STUDIE PROVEDITELNOSTI OPATŘENÍ

PRO ZADRŽENÍ VODY PŘI LOKÁLNÍCH PŘÍVALOVÝCH SRÁŽKÁCH NA ÚZEMÍ OBCE ČERNOTÍN

Copyright © AQUATIS a.s.

OBSAH :

1 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE ... 3
2 SMLUVNÍ AGENDA ... 3
3 POPIS PROBLEMATIKY ... 4
4 CÍL A OBSAH STUDIE ... 5
5 POUŽITÉ PODKLADY ... 6
5.1 Údaje z povodňového plánu obce ... 6
5.2 Hydrologické údaje ... 6
5.3 Vyhodnocení povodně ze dne 26. 6. 2024 ... 7
5.4 Údaje poskytnuté objednatelem ... 9
5.5 Dostupná dokumentace ... 10
5.6 Ostatní podklady ... 11
6 PROVEDENÉ ANALÝZY ... 12
6.1 Řešené území ... 12
6.2 Srážko - odtokový model ... 12
6.3 Kritické body ... 12
6.4 Plošná analýza území ... 13
7 NÁVRHY NA ŘEŠENÍ PROBLÉMOVÝCH MÍST ... 14
7.1 Nádrž na Hluzovském potoce ... 14
7.2 Retenční nádrž na pravostranném přítoku Hluzovského p. ... 16
7.3 Plocha nad lomem v Hluzově (nad čp. 81) ... 19
7.4 Hluzovský potok v obci ... 23
7.5 Plošné přítoky do zastavěné části z okolních polních tratí ... 34
8 SHRNUTÍ ZÍSKANÝCH POZNATKŮ A DOPORUČENÍ ... 41
8.1 Doporučená ochrana před přívaly vody z extravilánu ... 41
8.2 Doporučená ochrana před vzdouváním vody Hluzovského p. ... 42
9 PŘÍLOHA - POPIS SRÁŽKOODTOKOVÉHO MODELU ... 44
9.1 Zájmové území a jeho modelová schematizace ... 44
9.2 Vstupní údaje ... 45
9.3 Pozorované extrémní srážky ... 46
9.4 Použité modelovací techniky ... 47
9.5 Kalibrace modelu ... 47
9.6 Výsledky ... 47
10 PŘÍLOHA - ANALÝZA KRITICKÝCH BODŮ ... 52

Copyright © AQUATIS a.s.

1 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název studie:	Studie proveditelnosti opatření pro zadržení vody při lokálních přívalových srážkách v zájmovém území obce Černotín
Objednatel studie:	Obec Černotín
Sídlo objednatele:	Černotín 1, 753 68, okres Přerov
IČ:	00 301 141
DIČ:	CZ 26211564
Zástupce objednatele:	Michal Vacek, starosta obce, starosta@cernotin.cz, Mob. 773 602 903 Ing. Mirek Vacula, místostarosta obce, Mob. 776 063 293
Zpracovatel studie:	AQUATIS a.s.
Sídlo zpracovatele:	Botanická 834/56, 602 00 Brno
IČ:	46 34 75 26
DIČ:	CZ 46347526
Zástupce pro věci technické:	Ing. Roman Hanák, roman.hanak@aquatis.cz, Mob. 724 141 538

2 SMLUVNÍ AGENDA

Předkládanou dokumentaci zpracovala společnost AQUATIS a.s. pro objednatele Obec Černotín na základě objednávky Obce Černotín č.j. OBJ/2024 ze dne 17.1.2025 v rozsahu dle nabídky zpracovatele studie zaslané e-mailem dne 6.9.2024. Objednávka byla potvrzena společností AQUATIS a.s. dopisem č.j. 240/Faj/35 ze dne 22.1.2025.

Copyright © AQUATIS a.s.

3 POPIS PROBLEMATIKY

Ve středu 26. června 2024 byla obec postižena lokální bleskovou povodní, kdy mezi 17. a 20. hod, spadlo při prudké bouřce 108 mm srážek. To je více než průměrný měsíční úhrn pro tento měsíc. Přitom došlo k rychlému zaplnění koryta Hluzovského potoka a na mnoha místech i k jeho vybřežení, což způsobilo značné materiální škody na majetku obce i jednotlivých vlastníků dotčených objektů podél vodního toku.

Obdobná událost zde nastala i v roce 2009, kdy došlo k zaplavení několika domů a dokonce k utonutí jednoho občana. Tehdy se jednalo o rozsáhlejší srážkový systém v důsledku mimořádné celkové synoptické situace nad střední Evropou. Srážky se přesouvaly přes celou republiku v období mezi 24.6. a 4.7.2009 a následné povodně si vyžádaly v celé republice 14 obětí. V obci byly zaznamenány i značné hmotné škody, konkrétně :

• podnikatelské subjekty		960,- tis. Kč
• Zemědělská vodohospodářská správa - ZVS		9.600,- tis. Kč
• soukromý majetek občanů		800,- tis. Kč
• obecní majetek		3.400,- tis. Kč
Celkem		**14.760,- tis. Kč**
(Přepočteno do současné cenové úrovně - 2025)	cca	23.000,- tis. Kč

V obecní kronice je zaznamenána ještě jedna obdobná událost z roku 2007 :

„V úterý 16. května zasáhla obec mohutná průtrž mračen spojená s krupobitím. Vrstvy krup se vyvážely ze dvorů a zahrad. Most u silnice nebyl schopen pojmout velkou přílivovou vlnu od Hluzova ... Nejvíce byly zasaženy objekty od č. 12 k č. 72, nad nimiž se nachází největší spádové území a které bylo zaseto dosud nevzešlým mákem. Ucpaný most u č. 111 způsobil vybřežení toku a následné vyplavení dvorů č. 41 a 41.“

Zde je vhodné poznamenat, že při této srážkové epizodě náhodně zasáhla příznivá okolnost (pro odtokové poměry, nikoli pro postižené občany). Nezanedbatelná část srážek totiž dopadla ve formě krup (jejich vrstvy se musely vyvážet !), které v sobě vázaly podstatný objem vody, a tím došlo k významné retardaci (zpoždění) odtoku. To způsobilo stejný efekt jako např. vhodně umístěná retenční příp. suchá nádrž. Pro účinnou redukci kulminačního průtoku je v daných poměrech dostačující zpoždění odtoku v řádu desítek minut. Pokud by tento jev nenastal a všechny srážky by byly ve formě deště, výsledné průtoky by byly o desítky procent větší a možná srovnatelné velikosti jako při následující povodňové situaci v r. 2009.

Stojí za pozornost, že dvě popisované události nastaly koncem června a spadají tedy do typického srážkového období označovaného jako tzv. „Jánské vody“, přicházející v období kolem svátku sv. Jana (24. červen). Jedná se o dosti pravidelně se vyskytující meteorologický jev související s tzv. „Medardovskou cirkulací“ v období svátku Medarda (8. červen) a následujících 40 dnů. Při ní vznikají na přelomu jara a léta výrazné tlakové rozdíly mezi rychleji se prohřívající pevninou a dosud relativně chladnějším oceánem. Tento rozdíl potom způsobuje vpády chladnějšího a vlhkého vzduchu od moře, což vede ke zvýšeným srážkovým úhrnům. S jistou tolerancí vyplývající ze značné variability meteorologických jevů (např. dřívější nástup jara) je možné patrně přiřadit ke stejné příčině i třetí epizodu z roku 2007.

V poslední době se k tomu přidává ještě další vliv, a to značně intenzivní prohřívání Středozemního moře v letním období. To může mít rovněž vliv na budoucí počasí, a to nejen ve Středomoří, ale také v celé Evropě. Čím teplejší jsou povrchy moří, tím extrémnější přívalové a nadměrné srážky se mohou vyskytnout. Konečně v minulém roce jsme to zažili i u nás. Začátkem září se v oblasti středomoří vytvořila bouře Boris, která doputovala až na sever od Alp a způsobila záplavy ve střední Evropě včetně Česka. Lze tedy předpokládat, že vlivem setrvalého ohřívání Středozemního moře (během letošního léta byly také několikrát hlášeny rekordní teploty mořské vody) se mohou v budoucnosti tyto situace vyskytovat častěji, než tomu bylo dříve. Ještě větší hrozbou by mohla být situace, při níž by takto intenzivní deště zasáhly území, na němž by již ležela časná sněhová pokrývka a ta by se z větší části rozpustila. Nastal by tak opačný efekt, než ve výše popsaném případě krupobití, protože přirozená intenzita deště by mohla být ještě výrazně zesílena.

Copyright © AQUATIS a.s.

4 CÍL A OBSAH STUDIE

Z výše uvedeného popisu vyplývá, že obec Černotín byla v poslední době opakovaně vystavena značnému povodňovému riziku, které zde způsobilo vysoké materiální škody a představuje i reálné ohrožení života místních občanů. Vzhledem k avizovanému vývoji klimatu, kdy se opakovaně očekává častější výskyt různých extrémních jevů, a vzhledem k charakteru obce, která leží v dosti kopcovitém terénu, panuje oprávněná obava, že se mohou i v budoucnosti opakovat povodňové situace podobné těm, které jsou popsány v předchozí kapitole. Proto se obec rozhodla zadat vypracování odborné studie, která by podrobně objasnila příčiny a mechanismy vzniku povodňových situací na katastru obce a současně by navrhla vhodné postupy a opatření, které by takovým nežádoucím jevům co nejvíce bránily.

Na základě nabídky firmy AQUATIS, a.s. ze září 2025 objednala obec vypracování první etapy Studie proveditelnosti s předpokládaným rozsahem :

- Obstarání dostupných podkladů a jejich vyhodnocení
- Podrobná rekognoskace předmětného území obce Černotín
- Analýza povodňových událostí při přívalových srážkách
- Podrobná analýza území (reliéf terénu, půdní pokryv, využití území, způsob zemědělského obhospodařování, majetkoprávní vztahy)
- Sestavení srážko - odtokového modelu Hluzovského potoka
- Analýza povodí z hlediska urychleného odtoku, stanovení kritických bodů
- Rámcový přehled protipovodňových a protierozních opatření podle jednotlivých kategorií :
    - Upřesnění profilů a významnosti suchých nádrží (poldrů)
    - Opatření v plochách povodí s největším rizikem urychleného odtoku - záchytné (retenční, infiltrační) příkopy a průlehy, ochranné a vsakovací hrázky, meze, zasakovací pásy, zatravnění drah soustředěného odtoku apod.
    - Možnosti opatření na Hluzovském potoku (zvýšení kapacity koryta, dobudování protipovodňových prvků, eliminace překážek na toku)
    - Posouzení možností využití stávajících nádrží, zejména horní nádrže V Lípí při ochraně území obce (úprava manipulačních pravidel, vymezení retenčního prostoru).
- Shrnutí nejvýznamnějších zjištění a závěrů provedených analýz
- Doporučení dalšího postupu ke kategorizaci, prioritizaci a návrhu protipovodňových opatření - technicky a majetkově proveditelných a ekonomicky nejvíce efektivních (z hlediska poměru nákladů a přínosů jednotlivých navržených opatření).

Na základě výstupů 1. etapy studie proveditelnosti bude možné ve 2. etapě podrobně rozpracovat soubor konkrétních realizovatelných protipovodňových, protierozních a zasakovacích opatření s významným přínosem pro ochranu obce Černotín (osob a majetku) při přívalových srážkách a rozlití Hluzovského potoka.

Uvedené položky jsou podrobně rozpracovány a popsány v následujících kapitolách.

Copyright © AQUATIS a.s.

5 POUŽITÉ PODKLADY

5.1 Údaje z povodňového plánu obce

Na určitých lokalitách dochází pravidelně k plošnému odtoku vody z polí. Voda s sebou nese odplavený materiál a ten se poté dostává do obce. Tyto povodně jsou přímo závislé na plodinách, které jsou vysázené na orné půdy kolem obce. Problém je přesně predikovat, jak se bude přívalová povodeň chovat a kudy poteče, jelikož se pokaždé projeví jiným způsobem a na trochu odlišné části. Velký vliv na povodně mají srážky, stává se, že prší pouze na jedné straně území obce (východ - západ) a přívalová povodeň přijde pouze z té strany, nejhorší situace ovšem nastává, pokud jsou přívalové srážky na obou stranách. V části Hluzov jsou celkově problémy s přívalovými povodněmi vlivem zaplavení místních komunikací či domů proudem vody z polí či bahnotokem, které poté vtékají do Hluzovského potoka. V katastru Černotín dochází vlivem akumulace vod v Hluzovském potoce k nadměrným průtokům, které mají za následek zaplavení domů podél vodního toku.

Lokality, kde nejčastěji dochází k přítoku přívalových povodní :

- V západní části obce v lokalitě zvané Haná dochází pravidelně k nejhorším přívalovým povodním. Obec Černotín má dohodu s místním zemědělským družstvem, které ve spodní části vysazuje travní porost nebo jetelinu. Na části této oblasti ovšem hospodaří zemědělec, který se nemá zájem domluvit s obcí a v roce 2009 a 2010 došlo dokonce k sesuvům půdy.
- Ve východní části obce Na drahách došlo v minulosti vlivem přívalových dešťů a špatně zvoleným plodinám (mák) k přítoku přívalových vod do obce. V současné době má obec dohodu se zemědělským podnikem, že se oblast zatravní. Ve spodní části má v budoucnu dojít k výstavbě rodinných domů.
- V severní části Hluzov na Kameniskách také dochází k soustředěnému toku vody z polí. Voda zde nenapáchala větší škody, jelikož je velmi rychle svedena do Hluzovského potoka. Při větších srážkách ovšem dochází ke zvýšení hladiny na vodním toku a vyplavení domů v Černotíně.

Po celé délce Hluzovského potoka se nachází soustava lávek a mostků, které omezují kapacitu jeho koryta. Navíc se mohou ucpat větvemi a plovoucím materiálem a způsobit další omezení odtoku. V roce 2010 došlo vlivem přívalové povodně k přetékání všech mostních konstrukcí v obci. Mezi nejkritičtější místa patří (postupně po směru toku Hluzovského potoka) :

- Most u č. p. 10 v Hluzově, který nemá dostatečnou průtočnou kapacitu a dochází k přelévání vody přes most.
- Propustek pod komunikací č. 44019 u č. p. 66 v Hluzově, kdy může dojít k zahlcení profilu propustku.
- Místo zatrubnění Hluzovského potoka, které se může lehce zahltit a ucpat.
- Propustek u č. p. 67 v Černotíně, který má malou kapacitu a při vyšších průtocích může dojít k jeho ucpání a zahlcení.
- Most u č. p. 123, který se může také zahltit.
- Most u č. p. 7 v Černotíně, který je nízký a nemá dostatečnou kapacitu.
- Most u kostela je také nízký s nedostatečnou kapacitou.

5.2 Hydrologické údaje

Pro zájmové území jsou k dispozici čerstvé hydrologické údaje z Manipulačního a provozního řádu pro nádrž na Hluzovském potoce [3] vydané ČHMÚ Ostrava v roce 2025. Jedná se ovšem o velmi malou plochu povodí - 0,66 km^2, kde je velmi obtížné spolehlivě stanovit jakékoliv hydrologické charakteristiky. To se odráží i v uvedené IV. třídě spolehlivosti v tabulce 1, kde se připouštějí velké odchylky od stanovených hodnot v desítkách procent.

Copyright © AQUATIS a.s.

Tabulka 1 - Hydrologické údaje

Vodní tok	Hluzovský potok					Plocha povodí :					0,66 km^2		
Profil :	Hráz VN					Průměrné srážky :					neudáno		
č.h.p.	4 - 11 - 02 - 029					Průměrný dlouhodobý průtok :					2,7 l/s		
M [dny]	**30**	**60**	**90**	**120**	**150**	**180**	**210**	**240**	**270**	**300**	**330**	**355**	**364**
Q_{Md} [l/s]	7,7	5,2	3,8	2,8	1,8	1,5	1,1	0,9	0,7	0,6	0,5	0,3	0,2
třída	IV.												
N [let]	**Q_1**		**Q_2**		**Q_5**	**Q_{10}**		**Q_{20}**	**Q_{50}**		**Q_{100}**	**Q_{1000}**	
Q_N [m^3/s]	0,391		0,793		1,35	1,79		2,33	2,84		3,31	-	
třída	IV.												

Uvedené údaje v tabulce 1 jsou odvozené z nějakého nižšího profilu s mnohem větší plochou povodí a je proto potřeba je chápat spíše jen jako informativní charakteristiky. Hodnoty průměrného průtoku a M-denních průtoků mohou být přesto dosti vypovídající, protože vycházejí z dlouhodobých průměrů v daném povodí.

Jiné je to však u povodňových průtoků, kde se na velmi malém povodí uplatňuje poněkud odlišný mechanismus vzniku povodně než na větších povodích. Příčinnou srážkou na povodí o řádové velikosti 1 km^2 je vždy přívalový déšť, který způsobí tzv. bleskovou povodeň. Ta je většinou spojena se silným bouřkovým systémem, příp. vznikem supercely, vichřice, downburstu a podobných meteorologických jevů. Její trvání se počítá na pouhé minuty, během nichž nastane velmi intenzivní déšť s celkovým úhrnem až desítek mm. Doba trvání návrhové srážky je přitom úměrná lineárnímu rozměru povodí, resp. době dotoku vody z nejvzdálenějšího bodu rozvodnice do sledovaného profilu na vodním toku. Typickou povodňovou situaci si můžeme představit tak, že v dolní části obce dosud svítí slunko a do horní části přichází od Hranic bouřková oblačnost. Během čtvrt hodiny dojde k výše popsanému průběhu srážek a dalších doprovodných jevů a za další čtvrthodinu, kdy již obcí prochází povodňová vlna, už může opět svítit slunce.

Na takto malém povodí velmi záleží na typu pokryvu terénu. Velikost povodňového odtoku se bude značně lišit při převládajícím pokrytí trvalými travními porosty (TTP) nebo naopak vzrostlou kukuřicí se řádky směrovanými po spádnici (na tomtéž povodí). Přitom takováto změna může v závislosti na způsobu zemědělského využití nastat z roku na rok. Z toho vyplývá, že už jenom relativně jednoduché opatření organizačního charakteru (např. osevní plán) může podstatně přispět ke změně povodňového režimu na elementárním povodí.

5.3 Vyhodnocení povodně ze dne 26. 6. 2024

Narozdíl od předchozí velké povodně v r. 2009 je nyní k dispozici množství různých naměřených údajů, s jejichž pomocí je možné provést podrobnější vyhodnocení toho, k čemu na území obce došlo.

Extremita srážek

- Jednalo se o lokální přívalovou srážku.
- Amatérská meteostanice u obecního úřadu Černotín naměřila 108,8 mm během maximálně 3,5 hodin, jak bylo doloženo fotografií z obecního úřadu. Jedná se sice o neoficiální údaj, ale není žádný důvod jej jakkoliv zpochybňovat. Úhrnnou velikost jednorázové srážky kolem 100 mm udává i řada dalších podkladů - viz níže.
- Většina srážek, podle svědectví místních obyvatel, dokonce spadla během prvních 60 až 90 minut této srážkové epizody.
- Srážkoměr ČHMÚ v Bělotíně udává jen cca poloviční tříhodinový srážkový úhrn, než měření v Černotíně. Vzdušná vzdálenost mezi centry obou sousedních obcí je cca 6 km.

Copyright © AQUATIS a.s.

