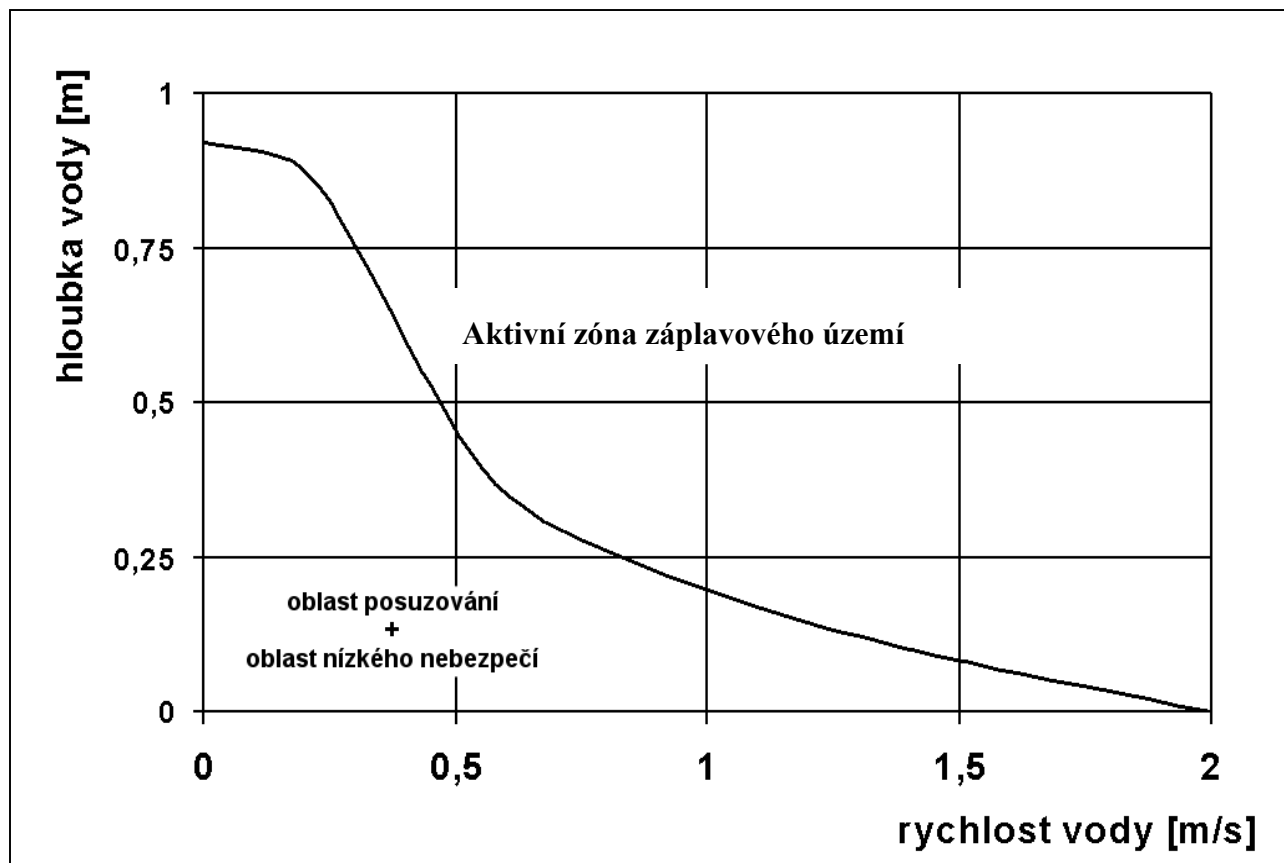
Vymezení aktivní zóny:

Za AZZU budou považovány oblasti definované jako aktivní na základě závislosti součinu rychlosti proudění a hloubky vody. Pro účely této metodiky jsou doporučeny dva grafy:

- Fink-Bewick viz obr. 1 – pro záplavová území běžného významu,
- podle metodiky Ministerstva vnitra USA obr. 2 – pro záplavová území vysokého významu.