- O prostorovém rozložení srážky nejsou k dispozici žádné konkrétní údaje - kromě důsledků, zachycených na záběrech poskytnutých objednatelem. Ale uvedený rozdíl intenzit deště není na takové vzdálenosti nijak mimořádný. Je vysvětlitelný odlišnou polohou obou sledovaných míst vůči dráze příčinného srážkového systému.
- Bodová 100 - letá jednodenní srážka podle srážkoměrů Bělotín a Hranice dosahuje velikosti cca 115 - 120 mm.
- Stoletá tříhodinová srážka podle aplikace HydroRAIN - 6H vychází na 81 mm.
- Porovnáním měření obce s údaji z aplikace HydroRAIN - 6H by se jednalo o bodovou srážku s teoretickou dobou opakování dokonce 180 let - tedy naprosto extrémní situace.
- Z výše uvedeného je vysoce pravděpodobné, že skutečná extremita srážek pravděpodobně přesáhla teoretickou dobu opakování nejméně 100 let.

Na závěr je dobré si uvědomit, že hodnota extremity srážek není pevný údaj neměnný v čase, ale relativní hodnota odpovídající dosud naměřeným hodnotám za nějaké období v minulosti. Jedná se vždy o statistické vyhodnocení souboru těchto dostupných údajů. Jestliže v posledních letech zaznamenáváme stále častější výskyt extrémních jevů, znamená to, že i jejich statistické vyhodnocení se mění úměrně tomu. Prakticky to znamená, že stejné jevy, které dříve odpovídaly opakování jednou za 100 let, mají dnes kratší dobu opakování a i v budoucnu můžeme očekávat ještě další zkracování této statistické charakteristiky. Jinak řečeno hodnota intenzity jevů (srážek, průtoků) s určitou dobou opakování (např. 100 let) se v poslední době postupně zvyšuje a lze očekávat, že s ohledem na klimatické projekce bude tento trend ještě nějakou dobu pokračovat.

Extremita průtoků

Četnost opakování extrémních průtoků není v obecném případě shodná s četností opakování příčinné srážky, i když mezi nimi většinou existuje dosti těsná korelace. Velikost průtoků je ale ovlivněna ještě řadou dalších okolností, zejména stupněm nasycení terénu, do něhož srážky padají a také typem jeho vegetačního krytu, který se periodicky mění v souvislosti s ročním obdobím a vegetačním cyklem rostlin. Na tomtéž povrchu zemědělské půdy se odtokový součinitel dramaticky liší podle stavu vegetace (sestupně) :

- čerstvě zasetá nebo nasázená plodina
- vzešlá plodina
- hustě rozrostlá plodina
- trvalý travní porost

Čím menší odtokový součinitel, tím je větší retence (zadržení) srážek. U řádkových plodin by se na takto sklonitých pozemcích měly jejich řádky směrovat zásadně podle vrstevnic terénu, což je ale náročné na obdělávání a sklizeň a většinou se to neděje. Může se tím ale zvýšit okamžitá retence srážek až v řádu desítek procent.

Pozorované kulminační průtoky lze jen odhadovat z dostupných videí a fotodokumentace :

- Ve střední a dolní části obce jsou hrubě odhadované Qmax o cca 50 - 60 % vyšší, než údaje srážkoodtokového modelu v modelovém scénáři Q_{100} (viz kapitola 9).
- Modelové Q_{100} byly ovšem sníženy během kalibrace modelu, aby zhruba odpovídaly hodnotám poskytnutým ČHMÚ.
- Data Q_N poskytnutá ČHMÚ se celkově jeví nižší, než bychom pro povodí Hluzovského potoka očekávali.
- Bez redukce provedené při kalibraci by modelové Q_{100} přibližně odpovídaly povodni z 26. 6. 2024.
- S použitím redukovaných údajů srážkoodtokového modelu na data ČHMÚ vycházejí kulminační průtoky z 26. 6. 2024 (ve střední a dolní části povodí Hluzovského p.) na úrovni cca 170 - leté povodně.
- Celkově lze tedy odhadnout, že skutečná (oficiálně potvrzená) doba opakování posuzované povodně bude ležet v rozmezí 100 až 170 let. V každém případě se tak jedná o velmi extrémní povodňovou událost.

Copyright © AQUATIS a.s.

5.4 Údaje poskytnuté objednatelem

Z povodně v 06/2024 byly v obci zaznamenány poměrně podrobné údaje ve formě slovního popisu průběhu událostí a v některých případech i videozáznamů. Ty jsou obzvláště cenné, protože umožňují provést kvantifikované odhady míry zaplnění koryta potoka v obci, nebo výšky vybřežení průtoku.

Identifikace objektů, které byly zatopeny v roce 2024, uvedeno v pořadí po toku shora dolů :

- Hluzov čp. 23 (Kovařík, video a foto na cloudu), voda z Hluzovského potoka - od mostku u čp. 25, v obytné části cca 30 - 40 cm vody, voda vytlačila opláštění hospodářské části
- Hluzov čp. 75 (Záchovi), voda v garáži cca 10 cm, dostala se ze zaplavené hlavní komunikace
- Hluzov čp. 53 (Vacula - video + foto na cloudu), zahrádka a dvůr zaplavena z Hluzovského potoka (voda byla 30 cm nad opěrnou zdí), do obytné části voda (10 cm) vnikla ze zaplavené hlavní komunikace
- Hluzov čp. 6 (Hendrychovi - video na cloudu), zaplavena hospodářská část (cca 10 - 20 cm vody), od Hluzovského potoka
- Hluzov čp. 35 (Nevrlý - video na cloudu), zaplaven dvůr a hospodářská část (cca 10 - 20 cm vody), od Hluzovského potoka
- Hluzov čp. 10 (Mokrá - video na cloudu) - v garáži přiléhající k potoku cca 30 - 40 cm, v obytné části 10 cm, voda z Hluzovského potoka a zaplavené hlavní komunikace
- Černotín čp. 72 (Mičunkovi) - voda ve dvoře (cca 10 cm) ze zaplavené hlavní komunikace
- Černotín čp. 12 (Vacek) - voda ve dvoře a v garáži (cca 10 cm) ze zaplavené hlavní komunikace
- Černotín čp. 85 (dříve „Čajkovo“) voda ve dvoře a v garáži (cca 10 cm) ze zaplavené hlavní komunikace
- Černotín čp. 10 (Vondráčkovi) (připojeno i video), voda ve dvoře cca 10 cm ze zaplavené hlavní komunikace
- Černotín čp. 1 (obecní úřad), voda v hlavní chodbě (cca 5 cm), zaplaven sklep, voda z vylitého Hluzovského potoka - voda ze zaplavené hlavní silnice
- Černotín čp. 49 (Šnejdrlovi) - voda ze zaplavené hlavní komunikace ve dvoře
- Černotín čp. 48 (Nehyba) - voda ze zaplavené hlavní komunikace ve dvoře cca 30 cm a hospodářské části stavení, zaplaveny automobily
- v Černotíně nad čp. 23 sesuv půdy vlivem vysokých srážek až k parcele č. 287

Ve všech výše uvedených případech byly škody a výška vody ještě poněkud omezeny tím, že si lidé postavili vlastní improvizované zábrany (fošny ve vratech, pytle s pískem apod.).

Z uvedených popisů je zřejmé, že v drtivé většině případů došlo k zaplavení z hlavní komunikace v obci, která je zhruba paralelní s trasou Hluzovského potoka. To znamená, že prvotní příčinou bylo překročení kapacity jeho koryta, resp. vzdutí způsobené některou překážkou (mostky, zaklenutí, atd.) s nedostatečnou kapacitou.

Copyright © AQUATIS a.s.

Současně je možné konstatovat, že zaplavení většiny objektů bylo mírné (v rozmezí 10 až 20 cm), nebyly zaznamenány téměř žádné devastující škody, a že tedy zaznamenaná povodňová epizoda představuje jen mírné překročení břehové kapacity koryta Hluzovského potoka. Podle dostupných podkladů se jednalo o povodeň s překročením více než 100 let, a tedy můžeme odhadnout, že současná kapacita koryta zajišťuje protipovodňovou ochranu na úrovni téměř Q_{100}, což zdaleka není běžný standard ve většině srovnatelných obcí. Ovšem je výhradně na zastupitelích obce, pro jak velkou ochranu jejího území se rozhodnou, a mohou zvolit i vysokou ochranu překračující úroveň Q_{100}. Na druhé straně lze předpokládat, že vzhledem k aktuálnímu vývoji klimatu, směřujícímu k výraznějším extrémům, budou po nějaké době průtoky zaznamenané v 06/2024 již hodnoceny jako menší než Q_{100}.

5.5 Dostupná dokumentace

[1] Studie proveditelnosti k realizaci přírodě blízkých protipovodňových opatření v Mikroregionu Hranicko, Pöyry Environment a.s. a Ekotoxa, s.r.o., duben 2013

[2] Povodňový plán obce Černotín prezentovaný na webových stánkách obce (https://www.portalobce.cz/povodnovy-plan/cernotin) aktualizovaný ke dni 10.12.2020

[3] VD HLUZOV - Manipulační a provozní řád, Vodohospodářský rozvoj a výstavba a.s., duben 2025

[4] Návrh Změny č. 1 územního plánu Černotín pro vydání v zastupitelstvu obce, publikováno 3. 9. 2025

[5] ČERNOTÍN - místní část Hluzov - odbahnění retenční nádrže, Jednostupňový projekt, Ing. František Zábranský - Hydro - Eko Přerov, červenec 2007

[6] Obec Černotín, Zaměření komunikace na p.č. 718/3 - čp. 98 až 106. Polohopis a výškopis, Ing. Libor Michna - Geodetické práce Valašské Meziříčí, leden 2024

[7] Obec Černotín, Zaměření potoka na p.č. 305/4, Polohopis a výškopis, Ing. Libor Michna - Geodetické práce Valašské Meziříčí, srpen 2024

[8] Obec Černotín, Zaměření hráze přehrady Hluzov na p.č. 253/3, Polohopis a výškopis, Ing. Libor Michna - Geodetické práce Valašské Meziříčí, červenec 2025

[9] Provozní řád a manipulační řád retenční nádrže na přítoku Hluzovského potoka v Hluzově, únor 2007, autor neuveden

Copyright © AQUATIS a.s.

5.6 Ostatní podklady

[11] Předběžně vytipované lokality pro možné vybudování suchých nádrží na území obce Černotín, obec Černotín, zasláno elektronicky 11. 7. 2024 (Vlastní body)

[12] HEC-HMS (software). U. S. Army Corps of Engineers (USACE). (2022). Hydrologic Modeling System HEC-HMS (Version 4.9). Hydrologic Engineering Center. (https://www.hec.usace.army.mil/software/hec-hms/)

[13] Digitální model reliéfu České republiky 5. generace (S-JTSK, Bpv). ČÚZK. dostupné elektronicky, staženo k 1. 10. 2025 (ČÚZK: Geoportál)

[14] LPIS – veřejný registr půdy. dostupné elektronicky, staženo k 1. 8. 2025 (https://agrigis.gov.cz/portal/apps/storymaps/stories/99ddc665f57a4843b878e86c23e99b31)

[15] ZABAGED® (polohopis). ČÚZK. dostupné elektronicky, staženo k 1. 10. 2024

[16] BPEJ dostupné elektronicky, staženo k 23. 9. 2025 (Otevřená data ke stažení | Geoportál SPÚ)

[17] Geoportál Národního lesnického institutu. Oblastní plány rozvoje lesů. dostupné elektronicky k 1. 10. 2025 (https://geoportal.nli.gov.cz/DsNli/Oprl/)

[18] HydroRAIN – 6H. Aplikace pro odvození úhrnu a průběhu intenzit 6hodinové návrhové srážky pro povodí IV. řádu. dostupné elektronicky k 1. 10. 2025 (https://rain.fsv.cvut.cz/webapp2/hydrorain_6h/)

[19] ČHMÚ. Historická srážkoměrná data ze stanic Bělotín (01BELO01) a Hranice (O3HRAN01). dostupné elektronicky, staženo k 1. 8. 2025 (https://opendata.chmi.cz/meteorology/climate/historical/)

[20] ŠERCL, Petr. Vliv fyzickogeografických faktorů na charakteristiky teoretických návrhových povodňových vln. Dizertační práce, vedoucí Hladný, Josef. Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta, Katedra fyzické geografie a geoekologie, 2007.

[21] DRBAL Karel, OŠLEJŠKOVÁ Jana, DZURÁKOVÁ Miriam, DUMBROVSKÝ Miroslav. Metodický návod pro identifikaci kritických bodů. VÚV T.G.M, Brno, 2009.

Copyright © AQUATIS a.s.

6 PROVEDENÉ ANALÝZY

6.1 Řešené území

Území obce je ve směru východ - západ rozděleno linií státní silnice I / 35 (E 442) a souběžného hlavního železničního tahu č. 280 (Hranice - Valašské Meziříčí). Část na jih od této linie náleží údolní nivě řeky Bečvy a je v podstatě rovinatá. Část ležící na sever od státní silnice je kopcovitá a soustřeďuje se v ní nejvíce problémových míst z hlediska povodňových událostí. Jižní (spodní) část obce není v souladu se zadáním studie třeba řešit. V minulosti bývala často ohrožena řekou Bečvou, ale v minulých letech provedlo Povodí Moravy na Bečvě protipovodňová opatření, která významně snížila riziko hrozící z této strany.

Objednatel navrhuje podle vlastních zkušeností k řešení šest kritických lokalit na katastru obce, kde by bylo vhodné navrhnout nová opatření k zachycení nebo zpomalení přívalových průtoků :

1. Plocha nad vodní nádrží V Lípí na Hluzovském potoce
2. Plocha nad vodní nádrží na pravostranném přítoku Hluzovského p. („nová“ přehrada“)
3. Plocha nad lomem v Hluzově (nad čp. 81)
4. Černotín nad čp. 126 (pole „Haná“)
5. Černotín nad domy čp. 72 - 142, v této lokalitě připravujeme novou výstavbu RD
6. Místní část Vápenky - voda stéká od Propasti k domkům a chatkám v této oblasti.

Jako jedno z možných opatření navrhuje obec prověřit možnost trvalého snížení normální hladiny v nádrži ad 2). Předpokládá, že takto získaný retenční prostor by mohl snížit povodňové odtoky z nádrže a tak zlepšit protipovodňovou ochranu podél toku pod nádrží.

6.2 Srážko - odtokový model

Pro lepší analýzu stávajících odtokových poměrů jsme sestavili malý srážko - odtokový model speciálně pro území dotčené obce. Cílem této analýzy bylo vyčíslení teoretických kulminačních průtoků a objemů přímého odtoku v dílčích zdrojových povodích Hluzovského potoka, ve významných profilech na tomto páteřním toku a jeho přítocích. Analýza odtokových poměrů byla provedena prostřednictvím deterministického událostního srážko - odtokového modelu v softwaru HEC-HMS. Rozsah řešené oblasti vychází ze zadání studie a konzultací se zástupci obce. Hlavním předmětem zájmu je povodí Hluzovského potoka, které je zdola omezeno závěrovým profilem v místě křížení železniční trati Hranice n. M. - Val. Meziříčí (- Púchov). Podrobný popis modelu a výsledky provedených analýz jsou uvedeny v příloze této zprávy (kap. 9). Získané číselné údaje jsou přehledně sestaveny na mapce v téže kapitole.

6.3 Kritické body

Jedním z možných způsobů vyjádření zranitelnosti území vůči povodňovému nebezpečí je vymezení tzv. kritických bodů (KB). Kritický bod je místo na horní hranici intravilánu obce, ve kterém dochází k významnému soustředění povrchového odtoku v reakci na přívalové srážky. V České republice se ke stanovení kritických bodů používá metodika Drbala a kol. (2009). Kromě samotného umístění kritických bodů je vhodné vymezit také přispívající plochy k jednotlivým KB. Charakteristiky přispívajících ploch KB, spolu s příčinnou srážkou, rozhodují o tom, kolik vody následně proteče profilem kritického bodu, a zda (resp. v jaké výši) dojde v navazujícím intravilánu obce k povodňovým škodám. V této problematice navazujeme na již dříve zpracovanou studii „Hranicko“ (podklad 1) a rozšiřujeme její analýzu do větší podrobnosti. Celkem tak bylo specifikováno 15 kritických bodů (viz příl. 3.2). Obsáhlejší popis této problematiky je uveden v kapitole 10.

Copyright © AQUATIS a.s.

6.4 Plošná analýza území

Na základě dostupných dat bylo provedeno plošné vyhodnocení zájmového území z několika důležitých hledisek :

- Identifikace maloplošných chráněných území - **ÚSES** - územní systém ekologické stability. V hranicích těchto chráněných území by se neměly navrhovat žádné stavby, ani další opatření, které by měly potenciál narušit jejich předmět ochrany podle zák. č. 114/1992 Sb. v platném znění. Naopak se mohou využít jako součást systému přírodě blízkých opatření.
- **Svažitost území** - má přímou souvislost s rychlostí plošného i soustředěného odtoku vody, potažmo tedy i s rizikem vzniku bleskové povodně při intenzivních dešťových srážkách. Při pohledu na příslušnou mapovou přílohu je vidět, že území obce severně od železniční trati má většinou vysoké sklony terénu přesahující 10 %, zatímco zbývající jižní část má mírné sklony do 5 %. Je to dáno rozdílnou genezí obou částí, kdy jižní část náleží plochým aluviálním sedimentům Bečvy, zatímco severní část je tvořena členitým terénem Příborské pahorkatiny a Maleníku. Toto základní rozdělení zájmového území je již respektováno v zadání studie, které se týká jen jeho problémové severní části.
- **Potenciální erozní ohrožení** - představuje podrobnější pohled na povodňovou problematiku, protože kromě sklonových poměrů terénu zahrnuje i vlastnosti půdy a jejího vegetačního pokryvu, které se také významně podílejí na odtokových poměrech. Kombinací těchto dvou faktorů vzniká riziko erozního ohrožení, kdy dochází při deštích k nadměrnému odnosu svrchní vrstvy ornice a degradaci zemědělských pozemků. Porovnáním vypočtené hodnoty erozního odnosu v t/ha/rok s předepsanými limitními hodnotami podle vyhl. č. 240/2021 Sb. (v platném znění jako vyhl. č. 546/2025 Sb.) získáme přehled o nejohroženějších plochách v daném území.
- **Využití území** (Landuse) - podává přehlednou informaci o způsobu využívání plochy terénu na celém území obce, a to ve 14 kategoriích od orné půdy, přes trvalé travní prosty (TTP), vodní plochy až po zastavěná území. Bohužel většina ploch (více než 50 %) náleží orné půdě, což je z hlediska povodňového a erozního ohrožení nejrizikovější kategorie. Tyto plochy jsou rozmístěny rovnoměrně po celém obvodu intravilánu obce a jednoznačně tak zvyšují její povodňové ohrožení.
- **Hydrologické stavby** - Na většině ploch v severní části obce jsou indikována meliorační zařízení, většinou plošné odvodnění, které bylo vybudováno před rokem 1990 (příl. 2.5). O jeho současném stavu nemáme žádné aktuální údaje, ale ze zkušenosti lze říci, že odezvu území na přívalové srážky tyto meliorace nijak znatelně neovlivňují. Jednak nejsou nijak udržovány a jejich odvodňovací funkce tak pomalu mizí. A pokud ještě částečně fungují, tak spíše zlepšují kapacitu půdy pro vsakování srážek, protože trvale snižují její nasycenost vodou a vytvářejí volný prostor pro pohlcení další vody z povrchu. Naopak drenážní odtok z meliorované půdy je plynulý a pomalý - v řádu dnů až týdnů. Tento efekt je ale proměnlivý a nejistý, takže s ním nijak nepočítáme. Pokud nastane, bude to ve prospěch bezpečnosti dalších navržených opatření a celkové úrovně ochrany.
- **Chráněná ložisková území** - podstatná část pravobřežní části povodí Hluzovského potoka je evidována ČBÚ jako chráněné ložiskové území pro těžbu vápence s převážným využitím pro výrobu cementu. Asi na polovině tohoto území je již kámen těžen ve dvou dobývacích prostorech. Provozovatel Cement Hranice, a.s. se chystá těžbu dále rozšiřovat. Aktuálně je posledním platným dokumentem v této věci rozhodnutí OBÚ Ostrava č.j. SBS 41731/2021 ze dne 8. 10. 2021, povolení hornické činnosti - dobývání výhradního ložiska vápence pro Cement Hranice, a.s. Hranice na pozemcích p.č. 298/2 a 298/3 v k.ú Hluzov.

Ke každému z uvedených aspektů je doložena příslušná mapová příloha (2.1 až 2.13).

Copyright © AQUATIS a.s.

7 NÁVRHY NA ŘEŠENÍ PROBLÉMOVÝCH MÍST

Výběr problémových míst vychází ze zadání objednatele (kap. 6.1) a byl doplněn o další nalezené kritické body (kap. 10).

7.1 Nádrž na Hluzovském potoce

Nádrž je situována nad intravilánem obce v nejhornější části povodí Hluzovského potoka a ovládá jen poměrně malou část jeho povodí - 0,66 km^2 vůči ploše 3,4 km^2 na dolním okraji zástavby nad státní silnicí. Následující údaje jsou převzaty z Manipulačního a provozního řádu (MPR) nádrže - podklad [3]:

dlouhodobý průměrný průtok	Qa	2,7 l/s	(85 147 m^3/rok)
kulminace stoleté povodně	Q_{100}	3,31 m^3/s	
průměrná výška srážek	Hsr	686 mm	(0,45 mil. m^3)
nejnižší kóta dna v nádrži		296,36 m n.m.	
výška stálého nadržení	Hs	296,69 m n.m.	(tj. pouhých 33 cm nade dnem)
objem při Hs	Vs	170 m^3	
normální hladina	Hn	300,0 m n.m.	
objem nádrže při Hn	Vn	11 200 m^3	
retenční hladina	Hr	300,66 m n.m.	
retenční objem nad Hn	Vr	4 100 m^3	

Účelem vodního díla je akumulace povrchové vody pro zemědělské družstvo a protipožární účely, zmírnění povodňových průtoků a sportovní rybolov. Podle vodoprávního povolení je stanoven minimální záchovný průtok (MZP) o velikosti 0,4 l/s (12 614 m^3/rok). Stanovená velikost MZP se nachází mezi hodnotami Q_{330} a Q_{355} . K ochrannému účinku nádrže se uvádí, že vzhledem k zanedbatelné velikosti retenčního objemu není významný. Žádný číselný údaj se neuvádí. K nastavení polohy hladiny v nádrži slouží betonový požerák s výpustným potrubím DN 300. Průtoková kapacita objektu při normální hladině je stanovena na 0,2 m^3/s, při retenční hladině na 0,22 m^3/s.

K převedení povodňových průtoků je nádrž vybavena bezpečnostním přelivem s krytým odpadem. Jeho kapacita při hladině Hr je stanovena na 3,3 m^3/s, ovšem při zahlceném odtokovém potrubí DN 800, což odporuje ustanovení příslušné normy. Kapacita při proudění o volné hladině je mírně nižší, a to cca 3,0 m^3/s. Jako bezpečnostní riziko lze vnímat mřížoví nad úrovní přelivné hrany (patrně proti úniku rybí obsádky) - viz obrázek 2 níže. Tyto konstrukce se při povodňových situacích často ucpávají plovoucími předměty, které snižují návrhovou kapacitu, a způsobují tak nekontrolovaný vzestup hladiny s možností přelití koruny hráze.

Toto vytváří významné povodňové riziko. Je třeba zajistit, aby při každé povodňové situaci, případně před ní (pokud existuje včasná výstraha) provedl pověřený člověk obhlídku stavu funkčních objektů a v případě potřeby zajistil jejich včasné vyčištění.

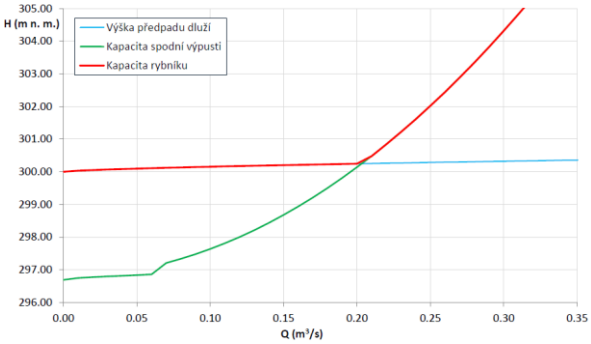
Copyright © AQUATIS a.s.



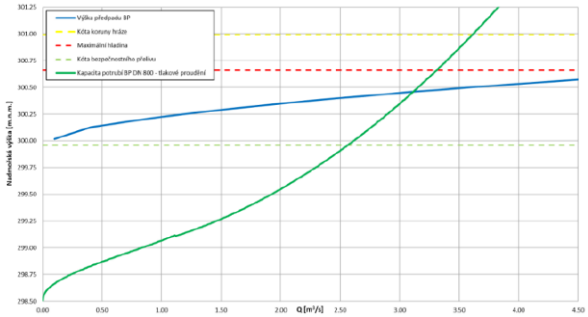
Obr. 1 - Požerák nádrže V Lípí



Obr. 2 - Bezpečnostní přeliv



Obr. 3 - Kapacitní křivka požeráku



Obr. 4 - Kapacitní křivka bezpečnostního přelivu



Obr. 5 - Celkový pohled na nádrž V Lípí

Copyright © AQUATIS a.s.

V zásobním prostoru nádrže se v podstatě nijak nehospodaří, hladina se za normálních okolností udržuje na úrovni 300,0 m n.m. (pomocí požeráku). Převádění povodňových průtoků probíhá samovolně plněním neovladatelného retenčního prostoru nad normální hladinou. Efekt tlumení povodní není zcela zanedbatelný (jak se uvádí v MPR), což vyplývá z pouhého porovnání velikosti retenčního prostoru (4 100 m^3) a objemu stoleté povodně (25 500 m^3). Kulminace NPV 100 se sníží o cca 8 % a její průběh se zpozdí o 15 minut. Tento účinek ale vzhledem k malé velikosti povodí nádrže potom v korytě pod nádrží poměrně rychle vymizí (zhruba k soutoku s pravostranným přítokem) a níže po toku je skutečně už zanedbatelný.

Aby se dosáhlo znatelné protipovodňové ochrany obce, bylo by nutné mít v nádrži retenční prostor, který by zachytil prakticky celý objem návrhové povodně (cca 25 tis. m^3), tj. 6x větší než je dnes k dispozici a téměř 2x větší než celý dnešní objem nádrže. Tím by obec trvale přišla o tuto vodní plochu, což se jeví jako příliš velká ztráta za to, že by suchá nádrž jednou za 100 let zachytila extrémní povodeň.

Záměrem objednatele je vybudování stabilizačních stupňů na přítoku do nádrže podle dokumentace uvedené v podkladech pod číslem [5]. To je vhodné opatření pro snížení vodní eroze a omezení přísunu nerozpuštěných látek do nádrže. Pro provoz nádrže je to velmi přínosné, protože se tím odstraní nebo významně omezí nutnost opakovaného čištění nádrže od bahnitých naplavenin. Reálný protipovodňový účinek ale takové úpravy nemají, protože nevytvářejí žádný nový retenční objem, nebo jen nepatrný ve srovnání s objemem povodňových odtoků. Na druhé straně toto navrhované opatření ani nijak negativně neovlivňuje odtokové poměry nad nádrží. Proto se touto záležitostí dále nezabýváme.

7.2 Retenční nádrž na pravostranném přítoku Hluzovského p.

Nádrž je situována nad intravilánem obce – v místní části Hluzov na pravostranném přítoku Hluzovského potoka a ovládá rovněž poměrně malou část jeho povodí - konkrétně 79 ha (tj. 24 %) vůči ploše 3,5 km^2 na dolním okraji zástavby nad silnicí první třídy. Následující údaje jsou převzaty z Manipulačního a provozního řádu (MPR) nádrže - podklad [9] :

dlouhodobý průměrný roční průtok	Qa	6,8 l/s	(213 520 m^3/rok)
kulminace návrhového povodňového průtoku	Qnp	3,42 m^3/s	
		(není zřejmé o jakou periodicitu se jedná, nejspíše stoletou)	
doba trvání návrhové povodně	Tpov	2 000 s	(tj. 33 minut)
snížený kulminační průtok po průchodu nádrží	Qr	3,01 m^3/s	(tj. 88 %)

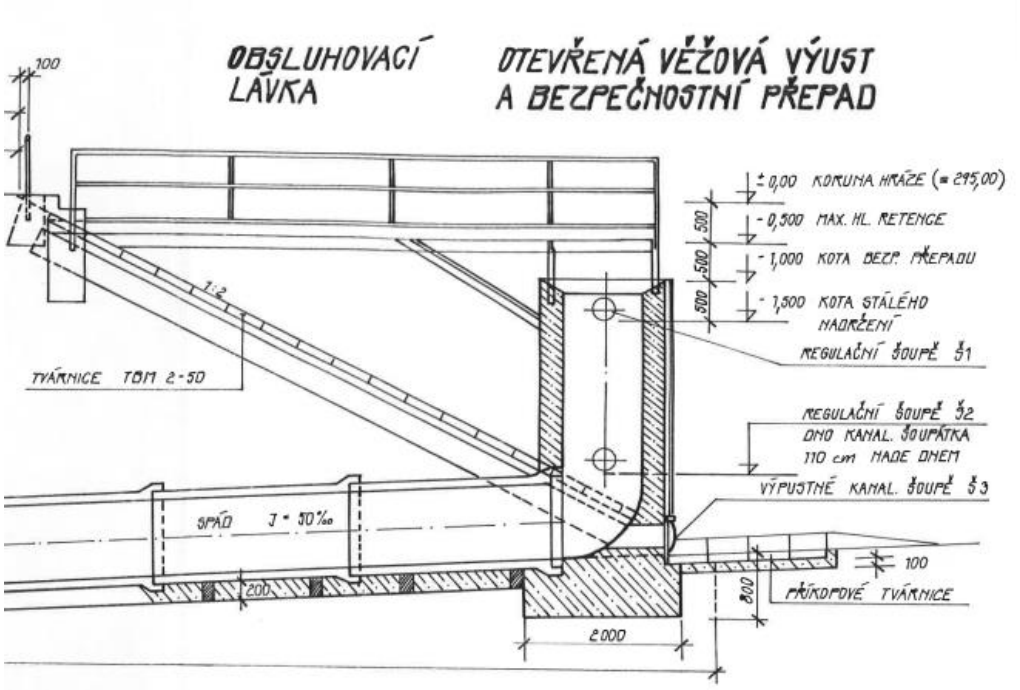
Pozn. :

Průměrný odtok je zde značně vyšší, než jak se uvádí v předchozí kapitole, přestože plocha povodí je srovnatelně velká. Specifický odtok z jednotkové plochy zde vychází na 8,65 l/s/km^2, zatímco u předchozí nádrže to bylo jen 4,1 l/s/km^2, tedy méně než polovina. Přitom charakter obou povodí není natolik odlišný, aby ospravedlňoval tak velký rozdíl. Ten je nejspíše způsoben rozdílnou metodikou použitou při výpočtu hydrologických údajů na obou nádržích. Proto jsme se rozhodli sestavit vlastní srážko - odtokový model (příl. 9 této zprávy), který by poskytl homogenní podklad pro veškeré další úvahy a možnost vzájemného porovnání mezi různými odtokovými profily.

nejnižší kóta dna v nádrži	Kd	290,60 m n.m.	
normální hladina	Hn	293,50 m n.m.	
objem nádrže při Hn	Vn	4 661 m^3	
retenční hladina	Hr	294,50 m n.m.	
retenční objem nad Hn	Vr	2 800 m^3	(max. 3 829 m^3)
kóta koruny hráze	Kk	295,00 m n.m.	

Copyright © AQUATIS a.s.

Účelem vodního díla je snížení povodňové vlny na Hluzovském potoku, regulovatelný odtok z nádrže, zamezení škod na korytě potoka, na komunikaci a obytných budovách. Funkční objekt v sobě sdružuje funkci dnové výpusti i bezpečnostního přelivu - viz obr. 6 níže.



Obr. 6 - Podélný řez sdruženým funkčním objektem



Obr. 7 - Pohled na aktuální stav koruny hráze a funkčního objektu

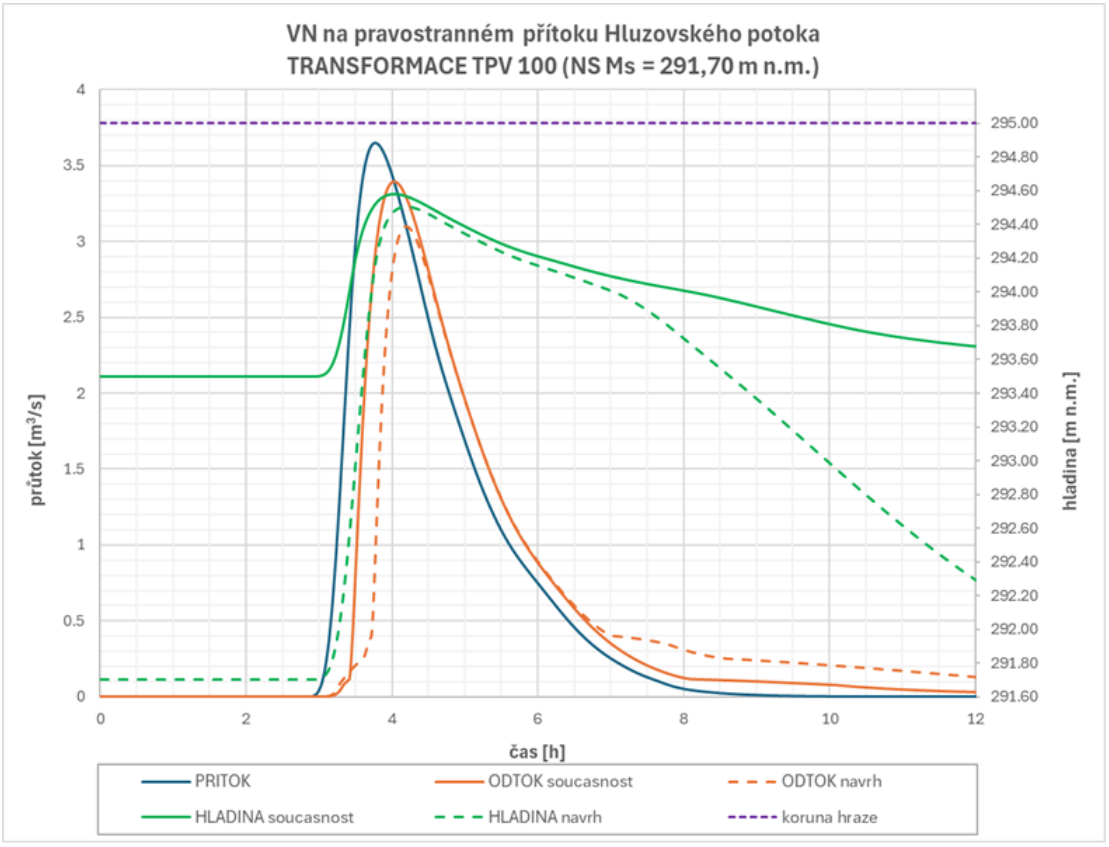
Copyright © AQUATIS a.s.

Na obrázku 7 je vidět, že nádrž působí dosti zanedbaným dojmem. Je na soukromém pozemku, jehož majitel s obcí příliš nekomunikuje a blokuje přístup k nádrži. To vnímáme jako rizikový faktor. Obec by měla mít k nádrži zajištěný přístup kvůli kontrole jejího technického stavu a možnosti případného operativního zásahu během povodňových událostí.

V provozním a manipulačním řádu nádrže (podkl. [9]) nejsou uvedeny žádné údaje týkající se kapacity sdruženého objektu ani jeho měrné křivky. Z uváděné velikosti návrhové povodně a jejího snížení nádrží lze dedukovat, že objekt by měl mít kapacitu přibližně 3 m^3/s. To je ale vzhledem ke koncepci objektu nereálné. Jeho kapacitu při maximální hladině lze odhadnout do cca 2 m^3/s. Přitom objekt tohoto typu by měl podle příslušné normy zajistit požadovanou kapacitu se 100 % rezervou, tedy 6 m^3/s (protože má krytý odpad procházející tělesem hráze). To je ale zcela vyloučené. Tyto okolnosti vytvářejí při povodňových průtocích značné riziko překročení maximální hladiny a přelití koruny hráze.

Ochranná funkce nádrže je tedy velmi omezená, může fungovat dobře jen při menších povodních, jejichž objem jen mírně přesahuje retenční objem nádrže (cca 4 000 m^3). Po zaplnění retenčního prostoru už se potom přítok víceméně rovná odtoku. Tomu odpovídá jen mírné snížení návrhového povodňového průtoku o 12 %, což není mnoho. Efekt ochrany však působí jen na krátkém úseku mezi hrází nádrže a zaústěním odpadního koryta do Hluzovského potoka - cca 170 m.

Na základě námětu objednatele na trvalé snížení hladiny v nádrži bylo provedeno několik modelových výpočtů transformace povodně v takto získaném retenčním prostoru. Posuzovalo se snížení počáteční hladiny transformace ze současné úrovně 293,50 m n.m. (dolní hrana otvoru Š1) na cca 291,70 m n.m (dolní hrana otvoru Š2), tedy o 1,8 m. Tomu odpovídá zvětšení retenčního prostoru o 3200 m^3. Výpočet byl proveden pro tři teoretické povodňové vlny s opakováním 20, 50 a 100 let, dále označené jako TPV 20, TPV 50 a TPV 100. Pro ilustraci získaných výsledků je na obrázku 8 uveden grafický výstup z výpočtu pro TPV 100. Výsledky dalších výpočtů vypadají obdobně.



Obr. 8 - Výpočet transformace TPV 100 v „Nové“ nádrži na přítoku Hluzovského potoka

Copyright © AQUATIS a.s.

Souhrn výsledků pro TPV 20 :

- snížení kulminace Q_{20} z 3,15 m^3/s (přítok do nádrže) na 2,03 m^3/s (odtok), v současnosti na odtoku vychází 2,39 m^3/s, těsně pod hrází tak dochází ke snížení současného odtoku o 360 l/s (cca 15 %)
- zpoždění kulminace průtoku pod hrází o 16 minut (oproti současnému stavu)
- maximální hladina v nádrži vystoupá na 294,35 m n.m. (tj. o 10 cm níže, než v současnosti).

Souhrn výsledků pro TPV 50 :

- snížení kulminace Q_{50} z 3,15 m^3/s (přítok do nádrže) na 2,59 m^3/s (odtok), v současnosti na odtoku vychází 2,91 m^3/s, těsně pod hrází tak dochází ke snížení současného odtoku o 320 l/s (tj. o 11 %)
- zpoždění kulminace průtoku pod hrází o 12 minut (oproti současnému stavu)
- maximální hladina v nádrži vystoupá na 294,44 m n.m. (tj. o 8 cm níže, než v současnosti).

Souhrn výsledků pro TPV 100 :

- snížení kulminace Q_{100} z 3,65 m^3/s (přítok do nádrže) na 3,10 m^3/s (odtok), v současnosti na odtoku vychází 3,39 m^3/s, těsně pod hrází tak dochází ke snížení současného odtoku o 290 l/s (tj. o necelých 9 %)
- zpoždění kulminace průtoku pod hrází o 10 minut (oproti současnému stavu)
- maximální hladina v nádrži vystoupá na 294,50 m n.m. (tj. o 8 cm níže, než v současnosti).