Obr. 1 Stanovení aktivní zóny záplavového území v závislosti na hloubce a rychlosti proudění podle Finka a Bewicka.



Obr. 2 Stanovení aktivních zón záplavového území podle metodiky ministerstva vnitra USA.

C. Stanovení rozšířené aktivní zóny záplavového území podle rozdělení měrných průtoků – „proužková metoda“

Vhodné pro kategorii toků:

- s delší dotokovou dobou,
- s širokým a plochým záplavovým územím, kde rozsah Q_{20} téměř odpovídá Q_{100} ,
- bez zřejmých výrazných koncentrovaných proudů v inundačním území,
- s jednoduchým i členitým tvarem údolních profilů.

Způsob výpočtu:

- AZZU řešeno jednorozměrným (1D) matematickým modelem, případně modelem 1D+ s následným rozdělením svislicových měrných průtoků.

Vymezení aktivní zóny:

Za AZZU budou stanoveny ty oblasti záplavového území, které provádějí alespoň 80 % průtoků Q_{100} stanovené vhodnou hydraulickou metodou na základě rozdělení svislicových měrných průtoků po příčném profilu.

Tato metoda předpokládá načítání průtokové kapacity souvislých oblastí vyšších jednotkových průtoků až do dosažení, nebo překročení stanovené limitní části 80 % průtoků Q_{100} . Načítání jednotlivých oblastí se provede v pořadí korytová část a dále sestupně podle velikosti měrných svislicových průtoků ve zbývajících částech průtočného profilu.

Jeden z možných postupů rozdělení svislicových měrných průtoků a jejich začlenění nebo nezačlenění do aktivní zóny je popsán v příloze této metodiky.

D. Stanovení rozšířené aktivní zóny záplavového území detailní 2D studií

Vhodnost použitého postupu:

- vhodný pouze v odůvodněných případech v území s patřičným významem,
- v oblastech, kde 2D matematický model již existuje, nebo bude vytvořen pro jiné účely a studie,
- ve sporných případech vyžadující detailní studii.

Způsob výpočtu:

- AZZU řešeno dvojrozměrným (2D) matematickým modelem.

Vymezení aktivní zóny:

Za AZZU, jež při povodni odvádí rozhodující část celkového průtoku a tak bezprostředně ohrožuje životy, zdraví a majetek lidí, se stanoví území definované kombinací:

- přístupu stanovení území provádějící podstatnou část průtoků na základě prostorového rozdělení měrných průtoků a definice soustředěných proudnic v inundačním území,
- v závislosti na součinu hloubky a rychlosti vody při stoletém průtoku podle grafů uvedených v kapitole 5.b. Stanovení rozšířené AZZU podle parametrů proudění.

6. Revize aktivní zóny záplavového území

Vzhledem k složitostem vymezení AZZU vyžadující vždy individuální přístup pro jejich vyšetření, je třeba po určení AZZU na základě postupů uvedených v předchozí kapitole, přistoupit v některých případech k jejich úpravě. V odůvodněných případech, které musí být popsány v technické zprávě, je možno rozsah AZZU následně upravit. Úpravy AZZU se vztahují především na tyto případy:

- v případě, že se záplavové území bude stanovovat u bystřin, kde je zpravidla nejnebezpečnějším jevem během povodni eroze, návrh aktivní zóny může zahrnout navíc i pás území podél břehových hran o šířce odpovídající sklonu břehů koryta 1 : 3 (předpoklad vzniku břehových nátrží),
- na základě odborného posouzení lze z AZZU vyjmout území, kde je hloubka menší než 0,3 m a současně svislicová rychlost proudění menší než 0,5 m/s.
- do AZZU je nutno zahrnout „ostrovy“, které jsou sice svou výškovou úrovní mimo AZZU, ale v případě průchodu povodní by nebylo možno takováto území evakuovat
- z AZZU budou vyjmuty všechny stávající objekty v jejich současných hranicích (bez možnosti přístavby mimo tyto hranice), tak aby bylo možno na nich provádět běžné rekonstrukce, čímž by ale zároveň bylo znemožněno provádět přístavby či nové stavby a nebyl by do budoucna zhoršován současný stav – tyto objekty nebudou ve výsledném vykreslení čáry AZZU do mapy graficky znázorněny pokud nejsou chráněny dostatečnou protipovodňovou ochranou dimenzovanou alespoň na Q_{100} .
- do AZZU je nutno zahrnout osamocené oblasti soustředěného průtoku v inundačním území, například v okolí inundačních propustků, koncentračních staveb apod.