Celkové zhodnocení :

Z uvedených výsledků je zřejmé, že snížením stálé hladiny v nádrži dochází jen k velmi mírnému zlepšení protipovodňové funkce nádrže. Zlepšení reprezentované snížením odtékajícího průtoku se pohybuje kolem 10 %. To je sice pozitivní, ale není to natolik výrazný efekt, aby ospravedlňoval trvalé a podstatné omezení dosavadní funkce nádrže. Navíc ochranný efekt působí jen na poměrně krátkém úseku koryta po jeho zaústění do Hluzovského potoka (200 m). Proto se nám navrhované trvalé snížení normální hladiny v nádrži nejeví jako vhodné opatření.

7.3 Plocha nad lomem v Hluzově (nad čp. 81)

Toto představuje zcela zvláštní případ potřebné ochrany. Povodňový přítok do lomu nepředstavuje bezprostřední povodňové ohrožení, protože se zde nachází jen jediný bytový objekt. Ostatně při povodňové epizodě v 06/2024 nebyly také reportovány žádné konkrétní škody nebo ohrožení na životě. Možné riziko je dáno zvláštním charakterem této lokality, kde je v jednom místě vyústěno výše ležící koryto ve strži bez trvalého průtoku do strmé skalní (odlomové) stěny výšky až 15 m. V případě silnějších srážek tak do lomu proudí voda v podobě jakéhosi „vodopádu“, který může být i velmi prudký a nebezpečný. Projevilo se to právě při povodni v 06/2024 a je to dokumentováno dodaným videozáznamem. V případě výskytu bleskové povodně (typicky při prudké bouřce) je teoreticky možné, že by padající voda mohla překvapit a případně i zranit osoby pohybující se v blízkosti skalní stěny. Proto by bylo vhodné zde navrhnout opatření, které by takové nežádoucí situaci mohlo zabránit.

Copyright © AQUATIS a.s.



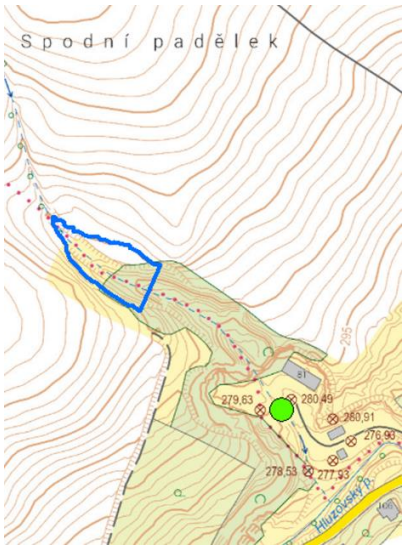
Obr. 9 - Místo soustředěného přítoku do lomu, v pozadí je viditelná přírodní strž

Zní to sice poněkud absurdně, ale taková situace může za určitých okolností nastat. Z minulosti je znám případ, kdy na Vsetínské Bečvě došlo k utonutí dětí, které se koupaly pod jezem. Bylo to za slunečného letního dne, průtok v řece byl malý a veškeré okolnosti se zdály být bezpečné. Výše proti proudu se však vytvořila silná bouřka spojená s intenzivními srážkami, což způsobilo prudký a okamžitý vzestup průtoku v korytě řeky. To je právě pro Bečvu typické a je to dlouhodobě známo. Děti si přívalové vlny buď nevšimly, nebo ji podcenily a zesilující proud rychle vytvořil pod jezem typický zpětný válec, který jim už nedovolil uniknout. K události došlo před cca 50 lety.

Tak dramatická situace by zde asi nenastala, ale rozhodně bude vhodné provést nějaké opatření, které by ztlumilo hlavně počáteční náraz průtokové vlny, který by mohl ohrozit osoby pod stěnou, jak je popsáno výše. Vzhledem ke konfiguraci terénu zde nelze uvažovat o nějaké velké retenční nádrži, ale přírodní strž, která se nachází nad horním okrajem lomu nabízí možnost vybudování ochranné hráze, jejímž účelem by bylo právě zachycení prvního přívalu povodňové vlny a jejího plynulého rozdělení do delšího časového období (v řádu desítek minut). Vhodné místo jsme našli ve vzdálenosti asi 100 m nad lomovou stěnou, jak je dokumentováno na obr. 10 a v příloze 3.6. Objekt musí samozřejmě fungovat zcela automaticky, jen na základě velikosti průtoku, bez potřeby jakékoliv lidské manipulace.

Konstrukčně by se jednalo o rovnaninu z lomového kamene na výšku cca 5 m - těsně pod úroveň okolního terénu. Přesnou výšku bude možné stanovit až po provedení podrobnějšího návrhu s uvážením dalších faktorů, zejména nákladových. Konečná výška hráze by mohla být i nižší s tím, že se bude při nejvyšším průtoku přelévat. Kamennému materiálu mírné přelití nebude vadit. Jednotlivé kameny musí být ovšem ukládány stejným způsobem jako do kamenného záhozu, tzn. sice bez pojiva, ale se vzájemnou vazbou na okolí, příp. i uklínováním, aby výsledná konstrukce odolala namáhání proudící vodou. Hrázka nebude vybavena žádným těsněním, předpokládá se volné proudění vody mezi kameny - tzv. průcezná hráz. Kamenný materiál má vysokou smykovou pevnost a proto snese dosti strmé sklony svahů - uvažujeme cca 1 : 1. Založení bude možné provést přímo na očištěný skalní podklad, případně s lokálním zpevněním paty obou svahů betonovým prahem. Ve dně strže bude uloženo odvodňovací potrubí světlosti cca 200 mm s ochranou vtoku proti zanesení nebo ucpání (např. vhodným balvanem).

Copyright © AQUATIS a.s.

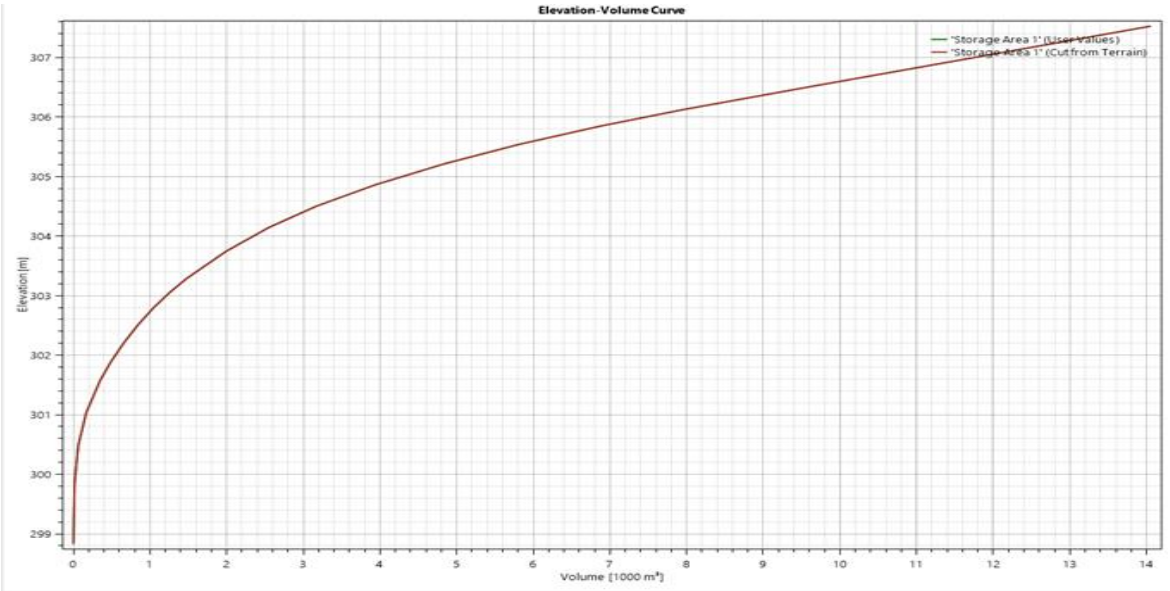


Obr. 10 - Situační umístění retenční nádrže - návrh



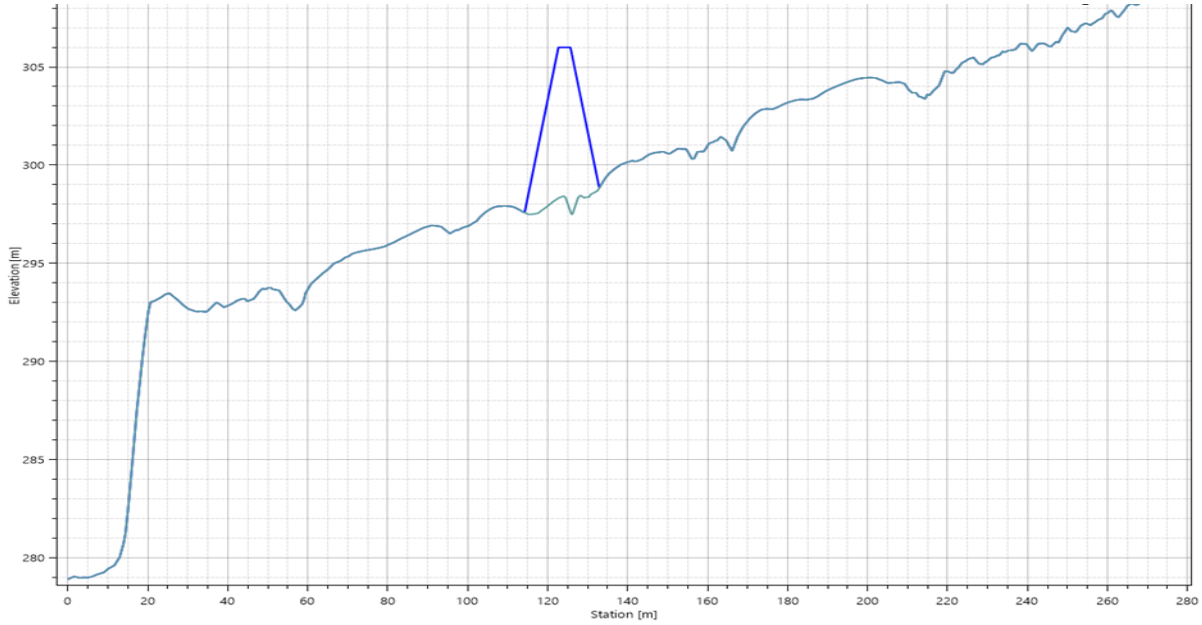
Obr. 11 - Příčný řez terénem v místě uvažované hráze převýšeno 10 : 1

Tímto způsobem lze ve strži získat dosti velký retenční objem o kubatuře až 4 000 m^3. Při odhadovaném objemu stoleté povodně 15 000 m^3 tak lze očekávat snížení jejího kulminačního průtoku cca o 50 %. To lze hodnotit jako významný protipovodňový efekt.



Obr. 12 - Čára zatopených objemů navrhované nádrže

Copyright © AQUATIS a.s.



Obr. 13 - Podélný řez strží s umístěním hráze s korunou na kótě 306,0 m n.m. Vlevo lomová stěna výšky 15 m

Funkce tohoto opatření by vypadala následovně :

- Při běžných srážkách bude voda protékat základovým potrubím víceméně bez omezení, jako za současného stavu.
- Při přívalové srážce s velkou intenzitou odtoku (jako při povodni v 06/2024) propustí základové potrubí jen omezený průtok do velikosti cca 10 - 20 l/s a potom se začne voda za hrázkou postupně vzdouvat. Tím se zaplaví základ hráze a voda začne protékat i mezi kameny, takže přítok do lomu bude postupně a plynule narůstat. Současně se stoupající hladinou se zaplní objem strže za hrází a dojde tak k retenci průtoku. Ta ale v tomto případě není až tak významná, důležitější je aspekt zabránění náhlému a nečekanému přívalu vody do „vodopádu“. Po opadnutí přítoku se zatopený objem za hrází zase pomalu samovolně vyprázdní.

Druhotným efektem tohoto opatření by potom bylo snížení povodňového přítoku do Hluzovského potoka až o 1 m^3/s. To představuje řádově 10 % kulminačního průtoku v obci, což sice není mnoho, ale přesto to v tomto případě může mít významný vliv. Vzhledem k provedeným výpočtům to může znamenat důležitý rozdíl mezi stavem, kdy se povodňový průtok udrží v korytě nebo se rozlije na silnici a okolní objekty. Viz např. obr. 18 a 19. Prostor strže za hrázkou se bude po nějaké době pravděpodobně zanášet sedimenty a bude tedy nutné jej čas od času zkontrolovat a případně vyčistit, aby se nesnižoval volný objem retenčního prostoru.

Závěrem je nutné upozornit, že navrhovaná hrázka a plocha zátopy retenční nádrže leží na ploše ÚSES a musí tedy při svém návrhu respektovat primární funkci tohoto chráněného území. To bylo také bráno v potaz tak, aby uvažovaná konstrukce byla co nejjednodušší a její výstavba co nejméně ovlivnila okolní porosty. Nejedná se vlastně o stavbu v pravém slova smyslu, jen o navršení jakési kamenné mohyly ze stejného materiálu, jaký se nachází všude kolem, takže do stávajícího terénu tím nebude vložen žádný cizorodý prvek.

Copyright © AQUATIS a.s.

7.4 Hluzovský potok v obci

Jedná se o nejrozsáhlejší skupinu problémových míst z hlediska povodňového ohrožení. Koryto potoka prochází celou zastavěnou částí obce a představuje tak značné povodňové riziko pro všechny stavby a pozemky v jeho okolí. Identifikovali jsme na něm více než 30 překážek průtoku - mostků, propustků, zatrubnění apod., které mohou potenciálně způsobit vzdutí průtoku a vylití vody mimo koryto (viz příl. 2.5). Podrobná průtoková analýza koryta v obci na celé jeho délce cca 2 800 m je nad rámec této analytické studie. Proto jsme provedli určitou generalizaci a roztřídění na úseky podle dvou jejich typických charakteristik - podélného sklonu a tvaru koryta. Co se týká podélného sklonu, je trasa potoka rozdělena do čtyř zřetelně vymezených úseků (viz příl. 3.4) :

Staničení :	Sklonové poměry :	
úsek km 0,0 - 0,9	podélný sklon 4,2 ‰	leží celý mimo posuzovanou oblast
úsek km 0,9 - 1,5	podélný sklon 8,9 ‰	dolní část pod silnicí I/35 leží též mimo posuz. oblast
úsek km 1,5 - 2,4	podélný sklon 22,7 ‰	celý v posuzované oblasti, má největší kapacitu koryta
úsek km 2,4 - 3,4	podélný sklon 13,3 ‰	úsek pod nádrží V Lípí, je částečně chráněn.

Sklonová konfigurace dvou nejvyšších úseků je z hlediska protipovodňové ochrany relativně příznivá. Horní úsek s menším podélným sklonem je částečně chráněn neovladatelným retenčním účinkem obou nádrží. Ve střední části obce dochází k velkému zvýšení podélného sklonu (až o 70 %), což zajistí značné zvýšení kapacity koryta (až o 30 %) pro postupně se zvyšující povodňové průtoky z větší plochy povodí. Kritickým místem se tak jeví okolí km 1,5, kde přechází vyšší sklon 22,7 ‰ do značně menšího sklonu 8,9 ‰ při stále stoupajícím návrhovém průtoku. Kapacita koryta zde při stejné hloubce průtoku náhle klesá až o 44 %. Zde je nutno očekávat výrazné vzdutí hladiny protékající vody, příp. i vybřežení mimo koryto. Jedná se však o poměrně krátký úsek cca 500 m nad silnicí I/35.

Na úsecích s větším podélným sklonem se vytvoří větší průtoková rychlost a budou mít při srovnatelně velkém příčném profilu koryta i příslušně větší kapacitu. Rychlost proudění je zhruba úměrná druhé odmocnině z podélného sklonu. Konkrétně tak při hloubce proudění 1 m bude v horním úseku pod retenční nádrží voda proudit rychlostí přibližně 2 m/s, zatímco v nižším úseku s větším sklonem již cca 2,6 m/s. Při větší rychlosti má proudící voda mnohem větší unášecí sílu (úměrnou druhé mocnině rychlosti) a může poškodit koryto toku vodní erozí. Koryto je tedy nutné v exponovaných úsecích také náležitě opevnit. Obě uvedené rychlosti jsou již značně rizikové z hlediska bezpečnosti osob. Člověk, který by byl stržen takto rychlým proudem, má jen minimální šanci se vlastními silami dostat ven z koryta a zachránit se. Pro představu - při hloubce vody 1 m působí takto rychlý vodní proud na člověka ponořeného zhruba do pasu vodorovnou sílou 1 - 1,5 kN, to je ekvivalent váhy tělesa o hmotnosti 100 - 150 kg. Na kluzkém povrchu dna není žádná šance takové síle vzdorovat.

Podstatnou komplikací pro kapacitu koryta je zde střídavý výskyt dvou základních hydraulických režimů proudění vody, kterými jsou :

- podkritické (říční) proudění - nastává při malém podélném sklonu hladiny nebo ve vzdutých úsecích koryta
- nadkritické (bystřinné) proudění - nastává při velkém podélném sklonu a ve volných úsecích neomezovaných žádnými příčnými překážkami.

Jejich výskyt je předurčen úrovní měrné energie vodního proudu. Oba režimy mohou mezi sebou vzájemně přecházet přes hraniční stav, který se nazývá kritický režim a který se vyznačuje minimem potřebné energie nutné pro pohyb vodního proudu (kritérium minima kinetické energie). Zatímco přechod z říčního do bystřinného režimu se děje plynule, s pouhým poklesem hladiny, tak přechod opačným směrem probíhá bouřlivě za uvolňování přebytečné energie. Jev se přiléhavě nazývá vodní skok, protože vodní hladina při něm náhle „vyskočí“ nahoru, a to o dost výše, než odpovídá běžnému říčnímu režimu proudění. Je-li příčinou vzniku vodního skoku příčná překážka (a to je přesně náš případ), tak vyšší hladina spolehlivě zahltí i větší otvor, který by jinak kapacitně postačoval na převedení příslušného průtoku v říčním režimu.

Copyright © AQUATIS a.s.



Obr. 14 - Povodňový průtok v roce 2024 v profilu u kostela

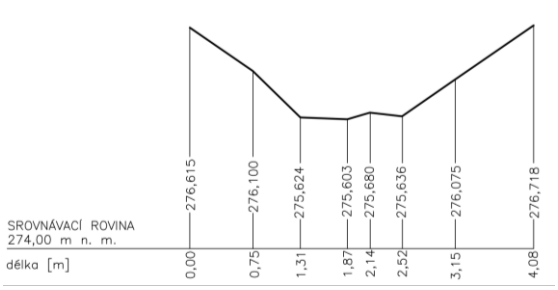
Zvlnění hladiny na obrázku je způsobeno opakovanými přechody mezi podkritickým a nadkritickým režimem proudění, které většinou způsobují nějaké překážky ve dně nebo v březích koryta. Jinak je vidět, že průtok zde jen mírně přesáhl břehovou kapacitu - o 10 až 20 cm.

Na kontaktu obou úseků dojde ke vzdutí hladiny, protože pro převedení stejného průtoku je při menším sklonu zapotřebí větší hloubka proudění.

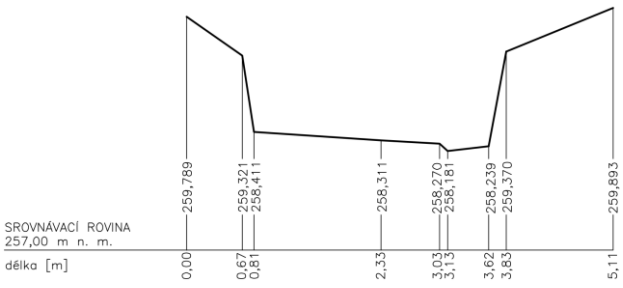
Pro různé úseky směrem dolů po toku se významně zvyšují návrhové průtoky úměrně tomu, jak narůstá plocha jimi odvodňovaného území.

Pro koryto Hluzovského potoka (ani jeho přítoků) není k dispozici jeho kompletní geodetické zaměření, které by bylo nutné pro podrobný hydraulický výpočet různých průtokových stavů. Na náš dotaz na správce toku Povodí Moravy, s.p. jsme se dozvěděli, že výhledově připravují provést toto zaměření společně s vypracováním odtokové studie, která by podrobně popisovala průtokové poměry na celé délce Hluzovského potoka.

My jsme tedy pracovali jen se sporadickými dostupnými podklady, které zobrazují podrobné zaměření krátkých nesouvislých úseků vodního toku a dále s plošným podkladem DMR 5G (digitální model reliéfu 5. generace), který je k dispozici na celém území státu a zobrazuje celý jeho viditelný povrch (ze vzduchu), ale s menší přesností. Např. nerozeznává povrch vlastního terénu a jeho vegetačního krytu, nebo neumí zobrazit zakryté tvary - typicky koryto vodního toku pod mostem. Pro naše orientační analýzy a výpočty je však takový podklad vyhovující. Níže je uvedeno několik příkladů získaných příčných řezů koryta z obou podkladů :

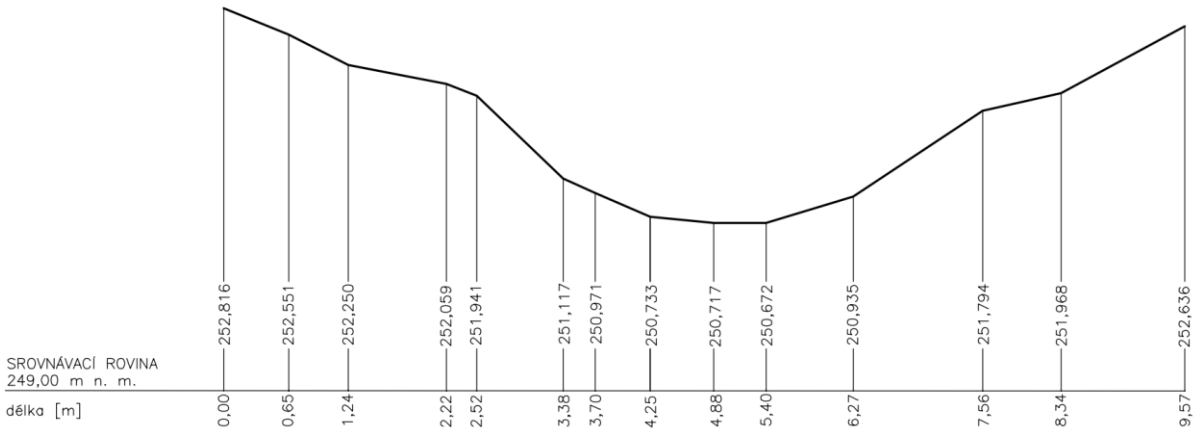


Obr. 15 - Symetrický lichoběžníkový profil v km 2,345 - plocha cca 2,7 m²



Obr. 16 - Obdélníkový profil v km 1,621 - plocha cca 3,0 m²

Copyright © AQUATIS a.s.



Obr. 17 - Miskovitý (parabolický) profil v km 0,856 - plocha cca 4,4 m²

Při uvažovaných rychlostech proudění 2,0 až 2,6 m/s mají uvedené profily dosti značnou kapacitu v rozmezí 5,4 až 11,4 m³/s. To řádově odpovídá návrhovým průtokům stanoveným v příl. 9. Pokud by tedy nebylo na toku značné množství příčných překážek, hodnotili bychom jeho kapacitu většinou jako dostatečnou. To je vidět i na obrázku níže, kde hladina vody v potoce je mírně pod jeho břehovou hranou a rozlitá voda se postupně vrací do koryta. Její rozlití způsobil výše ležící mostek s nedostatečnou kapacitou.



Obr. 18 - Povodňový průtok v r. 2024 v profilu u čp. 69 a 123

Copyright © AQUATIS a.s.



Obr. 19 - Vybřežení průtoku na silnici nad profilem nekapacitního mostku těsně nad situací zachycenou výše

Na tomto obrázku je vidět, že vybřežení zde způsobuje zahlcený profil mostku a nikoli nedostatečná kapacita koryta. Pro zlepšení stavu při daném průtoku by bylo nutné zdvihnout spodní hranu mostovky o cca 50 cm.

Koryto potoka v obci je značně členité a je v závislosti na svém okolí tvarováno do různých geometrických tvarů. Pro přehlednost dalších návrhových kroků jsme níže provedli hrubou typizaci příčných profilů podle jejich základního tvaru.

Typické tvary koryta :

Jednoduchý lichoběžník

JL



Obr. 20



Obr. 21

Vyskytuje se převážně tam, kde je mezi zástavbou dost volného prostoru. Koryto bývá po břehovou hranu dosti hluboké, cca 1,5 až 2 m. Šířka ve dně rovněž v rozmezí 1,5 až 2 m. Svahy jsou většinou strmější než 1 : 2 (sklon 50 %). Pokud jsou opevněny kamenem, jako na uvedených fotografiích, mají dostatečnou odolnost vůči unášecí síle vody.

Copyright © AQUATIS a.s.

Poloviční lichoběžník

PL



Obr. 22



Obr. 23



Obr. 24

Vyskytuje se v úsecích se stísněnější zástavbou, kde nezbývá na široké koryto dost místa. Šířka ve dně bývá 1,0 až 1,5 m. Hloubka je značně proměnlivá. Na prezentovyných obrázcích je to (v pořadí shora) cca 1,5 m, 1 m, 2 m. Bývá také dostatečně opevněné, svislé stěny jsou zděné nebo betonové. Často zahrnují přemostění, které může být překážkou průtoku. Toto bude nutné individuálně vyhodnotit.

Obdélníkový profil

OP



Obr. 25



Obr. 26

Copyright © AQUATIS a.s.



Do této kategorie zahrnujeme profily se svislými bočními stěnami nebo s velmi strmým sklonem stěn (≥ 5 : 1). Pokud mají horní omezující konstrukci (mostky, zaklenutí), vyžaduje se její převýšení nad návrhovou hladinou min. 30 cm. Opevnění je zde rovněž dostatečné. Jakékoliv překážky ze dna je třeba odstranit, aby nezpůsobovaly vzdutí hladiny.

Obr. 27

Zaklenutí typu 1

Z1



Obr. 28

Profil typu Tubosider - je po celé výšce zhruba stejně široký, s výjimkou horní klenby. Podle jeho velikosti a konkrétního tvaru je možné jej aproximovat jako obdélník, příp. obrácený lichoběžník. Horní výrazně zakřivená část se vždy vynechává jako bezpečnostní rezerva.

Zaklenutí typu 2

Z2



Obr. 29

Profil typu klenba - je dole nejširší a směrem nahoru se plynule zužuje. Jeho zahlcení proto nastupuje velmi rychle až skokově. Aproximuje se jako obrácený lichoběžník. Horní výrazně zakřivená část se vždy vynechává jako bezpečnostní rezerva.

Copyright © AQUATIS a.s.

Kruhový profil

K

Jedná se o poměrně hydraulicky výhodný profil, ovšem se zvláštními vlastnostmi, jehož nejvyšší kapacita nenastává při 100 % plnění, ale při výši hladiny cca 87 %. Proto musí mít značnou volnou rezervu nad hladinou, jinak dojde velmi rychle k jeho zahlcení. Tím se ale značně omezuje i kapacita přilehlého koryta.



Obr. 30

Pro možnost jednoduchého prvotního posouzení kapacity různých typů profilů jsme provedli parametrické výpočty rovnoměrného ustáleného proudění vody pro výše vytipované profily.

Srovnání dosažitelné kapacity různých typů příčných profilů koryta :

Otevřené profily

OL - Oboustranný lichoběžník

Jedná se o nejvýhodnější tvar příčného profilu z pohledu jeho hydraulické kapacity. S narůstající hloubkou proudění se výrazně zvětšuje jeho průtočná plocha, a tedy i kapacita. Při dosažení břehové hrany sice postupně dochází k rozlivu na okolní terén, ale kapacita vlastního koryta může dále neomezeně stoupat. Při výpočtu jeho kapacity není třeba počítat s žádnou výškovou rezervou - s výjimkou koryta v násypu, kde by hrozilo přelití hrázek, což v daném případě nenastává. Z pohledu protipovodňové ochrany se jedná o jednoznačně preferovaný profil.

JL - Jednostranný lichoběžník

Jedná se o modifikaci tvaru oboustranného lichoběžníku, kdy jeho jedna strana je z nějakých vnějších důvodů (většinou málo místa, souběh se stavbou apod.) stlačena až do téměř svislé polohy. S narůstající hloubkou proudění se také zvětšuje jeho průtočná plocha i kapacita, ale méně než v předchozím případě. Při dosažení břehové hrany postupně dochází k rozlivu na okolní terén, ale kapacita vlastního koryta může dále neomezeně stoupat. Při výpočtu jeho kapacity není třeba počítat s žádnou výškovou rezervou s výjimkou případu, kdy by vzdutá hladina způsobila zaplavení přilehlé stavby.

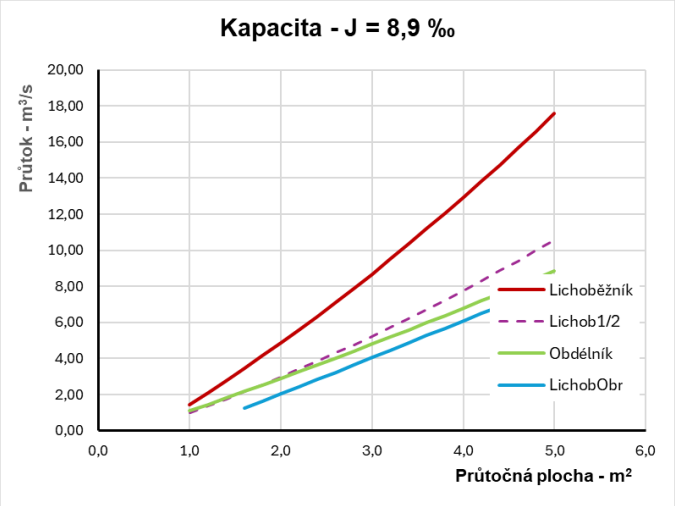
OP - Obdélníkový profil

Jde o kompaktní tvar se svislými bočními stěnami, jehož kapacita neroste s hloubkou tak rychle, jako v předchozích případech. Pokud je shora zakryt, musí mít bezpečnostní převýšení nad vypočtenou polohou hladiny.

Pro uvedené profily jsme stanovili jejich kapacity při rovnoměrném ustáleném režimu proudění podle Chézyho rovnice. Vzhledem k velké tvarové a rozměrové rozmanitosti jsme pro posuzování nepoužili hloubku proudění, jak se to obvykle dělá, ale průtočnou plochu profilu, která je obecnější veličinou a zahrnuje v sobě různé možné tvary koryta. Výsledné kapacity jsme znázornili ve formě grafů, z nichž lze přímo odečítat potřebné velikosti průtočné plochy pro různé návrhové průtoky. Ty jsou dále ještě závislé na podélném sklonu koryta. Přehled získaných výsledků je uveden níže :

Copyright © AQUATIS a.s.

Pro podélný sklon 8,9 ‰



Obr. 31 - Srovnání kapacity různých typů otevřených profilů při podélném sklonu 8,9 ‰

Na grafu je vidět, že křivky pro různé typy profilů jsou si docela blízké a jsou víceméně souběžné. Křivky pro jednostranný lichoběžník a obdélník prakticky splývají, a proto je můžeme ztotožnit. Pomocí regresní analýzy jsme stanovili rovnice funkcí ve formě polynomu 2. stupně, což dobře odpovídá jejich fyzikální podstatě a jeví se tedy jako naprosto dostačující pro praktické použití. Jejich analytické vyjádření je následovné :

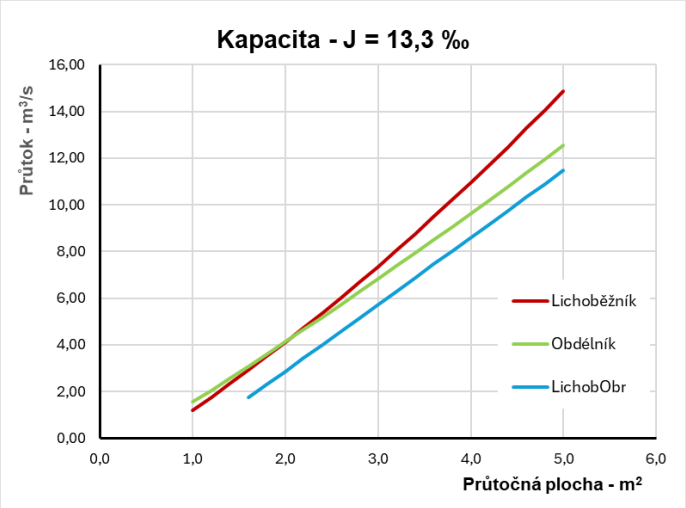
- lichoběžník

  $Q\ [m^3/s] = 0{,}120 \times F^2\ [m^2] + 1{,}687 \times F\ [m^2] - 0{,}957$
- obrácený lichoběžník

  $Q\ [m^3/s] = 0{,}0074 \times F^2\ [m^2] + 1{,}981 \times F\ [m^2] - 1{,}962$
- obdélník

  $Q\ [m^3/s] = 0{,}0415 \times F^2\ [m^2] + 1{,}690 \times F\ [m^2] - 0{,}641$

Pro podélný sklon 13,3 ‰



Obr. 32 - Srovnání kapacity různých typů otevřených profilů při podélném sklonu 13,3 ‰

Copyright © AQUATIS a.s.

Jejich analytické vyjádření je následovné :

- lichoběžník

  Q [m³/s] = 0,171 x F² [m²] + 2,394 x F [m²] - 1,359

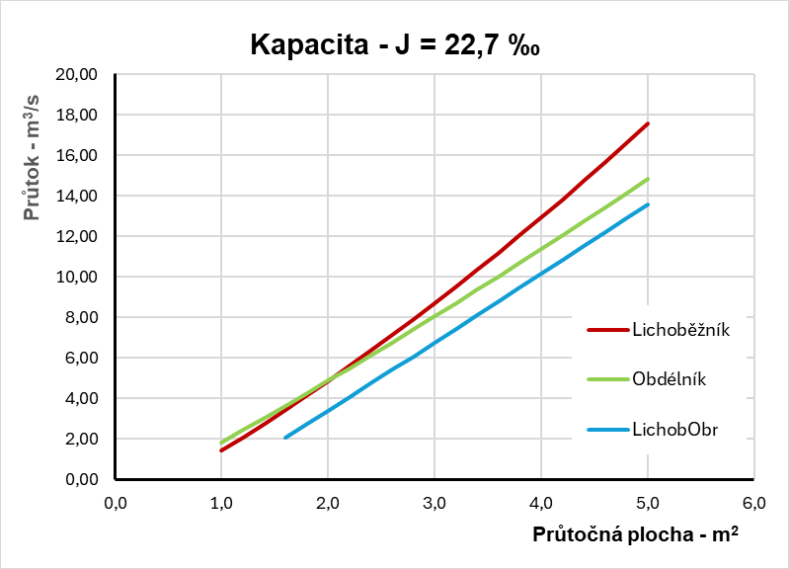
- obrácený lichoběžník

  Q [m³/s] = 0,0105 x F2 [m²] + 2,799 x F [m²] - 2,772

- obdélník

  Q [m³/s] = 0,0589 x F2 [m²] + 2,399 x F [m²] - 0,910

Pro podélný sklon 22,7 ‰



Obr. 33 - Srovnání kapacity různých typů otevřených profilů při podélném sklonu 22,7 ‰

Jejich analytické vyjádření je následovné :

- lichoběžník

  Q [m³/s] = 0,2002 x F² [m²] + 2,826 x F [m²] - 1,603

- obrácený lichoběžník

  Q [m³/s] = 0,0124 x F² [m²] + 3,304 x F [m²] - 3,271

- obdélník

  Q [m³/s] = 0,0695 x F² [m²] + 2,831 x F [m²] - 1,074

Tímto jednoduchým postupem je možné rychle posoudit libovolný profil na Hluzovském potoku, resp. navrhnout potřebné úpravy pro zvolenou míru protipovodňové ochrany.

Copyright © AQUATIS a.s.

Uzavřené profily

Jejich společnou vlastností je omezení průtočné plochy shora nějakou pevnou konstrukcí, která limituje dosažitelnou kapacitu profilu. Pokud se hladina průtoku přiblíží k této horní omezující hraně, profil se začíná postupně zahlcovat a dochází k nežádoucím tlakovým pulzacím. Při nich se hladina vody opakovaně přimyká ke stropu a opět se od něho odtrhuje. To je doprovázeno silným dynamickým namáháním stavební konstrukce, při nichž může dojít k jejímu vážnému poškození, nebo i celkovému zhroucení. Proto je třeba se tohoto stavu pokud možno vyvarovat a navrhnout velikost profilu tak, aby provedl návrhový průtok při volné hladině a s určitou výškovou rezervou.

U profilů se zakřivenou horní klenbou dochází ke zdánlivému paradoxu, že dosahují své maximální kapacity při menší hloubce proudění, než je celková výška profilu. Je to způsobeno tím, že při naprostém zaplnění průtočné plochy se výrazně zvětší tzv. omočený obvod (tj. kontaktní plocha proudění se stavební konstrukcí), a tím dojde ke zvýšení hydraulického odporu a z toho vyplývajícímu snížení kapacity. V těchto případech se stanoví výšková rezerva pod úrovní maximální kapacity a nikoli pod horní hranou profilu.

Z1 - Zaklenutí typu 1

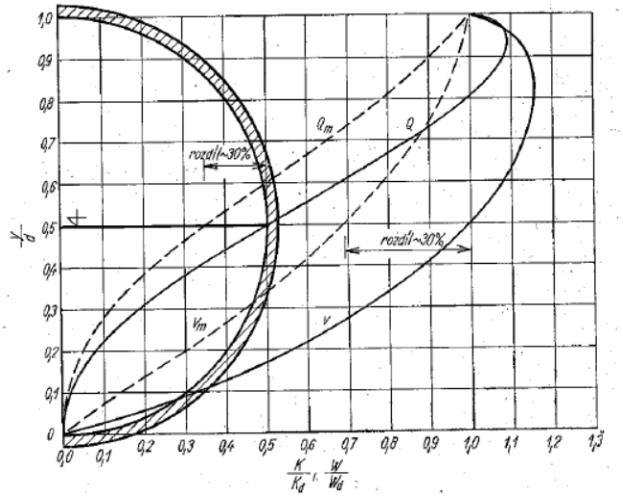
Jedná se o profil s použitím ztraceného ocelového bednění typu Tubosider. Horní část je přibližně kruhového tvaru, dolní je výškově stlačená ve tvaru ležaté elipsy. Profil je možné poměrně přesně aproximovat do tvaru obdélníku, příp. obráceného lichoběžníku. Horní klenba zůstává vyloučená jako výšková rezerva hladiny.

Z2 - Zaklenutí typu 2

Má tvar kruhové úseče různé výšky se značně šikmými bočními rameny. Profil lze dobře aproximovat ve tvaru obráceného lichoběžníku. Horní část klenby zůstává opět vyloučená jako výšková rezerva hladiny.

KP - Kruhový profil

Jedná se většinou o různé propustky nebo přejezdy s využitím betonových prefabrikovaných rour kruhového průřezu. Průběh rychlostí a průtočných kapacit kruhového profilu odpovídá při všech velikostech charakteristické křivce - viz obr. 34 níže.