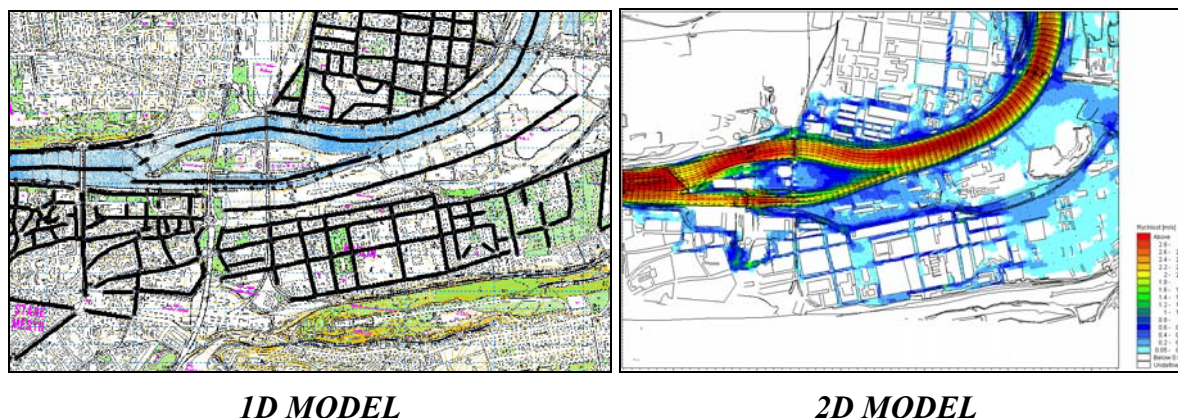
7. Stanovení aktivní zóny záplavového území v hustě zastavěných částech intravilánu

V případě řešení AZZU v oblastech se souvislou zástavbou dochází ke komplikaci ve stanovování průtočného profilu, který je pro 1D i 2D matematický model řešen různě. Na obr. 3 je patrný rozdíl mezi 1D a 2D schematizacemi zastavěného území. V těchto případech často dochází k tomu, že proudnice jednotlivými ulicemi často mění směr a často je směr proudění i kolmý k ose hlavního koryta. Pro věrohodné stanovení rozsahu AZZU v hustě zastavěných oblastech je zapotřebí zvolit vhodný způsob schematizace systému proudnic buď podrobnou větvenou sítí 1D+ schematizace nebo detailním 2D matematickým modelem tak, aby byly postiženy jak hlavní korytová část tak také všechny proudnice v záplavovém území (uliční síť a systém terénních depresí, které definují průtokové poměry při povodňových situacích).

V některých případech může být situace natolik komplikovaná, že použití 1D modelů je nedostatečné a je nezbytné použití detailních 2D modelů.

V případech návrhu AZZU v oblastech s hustou zástavbou je nutné aplikovat metodiku popsanou výše avšak s využitím detailní schematizace zájmového území. Jestliže kapacita korytové části není dostatečná pro stanovení rozsahu AZZU, je nutné na základě vypočtených hodnot průtoků a hloubek v jednotlivých částech záplavového území identifikovat oblasti pro rozšíření AZZU.

Při výsledném vynášení čáry rozsahu AZZU jsou jednotlivé stávající domy a bloky domů, které vymezují povodňové proudnice vyjmuty v jejich současných hranicích (bez možnosti přístavby mimo tyto hranice) tak, aby bylo možno na nich provádět běžné rekonstrukce, čímž by ale zároveň bylo znemožněno provádět přístavby či nové stavby a nebyl by do budoucna zhoršován současný stav. Výsledná linie AZZU se nedoplňuje jednotlivými ostrovy okolo stávajících objektů, pokud tyto nejsou chráněny dostatečnou protipovodňovou ochranou dimenzovanou alespoň na Q_{100} .