Z grafu je zřejmé, že profil dosahuje maximální průtočné kapacity při cca 90 % jeho výškového plnění. Při dalším stoupání hladiny již kapacita klesá a při stálém, nebo dokonce stoupajícím přítoku dojde velmi rychle k zahlcení profilu a následně ke všem dalším s tím souvisejícím negativním jevům.

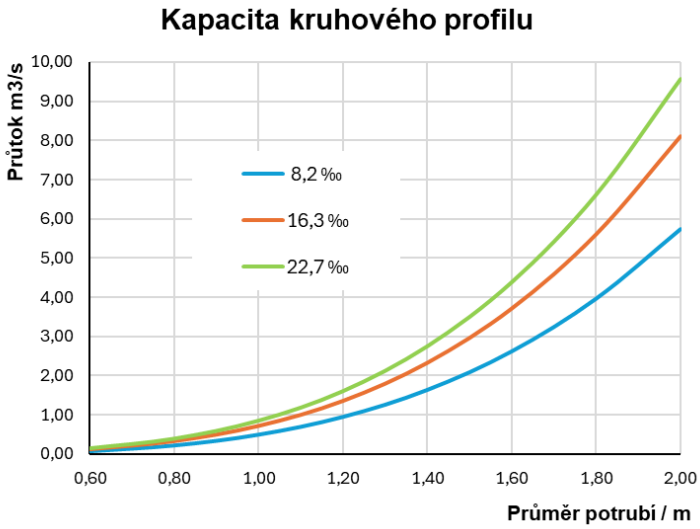
Pro zajištění bezpečnosti proti zahlcení profilu se proto připouští jen maximálně 70 % zaplnění daného profilu, které odpovídá 85 % kapacity při 100 % zaplnění.

Obr. 34

Na základě výše uvedeného jsme provedli orientační výpočty kapacity pro kruhový průtočný profil (potrubí), aby bylo možné jednoduše posoudit, kde je jeho kapacita dostatečná pro příslušný návrhový průtok, nebo kde případně vzniká úzké hrdlo, které vzdouvá hladinu a způsobuje rozlití vody mimo

Copyright © AQUATIS a.s.

koryto. Vzhledem k tomu, že kruhový profil je tvarově jednoznačný a nemá žádné odchylné varianty jako v předchozích případech, jsme mohli pro výpočty kapacity proudění použít přímo průměr kruhového potrubí. Přitom se předpokládá jeho plnění do výšky 70 %, jak je uvedeno výše. Výsledné kapacity jsme znázornili ve formě následujícího grafu.



Obr. 35 - Stanovení maximální kapacity kruhového profilu pro různé podélné sklony

Při porovnání s grafy na obr. 31 až 33 vykazuje tento graf asi o polovinu vyšší kapacity pro srovnatelné průtočné plochy. To je dáno tím, že materiálem potrubí je vždy beton, který má hladší povrch a klade tedy proudění značně menší odpor, než ostatní typy koryta (zemní, kamenité, zarostlé trávou apod.)

Z provedených orientačních výpočtů vyplývá, že samotné koryto Hluzovského potoka ve střední části obce má většinou značnou hydraulickou kapacitu, blížící se a mnohdy i překračující příslušné návrhové průtoky. Je to dáno jeho velkým podélným sklonem (22,8 ‰) a z něho vyplývající značnou profilovou rychlostí kolem 2,5 m/s. Kapacitní problémy jsou zde tedy převážně způsobeny nedostatečnou kapacitou příčných staveb, které tak způsobují vzdutí a vylití vody z koryta. Vlastní koryto je třeba opatřit odolným opevněním - zejména ve dně a patách obou svahů, aby nebylo při povodňových průtocích nadměrně erodováno.

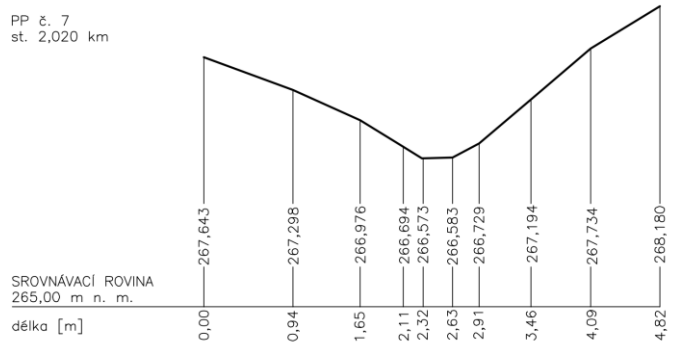
Příčné stavby bude třeba postupně rekonstruovat na požadovanou vyšší kapacitu. Doporučujeme postupovat v pořadí od nejméně kapacitních, jak je např. uvedeno v kap. 5.1 :

- Most u č.p. 10 v Hluzově
- Propustek u č.p. 66 v Hluzově
- Zatrubnění Hluzovského potoka
- Propustek u č.p. 67 v Černotíně

Obvykle se v případech zvyšování kapacity vodoteče doporučuje postupovat zdola proti proudu, aby postupně připojované vyšší úseky navazovaly na již zkapacitněné úseky pod nimi. Zde to ale úplně neplatí, protože problémy většinou nezpůsobuje nekapacitní koryto, ale příčné překážky v něm. Takže i rekonstrukce nekapacitního přemostění v horní části obce může pomoci v tom, že se voda nevylije z koryta a nepoteče další stovky metrů po přilehlé cestě nebo silnici. Bude tedy spíše záležet na konkrétním případu a úvaze zastupitelů obce, co zvolí jako větší prioritu, případně kde mají již připravenou nějakou projektovou dokumentaci k rekonstrukci nevyhovujících objektů.

Copyright © AQUATIS a.s.

Jako příklad použití výše navržené metodiky uvádíme postup při posouzení orientační kapacity profilu č. 7 na Hluzovském potoce, který leží pod zaústěním přítoku z lomu pod Hluzovem :



Obr. 36 - Příčný řez potokem v profilu 7

Průtočná plocha po břehovou hranu :
$F = 2,4\ m^2$

Kapacita podle grafu na obr. 33 :
$Q_{kap} = 6,34\ m^3/s$

Stoletý průtok v profilu D_09b :
$Q_{max} = 6,43\ m^3/s$

Výrok : kapacita profilu dosahuje zhruba hodnoty Q_{100}

Uvedený příklad potvrzuje domněnku uvedenou v kap. 7.3, že zachycení části povodňové vlny nad lomovou stěnou může významně pomoci převedení průtoků v korytě potoka pod lomem.

7.5 Plošné přítoky do zastavěné části z okolních polních tratí

Tyto přítoky představují jedno ze dvou hlavních povodňových rizik ohrožujících zástavbu obce (druhým hlavním rizikem je rozlévání průtoků Hluzovského potoka). Protože se jedná o přítoky z nezpevněného povrchu terénu, který je intenzivně obhospodařován jako orná půda, jsou povodňové jevy úzce propojeny s vodní erozí. Ta rozplavuje a odnáší hlinitý materiál z polí a po své trase jej částečně ukládá jako bahnité nánosy, částečně odnáší Hluzovským potokem do Bečvy. Existuje tedy hned dvojí motivace, proč těmto jevům zabránit - zaplavení i zabahnění.

Míra plošného erozního ohrožení vodou je úměrná sklonitosti území, která je znázorněna na příl. 2.7. Je vidět, že na většině analyzovaných ploch je dosti vysoká, v rozmezí 5 - 20 %. Z tohoto zobrazení je ale obtížné určit, kde se nachází největší riziko, protože rozložení plošek s nejvyšší sklonitostí (nejtmavší barva) není nijak koncentrované, je naopak rozptýlené víceméně rovnoměrně po celém katastru. Podobný, i když poněkud koncentrovanější obraz poskytuje i analýza potenciální vodní eroze na příl. 2.2. Na tomto zobrazení je vidět, že na podstatném podílu orné půdy přesahuje tento ukazatel hodnotu 20 t/ha/rok. To je pro představu vrstva půdy o průměrné tloušťce 1 mm. Zdá se to jako nepatrná hodnota, ale v dlouhodobém pohledu např. života jednoho člověka v trvání 80 let takto nenávratně zmizí 80 mm svrchní (tj. nejúrodnější) vrstvy půdy. Pro srovnání : proces samovolného vzniku půdy prostřednictvím geologických a biologických procesů je asi desetinásobně pomalejší, to znamená, že tvorba uvedených 80 mm trvá zhruba 800 let. To prakticky znamená, že každá ztráta půdy je z perspektivy lidského života nevratná.

Nakonec jsme pro jednoznačnou identifikaci nejvíce ohrožených ploch sousedících s intravilánem obce použili postup podle vyhl. č. 240/2021 Sb,. která stanovuje na daném typu půdy maximální přípustný erozní odnos ve výši 9 t/ha/rok. Na katastru obce je takovouto (nebo vyšší) erozí ohrožena více než polovina veškeré zemědělské půdy - viz. příl. 2.3. Jsou to všechny pozemky obklopující zastavěnou část obce s výjimkou polní tratě Černé jižně od přehrady V Lípí. To se také projevuje přibližně rovnoměrným rozmístěním kritických bodů (příl. v kap. 10), kde přítoky z extravilánu ohrožují zástavbu obce. Na všech těchto plochách je tedy žádoucí provést nějaká protierozní nebo protipovodňová opatření, která by byla schopna uvedené riziko snížit, příp. zcela eliminovat. V zásadě je možné postupovat dvěma způsoby :

- Návrh suché retenční nádrže - jedná se o více technické řešení s využitím poměrně rozměrných a náročných stavebních objektů. Hodí se použít zejména tam, kde je průtok již soustředěný do nějakého (třeba jen suchého) koryta, kterým může pod nádrží dále odtékat. Je vhodné pro plošně

Copyright © AQUATIS a.s.

větší povodí, kde je potřeba povodňové průtoky pozdržet po dobu dnů až týdnů.

- Návrh plošných záchytných opatření - jedná se o využití většího množství menších, stavebně nenáročných prvků, které jsou víceméně rovnoměrně rozptýleny po celé ploše chráněného území a zvyšují jeho schopnost zadržet přívalové srážky ve svém mikroreliéfu. Doba zdržení zde vychází typicky v řádu hodin.

Suchá nádrž

Řešení pomocí záchytné suché retenční nádrže (poldru) nemá z naší strany jednoznačné doporučení, a to z důvodů uvedených výše. Suchá nádrž se většinou navrhuje na (trvalém) vodním toku, který se při povodňových situacích vylévá ze svého koryta a působí škody na majetku. Tím se ochrání určitý úsek vodního toku pod nádrží v délce obvykle jednotek až desítek kilometrů. Efektivita takového řešení spočívá v tom, že se na relativně malé ploše suché nádrže zachytí a koncentruje povodňový odtok z výše ležícího povodí na řádově mnohem větší ploše (stokrát až tisíckrát). Např. u připravované suché nádrže u nedaleké obce Skalička na Bečvě se navrhuje nádrž o plošné velikosti kolem 7 km^2, která zachytí povodňový průtoky přicházející z plochy povodí cca 1 200 km^2. Poměr obou ploch je zde tedy 170 a využití plochy nádrže je tak velmi efektivní.

V daném případě jsou ale sběrné plochy jednotlivých dílčích povodí relativně malé (v řádu desítek ha) a odpovídající povodňové průtoky vycházejí o velikosti jednotek m^3/s. Plocha suché nádrže potom vychází na jednotky ha, takže poměr obou ploch je jen 10. Přitom výstavba suché nádrže představuje značně nákladnou investici, protože musí vyhovět dosti náročným požadavkům na vodní dílo podle ČSN 75 2410. Nádrž musí být kromě zemní hráze vybavena i poměrně robustním funkčním objektem, který má dostatečnou kapacitu i pro extrémně velké průtoky, aby se zabránilo možnému přelití koruny hráze. Všechny stavební objekty se musí založit na dostatečně únosné podloží, které může ležet v hloubce až několika metrů pod terénem. Tím se také zvětšují příslušné kubatury zemních prací i konstrukčních betonů. Dalším problémem může být otázka utěsnění podloží nádrže. Podložní horninou je zde většinou vápenec (oblast náleží do geologického útvaru Hranického krasu), který je známý jako mimořádně nespolehlivá hornina pro zajištění bezpečnosti vůči prosakující vodě. Případné dotěsňování podloží pomocí injektáže je značně nákladné.

Tomu by odpovídaly i celkové nutné investiční náklady. Odhadované náklady na vybudování jedné nádrže podle [1] jsou 9,3 mil. Kč, přepočteno do současné cenové hladiny potom asi 15 mil. Kč. Přitom její funkce musí být automatická, nelze racionálně předpokládat jakoukoliv účelovou manipulaci, protože průběh povodňové situace je na tak malém povodí vždy velmi rychlý, v řádu desítek minut až jednotek hodin. Podle (jen mírně nadsazeného) vodohospodářského rčení povodeň přichází zásadně v noci ze soboty na neděli. Taková nádrž vlastně funguje optimálně jen v jednom případě z mnoha možných, a to právě při průchodu návrhové povodně, kterou zachytí v potřebné míře. Při menších povodních je zachycení průtoku slabší a přirozený průběh povodňové vlny je tak ovlivněn jen málo. Naopak při větší než návrhové povodni se retenční kapacita nádrže vyčerpá příliš brzy, takže v okamžiku kulminace průtoku je nádrž již téměř zaplněná a její funkce je potom nedostatečná.

Dalším podstatným argumentem je fakt, že suchá nádrž je stavbou - vodním dílem (přestože je prakticky stále bez vody) a vyžaduje odpovídající soustavný dozor a údržbu, což přináší i příslušné finanční náklady plynoucí z rozpočtu obce. Pokud se tyto věci zanedbají, může to mít při povodňové situaci nepříjemné až fatální důsledky. Takové neblahé zkušenosti mají např. v nedaleké obci Hustopeče nad Bečvou, kde byla v 60. letech vybudována na Loučském potoce nad obcí suchá retenční nádrž, převážně v rámci tehdy velmi podporované akce „Z“. Potom celá desetiletí nepřišla žádná větší povodeň a údržba nádrže vázla a její technický stav se pomalu zhoršoval. Při bleskové povodni v r. 2009 pak došlo k rychlému naplnění nádrže, následnému přelití a protržení její hráze, což způsobilo v obci horší povodňové škody, než jaké by nastaly v případě neexistence této nádrže.

Dalším aspektem v této otázce je fakt, že při přívalových srážkách dochází na orné půdě k intenzivnímu eroznímu splachu, který je za současných podmínek vyčíslen na většině dotčených ploch na více než 20 t/ha/rok - viz příl. 2.2. To je vysoce nad limitní hodnotou stanovenou

Copyright © AQUATIS a.s.

vyhl. 240/2021 Sb. (v platném znění vyhl. č. 546/2025 Sb.) a charakterizuje půdu s vysokým erozním ohrožením. V průměru se tak každým rokem z předmětných ploch nenávratně ztrácí objem ornice, který se zde vytvářel předchozích 10 let. Je zřejmé, že toto je dlouhodobě neudržitelný stav. Splavený materiál potom doputuje do intravilánu obce, kde částečně sedimentuje v podobě plošných nánosů bahna a částečně odteče dále Hluzovským potokem do Bečvy. Pokud by se nad zástavbou vybudovala suchá nádrž, zachycovalo by se v ní značné množství těchto sedimentů a muselo by být pravidelně odstraňováno, což představuje samo o sobě dosti velkou komplikaci (je nutné provádět mj. chemické rozbory sedimentu) a také příslušné další finanční nároky.



Obr. 37 - Odtok srážkové vody z lokality Haná po cestě

V neposlední řadě je nutné také připomenout otázku odtokového koryta pod hrází. Na plochách, které se mají chránit, nejsou vyvinutá žádná pravidelná koryta, odtok je zpravidla plošný a koncentruje se do silnějšího proudu až na pokraji zástavby, která mu vytváří překážky. Pod retenční nádrží je odtok ale vždy soustředěný do místa jejího funkčního objektu a je tedy nutné zde vybudovat poměrně kapacitní a odolné odtokové koryto vedené až do místa zaústění do recipientu (tj. Hluzovského p.).

Jednalo by se o poměrně široký koridor v šíři několika metrů, který by procházel zástavbou a křižoval stávající pozemní komunikace s příslušnými novými mostními objekty. Na takové řešení většinou není v kritických bodech dost místa a bylo by nutné hledat vhodné trasy i na plochách soukromých dvorků a zahrad, což je vždy problematické. Přitom využití takového koryta by nastávalo jen zřídka, v odstupu mnoha let.

Jako příklad je možné demonstrovat povodňovou situaci v 06/2024 v místě vedle Andršů. Odtokové koryto by zabíralo pás zhruba stejné šířky jako zaplavená komunikace na obrázku 37. Ta by se musela buď přeložit jinam nebo odpad zatrubnit velkoprofilovými rourami, příp. rámy. To by však zase s sebou neslo riziko zahlcení a přetečení.

Plošná záchytná opatření

Proto se jeví jako nejlepší řešení navrhnout zde účinná opatření v ploše, která přímo zabrání vzniku nadměrné eroze i povodňového ohrožení. Řešením je návrh vhodných, převážně liniových prvků, které zajistí dvě hlavní funkce :

- zvýšení retence srážek a odtoku v mikroreliéfu terénu - krátkodobý efekt cca v délce trvání srážky
- podporu vsakování do hlubších půdních horizontů - dlouhodobější účinek podporující zlepšení celkové vodní bilance území.

Zvýšení retence terénu

Podstatou je vytvoření tzv. mikroreliéfu terénu pro zadržení okamžitého plošného odtoku z daného území. Jeho hloubka je řádově shodná s výškou přívalové srážky, která se v něm má zachytit, tedy v jednotkách dm. Jedná se tedy o technicky nenáročná opatření, jejichž efekt se vytváří pokrytím značně velké plochy území. Podle své povahy jsou to zejména :

Copyright © AQUATIS a.s.

- Agrotechnická opatření - např. výběr protierozně vhodných zemědělských plodin, trvalá ochrana povrchu půdy s využitím meziplodin, obdělávání ve směru po vrstevnicích apod. Řádkové plodiny orientované ve směru vrstevnic terénu mohou právě mezi svými řádky vytvořit až překvapivě velký retenční prostor pro dočasné zadržení přívalových srážek.

- Změna kultury na nejvíce exponovaných plochách - zejména v podobě trvalých travních porostů (TTP), příp. i částečného zalesnění. Tyto povrchy dokáží násobně zpomalit povrchový odtok tak, že se část vsákne a zbývající část odteče se zpožděním až po kulminaci odtoku z nechráněných ploch.
- Zkrácení délky soustředěného odtoku pomocí členění velkých celků orné půdy do menších ploch pomocí mezilehlých záchytných linií - zasakovacích pásů, mezí a remízků (ve směru sklonu terénu). Efekt na odtokové poměry je stejný jako v předchozím bodě.
- Technická opatření spočívající v účelovém modelování povrchu terénu tak, aby se snižoval bezprostřední odtok srážkové vody při dešti a zvyšovala se krátkodobá retence v mikroreliéfu s podporou vsakování do hlubších půdních horizontů. Jedná se např. o různé typy zasakovacích příkopů, terénních průlehů nebo terasování. Zejména vhodné je využití vhodně trasované cestní sítě se souběžně vedenými zasakovacími příkopy, kdy se spojí dva různé účely do jednoho stavebního opatření.