Obr. 3 Schematizace intravilánu 1D a 2D modelem

8. Definice rozsahu aktivní zóny záplavového území vykreslením do mapy

Výsledkem aplikace této metodiky je vykreslení AZZU v mapě podle doposud získaných podkladů. Výsledná linie AZZU bude zpracována ve vektorovém formátu s využitím závazného mapového podkladu.

Výsledný rozsah AZZU je zapotřebí vynést a zvýraznit do stejného mapového podkladu, jaký je použit pro záplavové čáry a to tak, aby nedocházelo k záměnám mezi definicí aktivní zóny záplavového území se záplavovými čarami a naopak.

Vynesení výsledné hraniční čáry vyžaduje určitou dávku zkušeností a vlastní invence zpracovatele. Základní principy pro vynesení této linie jsou stejné jako pro vynášení záplavových čar a musí tedy korespondovat s reliéfem terénu v dané oblasti. V případech, kdy není k dispozici digitální model reliéfu terénu (DMR) je zapotřebí využít například vrstevnic mapového podkladu. V případě, že je DMR k dispozici je vhodné využít detailní informace o hloubkách a konfiguraci terénu z DMR při vynášení hranice AZZU.

Jak již bylo zmíněno v kapitole 7., v zastavěných oblastech se sice stávající objekty vyjímají z AZZU (nejsou součástí aktivní zóny), avšak výsledná linie AZZU se kolem těchto objektů vykresluje pouze v případě, že jsou chráněny dostatečně účinným protipovodňovým opatřením dimenzovaným na Q_{100} .

9. Závěr

Tato metodika řeší (v souladu s ustanovením vodního zákona a příslušných prováděcích předpisů) stanovení AZZU vždy pro aktuální tvar a stav koryta toku, aktuální využití, a zastavění záplavového území a platnou hodnotu Q_{100} . Významné stavby v záplavovém území, jako jsou bloky domů, liniové stavby napříč záplavovým územím, hráze chránící před povodněmi, komunikace a podobně jsou schematizovány jako nepřelitelné překážky – tedy jako součást terénu. Svou přítomností ovlivňují charakter proudění ve svém okolí a tudíž i rozsah a tvar záplavového území a tvar a rozsah AZZU.

V případě, že dojde k významným změnám ve tvaru reliéfu terénu záplavového území, jeho zástavby nebo změně protipovodňové ochrany území, je nutné AZZU aktualizovat. Nový výpočet se doporučuje také pro účely zjištění vlivu plánovaných významných změn v záplavovém území novou výstavbou nebo naopak jejím odstraněním na tvar a rozsah AZZU. V případě významné změny Q_{100} (například po extrémních povodních) je nutné prověřit také rozsah a tvar AZZU.

10. Příloha



Vyhodnocení měrných průtoků a jejich rozdělení

Posouzení typu proudění je založeno na vyhodnocení měrných průtoků q_i po šířce profilu. Jelikož rozložení průtoků v záplavovém území je závislé především na typu a tvaru záplavového území (poměru příčného profilu toku a hlavních permanentních vodotečí k celkovému příčnému profilu záplavového území) a dále na lokální hloubce a sklonu hladiny v jednotlivých místech průtočného profilu, je do této metodiky zaveden další pojem tzv. střední měrný průtok upravený poměrem plochy profilu (dále jen střední měrný průtok q_m), který je definovaný jako podíl celkového průtoku Q_{100} šířkou koryta v hladině Q_{100} násobený poměrem celkové plochy celého průtočného profilu S_c vůči ploše korytové části profilu S_k .