Podpora vsakování do hlubších horizontů

Při vhodných podmínkách je možné provést i zásadnější opatření, která zadrží vodu ve větších hloubkách a na delší dobu v řádu dnů až týdnů. Vhodnými podmínkami se rozumí zejména výskyt propustnějších vrstev ve větší hloubce pod povrchem terénu - cca ≥ 1 m. K tomu účelu se do příslušné hloubky položí propustné potrubí (trativod), kterým se voda z povrchu rovnoměrně rozptýlí do propustné vrstvy, v níž nějakou dobu setrvá a přitom částečně prosákne do hlubší zvodně a částečně odteče podpovrchovým odtokem.

Další možností je umělé vytvoření retenčního prostoru pod povrchem terénu tak, že se vykope příkop v hloubce několika metrů, který se následně zasype propustným materiálem, v němž se může voda během přívalového deště akumulovat a potom pomalu odtékat. Povrch se překryje ornicí, takže není nijak omezeno zemědělské využití dotčených pozemků. Podobný systém se v nedávné době testoval v lesním hospodářství s nadějnými výsledky.

Při výskytu propustnějších struktur (zde asi hlavně krasových) ve větších hloubkách několika metrů je možné použít vertikálních vsakovacích prvků - studen nebo vrtů. To už je poněkud nákladnější řešení a vyžadovalo by podrobnější inženýrsko - geologické posouzení, aby se předešlo nežádoucímu ovlivnění Hranického krasu nebo lázní Teplice (Kropáčův pramen).

Modelový případ - polní trať Zadní Haná

Jedná se o jedno z vytipovaných území, kde se opakovaně vyskytují intenzivní přítoky do zastavěné části obce (nad domem č.p. 123). Příčinou je velký sklon celého území a jeho převažující využití jako orné půdy. Terén zde má miskovitý tvar, který je zhruba uprostřed odvodňován přirozenou spádnicí, označovanou jako dráha soustředěného odtoku (DSO). Ta dosahuje průměrného podélného sklonu cca 10 %, což vytváří hydraulické podmínky pro velmi rychlý a intenzivní odtok srážkové vody. Plocha odvodňovaného území je asi 25 ha. Proto je zde kromě povodňového ohrožení i významné riziko vodní eroze a odnosu úrodných vrstev půdy do nižších poloh terénu nebo přímo do zástavby obce. Již v minulosti zde bylo uvažováno s výstavbou suché nádrže - viz podklad [1].

V citované dokumentaci se navrhovala nádrž o retenčním objemu 4 200 m^3 a výšce hráze nad terénem 4,2 m. Přitom kubatura násypu hráze činila 4 650 m^3, tzn. že je nutné nasypat větší objem hráze, než jaký se tím získá efektivní retenční prostor. Je to dáno poměrně nepříznivou konfigurací terénu pro návrh zemní hráze - velmi otevřený miskovitý tvar údolnice. Návrhový průtok byl stanoven na 5,2 m^3/s a jeho snížení vlivem nádrže na 3,7 m^3/s, tzn. snížení kulminačního průtoku o 29 %. To není obecně špatný výsledek, ale v dané konfiguraci s těsně přilehlou zástavbou je přesto nedostatečný. Bylo by třeba zde vybudovat silně opevněné odtokové koryto otevřeného profilu o dané kapacitě. Přitom jeho využití by bylo velmi sporadické, odpovídající periodicitě návrhové srážky, tzn. s opakováním v řádu desítek let. Podle našich aktuálních výpočtů vychází objem povodňové vlny v této lokalitě následovně :

Copyright © AQUATIS a.s.

TPV 20	- 11 200 m^3
TPV 50	- 13 200 m^3
TPV 100	- 15 000 m^3 .

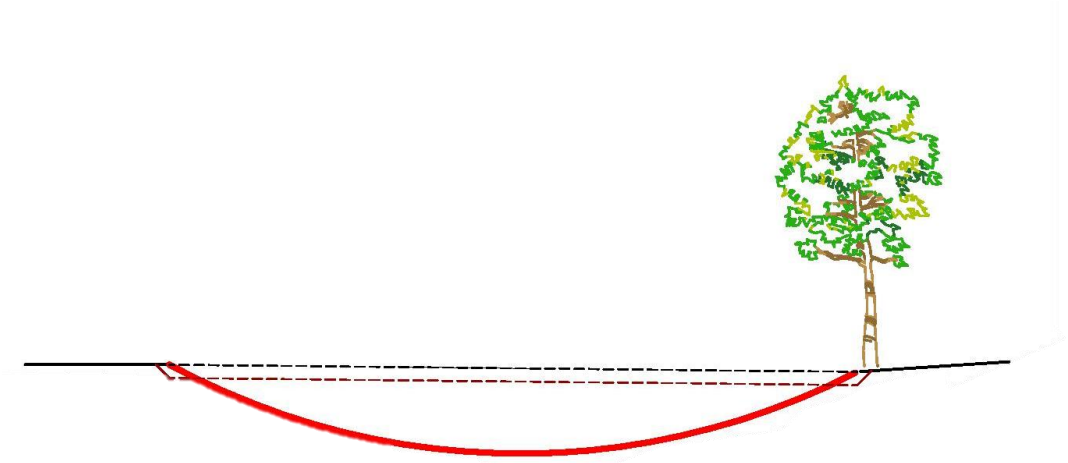
Pro účinnou funkci suché nádrže a uspokojivou míru ztlumení návrhové povodně by bylo v tomto případě potřeba zachytit 80 až 90 % objemu návrhové povodně. To se jeví vzhledem k výše uvedeným údajům jako nereálné a v každém případě velmi nákladné a pro obec málo komfortní. Pro zachycení uvedených objemů, avšak rozložených na ploše 25 ha, je potřeba vytvořit retenční prostor o výšce jen 4 - 6 cm. To je dobře dosažitelné např. tak jednoduchým způsobem jako je provedení orby ve směru vrstevnic. Sortiment dalších možných plošných opatření je doložen v příl. č. 4.

Jako alternativu k návrhu suché nádrže jsme na příl. 3.6 provedli návrh plošných opatření ve stejné lokalitě, který by měl také zajistit zvýšení retenční schopnosti daného území, ale více rozložené do celé jeho plochy. Koncepční návrh není polohově v konfliktu s chráněným ložiskovým územím, ani dobývacími prostory, které se nachází na značné ploše území obce. S ohledem na lokální podmínky je navrhována realizace soustavy na sebe vzájemně navazujících opatření, skládající se ze zatravněné údolnice s přehrážkami, mezí s retenčními přehrážkami a ochranného zatravnění.

Zatravnění údolnice patří mezi nejjednodušší technická protierozní opatření. Prioritním cílem opatření je zajistit stabilitu dráhy soustředěného povrchového odtoku a zabránit tak vzniku rýhové eroze a následnému odnosu zeminy do vodních toků. Dobře utvářený travní drn je schopen odolávat vysokým rychlostem proudící vody a redukovat odnos půdních částic z pozemku. Zároveň částečně zachytává částečky splavenin, které voda unáší z výše ležících zemědělských pozemků a zpomaluje proud vody. Všemi těmito procesy napomáhá travní porost k zadržení plošného znečištění ze zemědělských pozemků.

Údolnice je zde navržena 12 m široká, vedena přibližně drahou soustředěného odtoku a kvůli velmi vysokému podélnému sklonu (11,5 %) bude pro usměrnění odtoku nutné ve dně vybudovat svodný průleh hluboký 0,3 m, jehož dno bude zpevněné polovegetačními tvárnicemi v šířce 3-5 m (v závislosti na zvoleném profilu svodného průlehu). Pro zpomalení odtoku bude průleh vybavený přelivnými přehrážkami se zpevněnou přelivnou hranou, aby nedocházelo při zvýšených průtocích k jejich poškozování. Přehrážky jsou známé především jako opatření k hrazení bystřin a strží, ale jejich realizace je možná i v drahách soustředěného odtoku na zemědělsky obdělávaných pozemcích. Zbytek údolnice bude zatravněn pro zpevnění povrchu půdy.

Pro správnou funkci zatravněné údolnice je nutná pravidelná údržba hranice mezi ornou půdou a drnem tak, aby se nevytvářela morfologická překážka proudění vody. Pro vlastní údolnici se za běžnou údržbu považuje obhospodařování podobné jako v případě jiných zatravněných pozemků (pravidelná seč, odstraňování biomasy, hnojení, prořezávání drnu).



Obr. 38 - Příčný řez zatravněnou údolnicí a doprovodná vegetace

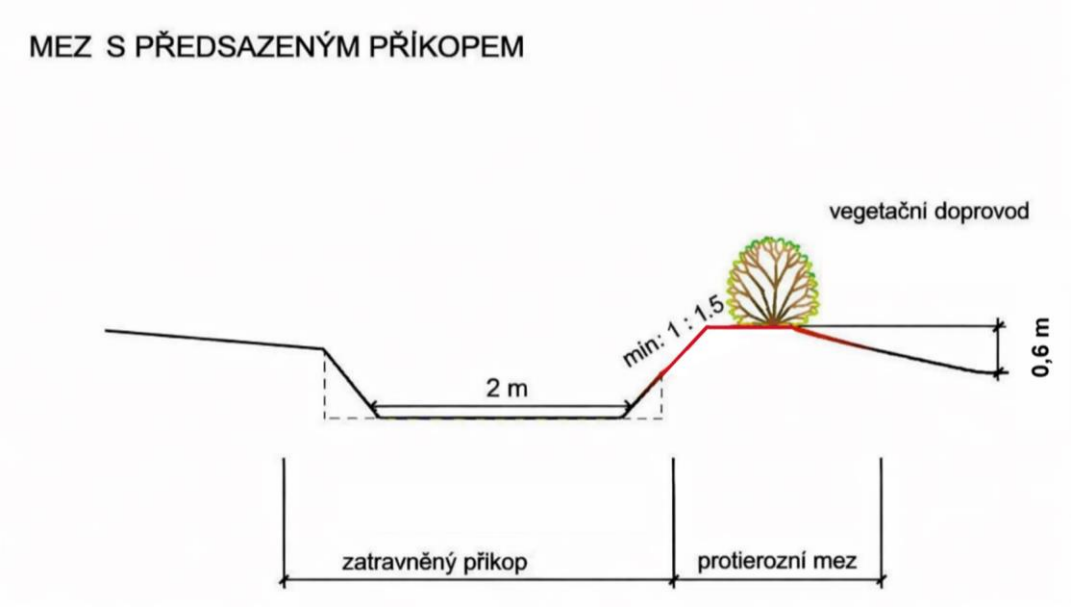
Copyright © AQUATIS a.s.

Na zatravněnou údolnici budou navazovat 4 protierozní infiltrační meze. V současné době bývají meze budovány jako nízké hrázky doplněné mělkým příkopem či průlehem v mírném podélném sklonu. Hrázky mají zpravidla výšku 0,5 – 1,5 m a sklon svahů 1 : 1,5 – 1 : 2 a většinou jsou doplněny výsadbou křovinné a stromové vegetace, jelikož protierozní mez by mimo zachycení a odvedení povrchového odtoku měla současně plnit funkci krajinotvornou.
Zde je celková šíře mezí včetně travnatých pásů navržena na 12 m, výška hrázky 0,6 m a šířka v koruně hrázky 1 m. K hrázce bude vždy přiléhat příkop se šířkou ve dně 2 m. Meze jsou navrženy v 0,5% podélném sklonu, pro maximalizaci jejich retenční kapacity. Retenční prostory v příkopu budou utvářet 0,5 m vysoké přelivné přehrážky budované v pravidelných intervalech - viz tab. 2. Ty zajistí, že se část srážky v příkopu meze zadrží a bude postupně infiltrována do půdy. U zde navržených mezí se dá předpokládat zadržení cca poloviny objemu pětileté srážky u hodinového deště, konkrétní hodnoty odpovídající retenční kapacitě jednotlivých mezí a objemy návrhových srážek jsou uvedeny v tab. 2. Poslední přehrážka, která bude převádět vodu z příkopu meze do zatravněné údolnice, musí být vybavena bezpečnostním přelivem, pro snížení rizika jejího poškozování. V místě převedení vody do údolnice, by měla být zpevněna i údolnice, např. polovegetačními tvárnicemi, jako prevence před vymíláním.

Tabulka 2 - Parametry protierozních infiltračních mezí

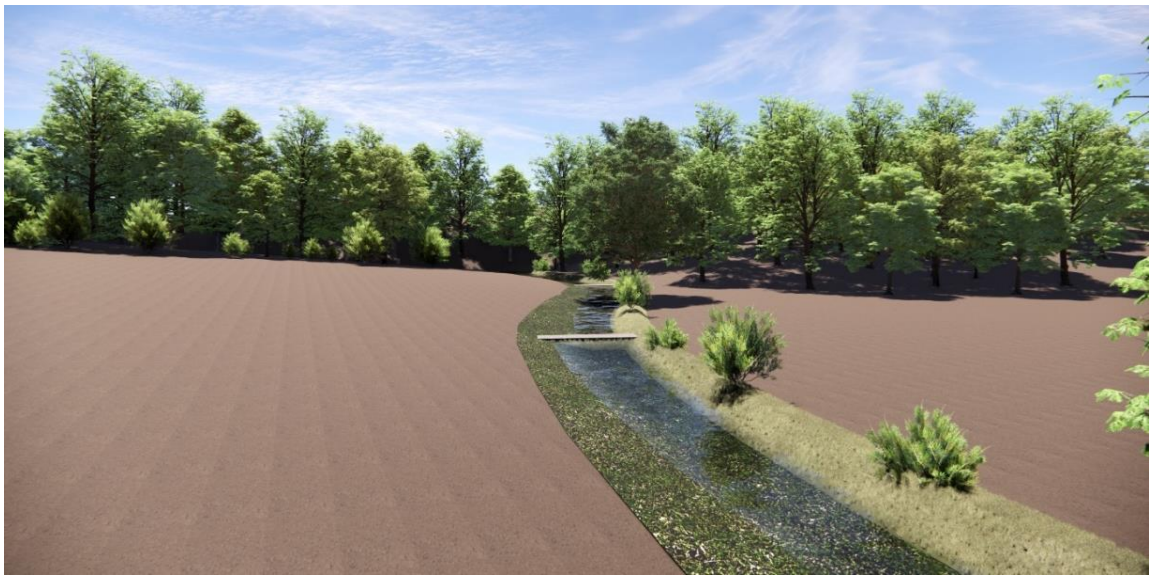
Mez č.	Délka meze [m]	Počet přehrážek	Interval vzdálenosti přehrážek [m]	Příčný sklon svahu [°]	Sběrná plocha [ha]	Objem srážky při N5 [m^3]	Objem srážky při N20 [m^3]	Zásobní objem meze v příkopu [m^3]
1	206	3	68,6	5,8	3,4	397	992	232
2	137	2	68,5	5,6	3,1	280	763	156
3	150	2	75,0	6,2	4,1	567	1363	155
4	236	3	78,6	5,5	7,9	667	1758	244

Pro udržení akumulační a infiltrační funkce je třeba pravidelně odstraňovat sedimenty a přebytečnou biomasu z celého prostoru retenčního příkopu, hrázky i ze zatravněné a osázené části.



Obr. 39 - Příčný řez protierozní infiltrační mezí s příkopem, zatravněným pásem a doprovodnou vegetací

Copyright © AQUATIS a.s.



Obr. 40 - Vizualizace: Protierozní infiltrační mez s příčnou přehrážkou a zadrženou vodou v příkopě

Ve spodní části soustavy opatření je vzhledem k nepříznivosti terénu dále navrženo navazující ochranné zatravnění, které bude vhodné pro snížení rychlosti odtoku povrchové vody a k částečnému zasakování. Zásadní vliv na snížení množství odtoku zatravněné pásy nemají, jejich realizací však dojde ke zpevnění povrchu půdy, zabránění eroznímu smyvu a vymílání dráhy soustředěného odtoku. Pro správnou funkci zatravněného pásu musí být travní porost pravidelně sečen tak, aby si udržel svoji drsnost povrchu. Dále je třeba provádět obvyklou péči o trvalé travní porosty (odstraňování biomasy, hnojení, prořezávání drnu). Pravidelně a pečlivě musí být rovněž udržována hranice mezi ornou půdou a drnem, tak aby se nevytvářela morfologická překážka proudění vody.

Nyní navrhované zatravnění je plošně poměrně velkého charakteru a přesné parametry musí být určeny až v rámci pozemkových úprav.

Hlavním pozitivním efektem pro obec v době srážky bude, že soustava opatření zdrží, zpomalí a sníží povrchový odtok. Dá se očekávat také pozitivní vliv na vodní erozi, která je v současné době na řešených pozemcích velmi intenzivní. Zpevněním povrchu půdy a přerušením délky svahu dojde ke snížení vodní eroze, tedy i odnosu pevných částic půdy do obce a vodního toku.

Tento návrh neřeší problematiku celého povodí, ale do budoucna může být použit jako podnět pro komplexní pozemkové úpravy a zajistit tak zlepšení dopadů přívalových srážek ve vymezené, avšak v současné době problematické ploše.

Alternativně by v lokalitě šla navrhnout opatření s intenzivnější infiltrací, avšak taková opatření by vyžadovala hlubší zásahy do půd, jelikož na daném místě převažují pseudogleje, tedy půdy s mírnou až nízkou infiltrační schopností. Aby zde mohla infiltrace intenzivně probíhat, bylo by nutné zasáhnout až pod vrstvu půdy. Problém však může nastat i z hlediska kvality vody, která by se následně dostávala do podzemních vod, zejména s ohledem na to, že se v blízkosti nacházejí zdroje využívané pro lázeňské účely. Pro realizaci takového zásahu by proto bylo nezbytné zajistit odborné vyjádření hydrogeologa.

Podle informace obecního úřadu by měly být v obci v blízké budoucnosti zahájeny komplexní pozemkové úpravy (KPÚ). To by poskytlo ideální příležitost pro zdárné provedení všech potřebných plošných protipovodňových opatření, jak je uvedeno výše. Při návrhu tzv. plánu společných zařízení by bylo možné uplatnit příslušné požadavky na návrh cestní sítě a vodohospodářského řešení, které by zahrnovaly všechny potřebné prvky protipovodňové ochrany. Velkou výhodou pro obec by v takovém případě bylo i to, že stát poskytuje na návrh a provádění KPÚ systémové dotace. Další výhodou je možnost v rámci KPÚ provést směny pozemků mezi obcí a soukromými vlastníky na některých zvláště exponovaných plochách, kteří by např. sami nebyli ochotni k úpravě agrotechnických postupů nebo změně kultury na těchto pozemcích.

Copyright © AQUATIS a.s.