$$q_m = Q / B * S_c / S_k \quad \text{rovnice 1}$$

Tímto způsobem jsou zohledněny případy různých tvarů koryta a záplavového území. V případech úzkých profilů, kde povodňové průtoky protékají při větších hloubkách vycházejí jednotlivé členy rovnice 1 větší (celkový Q průtok dělený menší celkovou šířkou B a plocha korytové části S_k tvoří podstatnou část celkové plochy profilu S_c) a tudíž i střední měrný průtok q_m je pro tyto typy koryt vyšší. Naopak pro koryta s širokým záplavovým územím, kde proudí voda s menšími hloubkami a rychlostmi vychází hodnoty středního měrného průtoky menší (celkový průtok Q dělený velkou šířkou B a násobený menším poměrem korytové části profilu S_k vůči celkovému průtočnému profilu S_c).

Střední měrný průtok je dále používán jako referenční hodnota pro klasifikaci svislicových měrných průtoků zjištěných v záplavovém území (vně primární aktivní zóny). Metodika v této etapě stále vychází z předpokladu, že AZZU převádí cca 80 % průtoky Q_{100} a tedy je zapotřebí vyloučit oblasti záplavového území, které převádí přibližně 20 % průtoky. Proto bylo zavedeno pravidlo, že všechny oblasti záplavového území, jejichž měrný svislicový průtok q_i je nižší než 40 % středního měrného průtoky q_m nebudou zahrnuty do aktivní zóny:

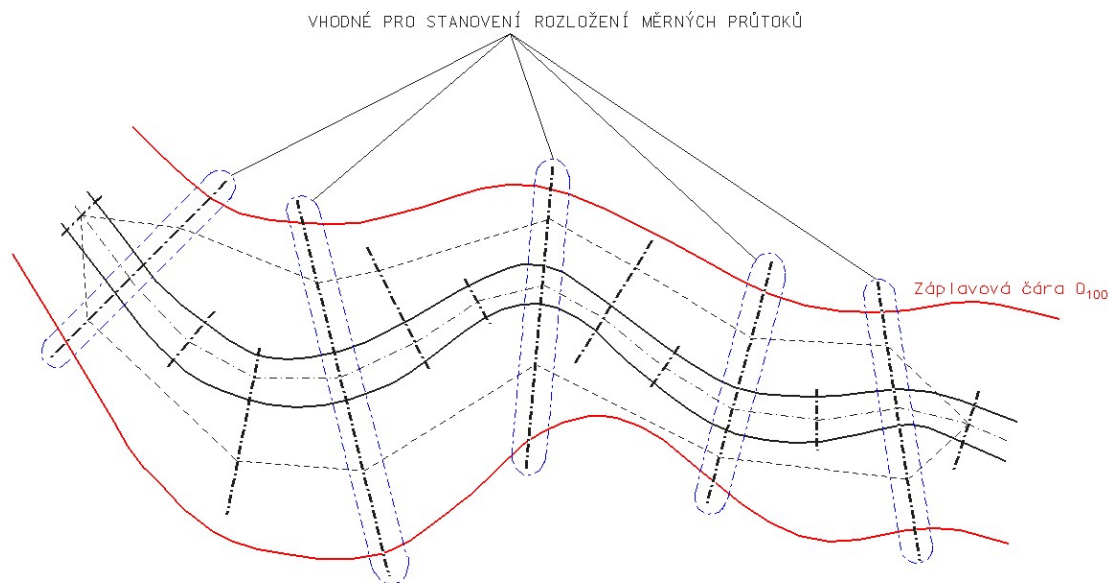
$$\text{pro AZZU platí} \quad q_i > 0.4 * q_m \quad \text{rovnice 2}$$

Tímto krokem budou vyloučeny z dalšího řešení měrné průtoky z oblasti $0,0 * q_m$ až $0,4 * q_m$ (v průměru tedy $0,2 * q_m$), což reprezentuje právě zmíněných cca 20 % celkové množiny hodnot. Takto upravený rozsah AZZU je třeba nadále podrobit dalším testům a filtrům v následujících částech této metodiky.

Doporučený postup vyhodnocení měrných průtoků - 1D matematický model

Před zahájením stavby matematického modelu je vždy nezbytně nutné provést odbornou prohlídku terénu celého zájmového území a na základě polního šetření a s využitím místních zkušeností a znalostí (správce toku, místní obyvatelstvo, historické záznamy...) provést odborný odhad průtočného profilu a pravděpodobné směry a vedení hlavních proudnic. Na základě tohoto posudku je třeba získané informace přenést do schematizace zájmového území vhodnými příčnými profily tak aby postihly základní charakter proudění v zájmovém území (změny vedení trasy proudu, změny sklonu toku, objekty na toku, změny šířky koryta, apod.).

Nejdříve je zapotřebí vybrat vhodné příčné profily, které dostatečně věrně popisují charakter záplavového území. Optimální vzdálenost těchto údolních profilů závisí na členitosti údolí a charakteru toku a vždy vyplývá z odborného odhadu vymezení průtočného průřezu. Za předpokladu odděleného popisu proudění v korytě, pravobřežním a levobřežním záplavovým územím větvenou sítí je vhodné vybírat takové profily, kde je možné získat pokud možno v jedné linii výsledky z hlavního koryta a záplavových územích na obou březích viz. obr. 1.



Obr. 1 Ukázka schematizace záplavového území 1D matematickým modelem (čerchované čáry charakterizují údolní profily, které jsou ve skutečnosti většinou zalomené tak, aby vektor rychlosti byl na ně kolmý)

Pro vybrané profily je třeba řešit odděleně korytovou část (hodnoty s indexem K), levostrannou (hodnoty s indexem L) a pravostrannou část (hodnoty s indexem P) záplavového území tak, jak jsou definovány v rámci sestaveného matematického modelu. V případě, že jsou inundační větve dále děleny (například dva levobřežní proudy $L1$ a $L2$) provedou se následující postupy odděleně pro každou modelovou větev. Pro každou z těchto částí údolního profilu je zapotřebí získat z výsledků matematického modelu:

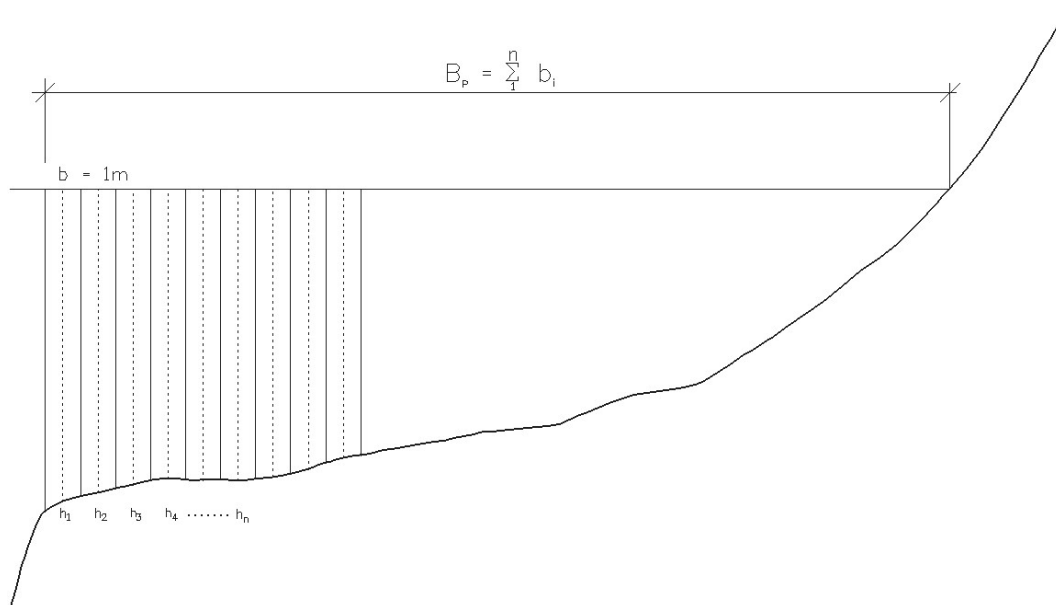
- odpovídající hladinu – (h_K resp. h_L resp. h_P resp. další)
- celkový průtok, který je převáděn danou částí záplavového území – (Q_K resp. Q_L resp. Q_P resp. další)
- sklon (i_K resp. i_L resp. i_P resp. další) lze určit z výsledků matematického modelu například dosazením průtoku, plochy profilu, hydraulického poloměru a Manningova stupně drsnosti použitého při výpočtu matematického modelu do Chezyho rovnice:

$$i = \frac{Q^2 \cdot n^2}{S^2 \cdot R^{4/3}} \quad \text{rovnice 3}$$

V dalším kroku se provede výpočet hloubek v pravidelném kroku 1m na celé šířce profilu prostým odečtením interpolované hodnoty terénu od kóty hladiny vody pro Q_{100} viz. Obr. . V některých případech není nezbytné příčný profil dělit na úseky s konstantní šířkou 1m, ale

na prizmatické části koryta. V takovýchto případech je zapotřebí do následujících vztahů rovnice 4 zahrnout také šířku jednotlivých prizmatických částí příčného profilu b_i .

Některé 1D matematické modely umožňují přímo získat některé typy svých výsledků rozdělené pro profilové svislice. Pro takovéto typy je možné přeskočit adekvátní partie této metodiky v závislosti na míře detailu poskytovaných výsledků.



Obr. 2 Rozdělení příčného profilu na jednotkové úseky

Převedením Chézyho rovnice pro výpočet svislicových rychlostí při zavedení předpokladu šířky svislice $b=1m$ lze psát zjednodušenou Chézyho rovnicí pro i -tou svislici v následujícím tvaru:

$$O_i = b_i = 1$$

$$S_i = b_i \cdot h_i = h_i$$

$$R_i = \frac{S_i}{O_i} = h_i$$

rovnice 4

$$C_i = \frac{1}{n} \cdot R_i^{\frac{1}{6}} = \frac{1}{n} \cdot h_i^{\frac{1}{6}}$$

$$v_i = C_i \cdot \sqrt{R_i \cdot i} = \frac{1}{n} \cdot h_i^{\frac{1}{6}} \cdot h_i^{\frac{1}{2}} \cdot i^{\frac{1}{2}} = \frac{h_i^{\frac{2}{3}}}{n} \cdot \sqrt{i}$$

Pro výpočet svislicové rychlosti jsou zapotřebí tedy jen informace o hloubce, sklonu hladiny a Manningovu součiniteli drsnosti. Součinitel drsnosti n pro tento krok navrhované metodiky doporučujeme použít konstantní pro jednotlivé svislice odděleně pro koryto, levobřežní a pravobřežní záplavové území.

Přenásobením takto získaných svislicových rychlostí příslušnou hloubkou h_i dostáváme měrný průtok pro i -tou svislici:

$$v_i = \frac{h_i^{\frac{2}{3}}}{n} \cdot \sqrt{i}$$

rovnice 5

$$q_i = v_i \cdot h_i = \frac{h_i^{\frac{5}{3}}}{n} \cdot \sqrt{i}$$

Tímto zjednodušením vzniká v odvození měrných průtoků a následně i v celkovém integrovaném průtoku chyba, kterou lze částečně eliminovat korekčním koeficientem λ . Korekční koeficient λ pro přenásobení všech získaných měrných průtoků určíme ze vztahu rovnice 6:

$$\lambda = \frac{Q}{\sum_0^n q_i},$$

rovnice 6

kde:

Q celkový průtok uvažovanou výpočetní větví stanovený 1D modelem

q_i svislicové měrné průtoky v odpovídajícím příčném profilu téže větve

Upravené měrné průtoky v jednotlivých svislicích se následně porovnají s již zmiňovaným středním měrným průtokem q_m . Pokud je jednotkový měrný průtok q_i menší než 40 % středního měrného průtoku q_m nelze tuto svislici zahrnovat do AZZU. V případě, že je jednotkový měrný průtok q_i větší než 40 % středního měrného průtoku, je tato část záplavového území zahrnuta do AZZU.