8 SHRNUTÍ ZÍSKANÝCH POZNATKŮ A DOPORUČENÍ

Obec Černotín byla v nedávné minulosti opakovaně vystavena účinkům bleskových povodní vznikajících při krátkodobých přívalových srážkách. Tyto události způsobují značné materiální škody a dokonce i ojedinělé ztráty na lidských životech, a proto se obec rozhodla postupovat aktivně a identifikovat hlubší příčiny tohoto stavu (kromě intenzivních srážek) a možnosti jejich eliminace do budoucnosti. Po provedených analýzách a dalších šetřeních je možné konstatovat, že se zde jedná o dva hlavní, relativně samostatné problémy k řešení :

- Členitý a značně sklonitý reliéf terénu definovaný jeho příslušností ke geomorfologickému charakteru pahorkatiny. Většina území obce náleží do intervalu sklonitosti 5 - 15 %. To samo o sobě přináší riziko intenzivního plošného odtoku srážkové vody a samovolné vytváření drah soustředěného odtoku. Navíc na podstatné části terénu není dostatečně odolný vegetační kryt, který by mohl tyto nepříznivé účinky tlumit. Na více než polovině plochy katastru je zastoupena orná půda, jejíž povrch může být periodicky (v závislosti na konkrétních agrotechnických postupech) buď zcela obnažen, nebo nedostatečně chráněn vegetačním krytem. V některých případech může zemědělská činnost dokonce zhoršovat odtokové poměry a vyvolávat půdní erozi, zejména při pěstování plodin v řádcích orientovaných ve směru odtoku vody. Popsané poměry vytvářejí vhodné podmínky pro vznik plošných nebo i soustředěných přívalů srážkové vody z terénu do zastavěné části obce a s tím souvisejících povodňových škod.
- Druhým hlavním aspektem povodňových situací je kapacita koryta Hluzovského potoka, který protéká celou obcí a tvoří jakousi její geometrickou osu. Častou příčinou popisovaných případů zaplavení zástavby je právě vybřežení vody z potoka, její rozlití na terén nebo na souběžnou komunikaci a vniknutí do obytných nebo hospodářských objektů. Souběh vodoteče a pozemní komunikace zde hraje dosti významnou roli v tom, že po jejím zpevněném povrchu se voda snadněji pohybuje a často se tak dostane i do míst, kam by jinak ani nedotekla. Přitom v drtivé většině případů není bezprostřední příčinou těchto jevů nedostatečná průtočná kapacita vlastního koryta toku, ale nějaký objekt v korytě, který tvoří překážku průtoku vody a způsobí tak vzdutí hladiny a její vystoupání nad břehové linie. Jedná se o různé typy mostů, mostků, propustků, zaklenutí, zatrubnění apod. Těchto překážek průtoku je v zastavěné části obce více než 40 (!) a ty jsou tou hlavní příčinou nedostatečné protipovodňové ochrany obce v oblasti podél Hluzovského potoka.

Na základě výše uvedeného je zřejmé, že každá ze dvou hlavních popsaných příčin povodňového ohrožení vyžaduje jiný přístup a jiné prostředky ke zlepšení současného nevyhovujícího stavu.

8.1 Doporučená ochrana před přívaly vody z extravilánu

Toto povodňové riziko je dáno celkově kopcovitým charakterem terénu na téměř celém území obce (s výjimkou nejjižnější části náležející nivě Bečvy) a jeho nedostatečnou retenční schopností pro zachycení přívalových srážek. Tato nepříznivá situace je ještě podpořena velkým podílem orné půdy (více než 50 % katastrální výměry), která je z tohoto hlediska nejohroženější. Z provedené sklonové analýzy (příl. 2.7) nelze jednoznačně vytipovat nejohroženější místa, plochy s velkým sklonem terénu jsou víceméně rovnoměrně rozmístěny po celém katastru - snad jen s výjimkou vrcholových partií v okolí rozvodnice při západní a severní hranici zájmového území. Na mapě erozního ohrožení (příl. 2.2) jsou vyznačeny plochy, kde jsou překročeny hranice přípustné ztráty půdy erozí podle platných právních předpisů.

Pro řešení protipovodňové ochrany zde nedoporučujeme návrh suchých retenčních nádrží, jak je podrobněji vysvětleno v kap. 7.5. Pro zachycení odtoku, který má většinou plošný charakter, je nejlepší použít vhodných plošných opatření, kterých je k dispozici několik druhů :

Copyright © AQUATIS a.s.

- Agrotechnická opatření - např. výběr protierozně vhodných zemědělských plodin, trvalá ochrana povrchu půdy s využitím meziplodin, obdělávání ve směru po vrstevnicích apod.
- Změna kultury na nejvíce exponovaných plochách - zejména v podobě trvalých travních porostů (TTP), příp. i částečného zalesnění.
- Zkrácení délky soustředěného odtoku pomocí členění velkých celků orné půdy do menších ploch pomocí mezilehlých záchytných linií - zasakovacích pásů, mezí a remízků (ve směru sklonu terénu).
- Technická opatření spočívající v účelovém modelování povrchu terénu tak, aby se snižoval bezprostřední odtok srážkové vody při dešti a zvyšovala se krátkodobá retence v mikroreliéfu s podporou vsakování do hlubších půdních horizontů. Jedná se např. o různé typy zasakovacích příkopů, terénních průlehů nebo terasování. Zejména vhodné je využití vhodně trasované cestní sítě se souběžně vedenými zasakovacími příkopy, kdy se spojí dva různé účely do jednoho stavebního opatření.

Jedinou výjimkou je případ zachycení přívalového průtoku do lokality lomu u autobusové zastávky na dolním konci Hluzova. Zde se jedná o atypickou situaci, kdy je průtok již soustředěn do poměrně hluboké erozní brázdy a je tedy možné a vhodné mu do cesty postavit překážku, která dočasně zadrží vrcholový objem povodně a tím významně sníží kulminační průtok. Vzhledem ke skalnímu charakteru tohoto místa navrhujeme použití balvanité hrázky bez vnitřního těsnění, která je jednoduchá na provedení i údržbu a současně bezpečná vůči riziku přelití a rozplavení.

Podle informace objednatele by měly být v obci v blízké budoucnosti zahájeny komplexní pozemkové úpravy (KPÚ) (na webu Státního pozemkového úřadu (https://www.spucr.cz) tato informace zatím není uvedena). To by poskytlo ideální příležitost pro zdárné provedení všech potřebných plošných protipovodňových opatření, jak je uvedeno výše. Při návrhu tzv. plánu společných zařízení by bylo možné uplatnit příslušné požadavky na návrh cestní sítě a vodohospodářského řešení, které by zahrnovaly všechny potřebné prvky protipovodňové ochrany. Velkou výhodou pro obec by v takovém případě bylo to, že stát poskytuje na návrh a provádění KPÚ systémové dotace. Další výhodou je možnost v rámci KPÚ provést směny pozemků mezi obcí a soukromými vlastníky na některých zvláště exponovaných plochách, kteří by např. sami nebyli ochotni k úpravě agrotechnických postupů nebo změně kultury na těchto pozemcích.

Časový postup provádění příslušných opatření by měl potom respektovat naléhavost současných problémů, jak je v obci pociťována po zkušenostech z poslední povodně v 06/2024. Tedy prioritně v polních tratích Zadní Haná a Na drahách. Postupně by se měla rozšířit i na další polní tratě sousedící se zastavěnou částí obce.

8.2 Doporučená ochrana před vzdouváním vody Hluzovského p.

Na Hluzovském potoku a jeho pravostranném přítoku jsou v horní části obce vybudovány dvě retenční nádrže. Obě mají určitý vliv na tlumení povodňových vln, ale ten je poměrně malý a je úměrný velikosti jejich retenčního prostoru (4 100 m^3, resp. 2 800 m^3). Tento účinek je navíc omezený tím, že nádrže vzhledem ke svému umístění ovládají jen menší část povodí Hluzovského potoka (cca 40 %). S reálným ochranným účinkem tak lze počítat jen na krátkém úseku koryt pod oběma nádržemi zhruba po soutok obou vodních toků, tj. cca 300 m na Hluzovskému potoku a cca 150 m na jeho přítoku. To se koneckonců potvrdilo i podle hlášení svědků při povodni v 06/2024. Ani po případném zvětšení ochranného prostoru (ovšem na úkor ostatních funkcí nádrže) by se tato situace příliš nezlepšila, jak bylo prokázáno modelovým výpočtem v kap. 7.2.

Proto doporučujeme provoz obou nádrží zachovat v současné podobě a současně věnovat náležitou pozornost stavu jejich stavebních objektů určených pro převádění povodňových průtoků, aby měly za všech okolností předpokládanou hydraulickou kapacitu, nehrozilo jejich ucpání, zhroucení apod. Případné úpravy přítoku nad nádrží (jak obec plánuje) jsou žádoucí z hlediska zlepšení stability jeho dna a omezení přísunu splavenin do nádrže, ale ke zlepšení povodňové ochrany nemohou ze své podstaty nijak přispět.

Copyright © AQUATIS a.s.

V kap. 7.4 bylo prokázáno pomocí hydraulických výpočtů, že hlavní problém ve vybřežování Hluzovského potoka nespočívá v nízké průtočné kapacitě jeho koryta, ale v množství stavebních objektů (mostků, propustků, zaklenutí), které zužují jeho průtočný profil a tím způsobují vzdutí hladiny nad úroveň okolního terénu. Jediný správný a účinný postup ke zlepšení tohoto stavu tedy spočívá v postupné rekonstrukci těchto objektů na vyšší kapacitu, případně jejich odstranění bez náhrady, pokud by byl takový postup shledán jako přijatelný z hlediska běžného života v obci.

Rekonstrukce ovšem nebude zcela jednoduchým úkolem, protože nejsnadnější způsob zvýšení hydraulické kapacity, tj. zvýšení profilu směrem nahoru, bude většinou vyloučen kvůli vazbě výškového řešení na systém pozemních komunikací. Obvykle nelze zvednout horní hranu přemostění o vyšší desítky centimetrů, aniž by to výrazně narušilo niveletu komunikací, které po nich vedou. Většinou tak bude nutné provést rozšíření objektů směrem do stran až se dosáhne potřebného zvětšení průtočného profilu. To bude vyžadovat podstatné stavební zásahy blížící se úplnému odstranění stávajících objektů a vybudovaní zcela nových. To se zákonitě projeví i ve vyšších nákladech na potřebné stavební práce. Mnohdy bude nutné i rozšíření nových objektů na sousední pozemky. Jen ve výjimečných případech bude možné postupovat cestou zahloubení profilu pod stávající úroveň dna, což by mělo menší nároky na plošné zvětšení stávajících objektů.

Vzhledem k velkému množství objektů na toku a omezenému rozsahu této dokumentace jsme neprováděli jednotlivé podrobnější výpočty ke každému z nich, ale sestavili jsme obecnou výpočetní pomůcku pro posouzení jejich hydraulické kapacity na základě velikosti průtočné plochy. S jejím využitím je možné zhruba stanovit, jaké je potřebné zvětšení průtočné plochy objektu pro dosažení jeho požadované kapacity. Bližší postup je uveden v kap. 7.4. Ke stanovení návrhových průtoků jsme sestavili další obecný podklad, který je prezentován v příl. 9 této zprávy. Jedná se o komplexní výpočet srážko - odtokového modelu pro celé území obce, který stanovuje pro desítky charakteristických profilů kulminační průtoky povodní s různou dobou opakování - 20, 50 a 100 let.

Volba konkrétní výše ochrany záleží na rozhodnutí obce, pokud se příslušné investice budou hradit z obecního rozpočtu. Při výstavbě s příspěvkem ze státních prostředků se většinou dodržuje zásada hierarchie ochrany podle typu zástavby :

100 let - centra velkých měst, nebo historicky cenná centra menších měst a obcí

50 let - ostatní bytová a průmyslová zástavba

20 let - rozptýlená zástavba, hospodářské a provozní objekty.

U samostatných průmyslových objektů a areálů se postupuje individuálně podle výše hrozících rizik, resp. škod. Plochy ležící mimo intravilán se většinou nechrání. Zde je ovšem vhodné připomenout, že současný vývoj klimatu s častěji se vyskytujícími extrémy způsobuje i postupné přehodnocování různých statistických kvantilů. To znamená, že např. hodnota průtoku přiřazená v minulosti opakování 50 let se časem „propadá“ vlivem nově měřených vyšších údajů tak, že v budoucnosti už může být hodnocena s opakováním 40, 30 nebo 20 let. Proto doporučujeme volit velikost návrhových průtoků mírně nad současnými hodnotami uváděnými pro danou dobu opakování.

V Brně, únor 2026

za tým zpracovatelů
Ing. Jan Sehnal

Copyright © AQUATIS a.s.

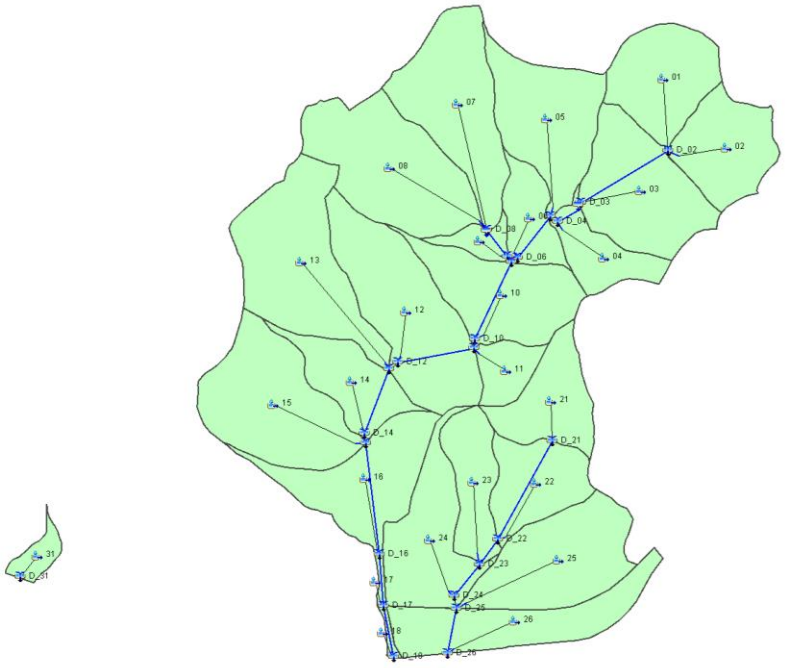
9 PŘÍLOHA - POPIS SRÁŽKOODTOKOVÉHO MODELU

Cílem analýzy odtokových poměrů bylo vyčíslení teoretických kulminačních průtoků a objemů přímého odtoku v dílčích zdrojových povodích Hluzovského potoka, ve významných profilech na tomto páteřním toku a jeho přítocích. Analýza odtokových poměrů byla provedena prostřednictvím deterministického událostního srážkoodtokového modelu v softwaru HEC-HMS. Postup prací zahrnoval kompletaci datových podkladů, volbu modelovacích technik, odvození vstupních parametrů (území, návrhové srážky), sestavení vlastního modelu, výpočet, kalibraci, export výsledků a jejich grafickonumerickou kontrolu.

9.1 Zájmové území a jeho modelová schematizace

Rozsah řešené oblasti vychází ze zadání studie a konzultací s obcí Černotín. Hlavním předmětem zájmu je povodí Hluzovského potoka, které je zdola omezeno závěrovým profilem v místě křížení železniční trati Hranice n. M. – Val. Meziříčí (- Púchov). Kromě toho srážkoodtokový model (dále též SO model) zahrnuje část povodí vodní linie IDVT: 10193685, která prochází po okraji intravilánu obce Černotín v blízkosti zemědělského družstva, s omezením do závěrového profilu téže železniční trati. Poslední částí, která je zahrnuta v SO modelu, je svah v lokalitě Vápenky, vytipované obcí Černotín pro potenciální vybudování suché nádrže, s identifikačním číslem 6 podle podkladu [11].

Zájmové území bylo rozděleno na 25 subpovodí o průměrné velikosti 18 ha s tím, že jejich vymezení je dáno hydrologickou topologií. Sestavený SO model v prostředí programu HEC-HMS pracuje převážně s prvky typu „subpovodí“, „soutokový uzel“ a „říční úsek“. Vodní nádrže jsou reprezentovány dvěma typy prvků. Zatímco profil nad hrází vodního díla zastupuje prvek „soutok“, profil pod hrází popisuje prvek „zdroj“. Zvolený postup vyžaduje výpočet transformace povodňové vlny mimo samotný program HEC-HMS. Za tímto účelem jsme využili osvědčené numerické řešení v tabulkovém editoru MS Excel. Výpočetní schéma zájmové oblasti ukazuje obr. 41.



Obr. 41 - Výpočetní schéma srážkoodtokového modelu zájmového území

Copyright © AQUATIS a.s.

9.2 Vstupní údaje

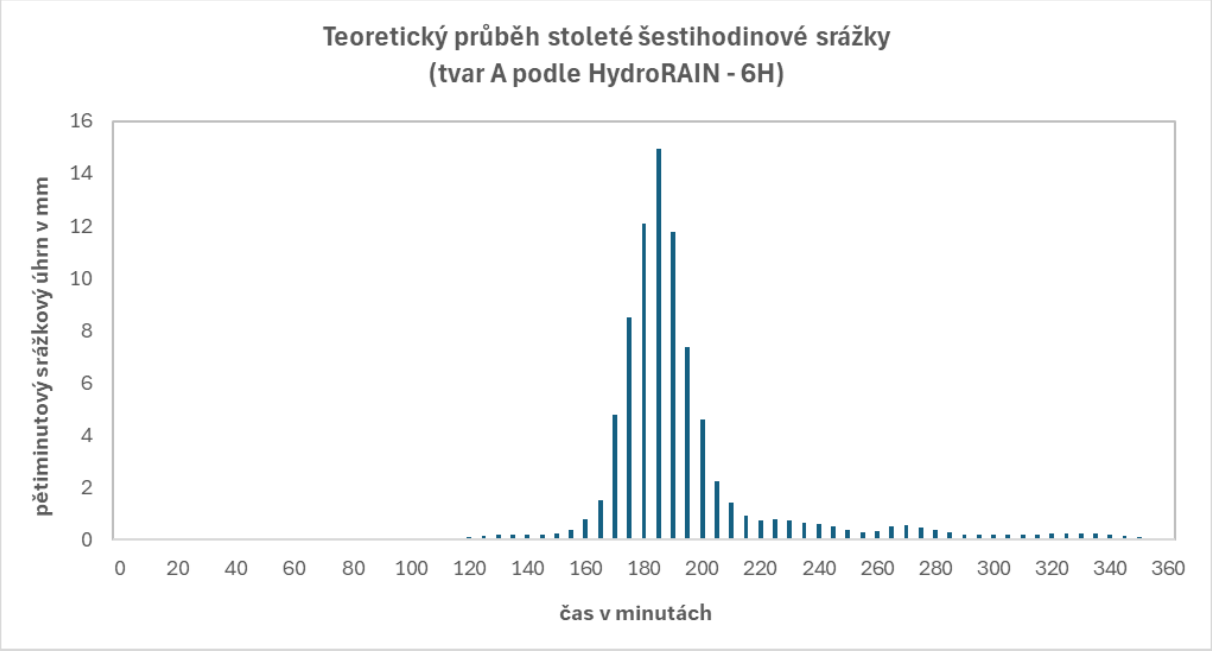
Geometrické, pedologické, meteorologické a další charakteristiky zájmové oblasti se zohledňují v podobě popisných parametrů jednotlivých modelových prvků, nebo modelových komponent. Míra zjednodušení skutečného srážkoodtokového procesu je dána podrobností modelové schematizace a volbou výpočetních metod. HEC-HMS (použita verze 4.9) není konkrétní model, ale prostředí, ve kterém je možné vybírat z palety výpočetních metod a tyto vhodně kombinovat [12].

Pro stanovení geometrických údajů, definujících velikost dílčích subpovodí, délky drah údolnic, nebo např. sklonové poměry, byl využit především digitální model 5. generace [13]. Dodatečně proběhla úprava delimitace subpovodí pomocí aktuálních, veřejně dostupných ortofotosnímků. Způsob využití území byl kategorizován s využitím registru LPIS [14] a doplňkové pomocí ZABAGED® [15]. K popisu půdních poměrů posloužila převážně datová vrstva BPEJ [16]. Na lesních půdách, které tvoří pouze marginální část řešené oblasti, byly potřebné informace (lesní typy) převzaty z Mapového portálu Národního lesnického institutu [17].
Návrhové meteorologické údaje byly převzaty z aplikace HydroRAIN – 6H [18]. Jmenovaná aplikace uvádí časové průběhy extrémních šestihodinových srážek pro různé doby jejich teoretického opakování.

Podle tohoto zdroje je:

- 100letý šestihodinový srážkový úhrn 83,5 mm,
- 50letý šestihodinový srážkový úhrn 72,6 mm,
- 20letý šestihodinový srážkový úhrn 59,7 mm,
- 10letý šestihodinový srážkový úhrn 51,0 mm,
- 5letý šestihodinový srážkový úhrn 42,8 mm,

Nejméně příznivý časový průběh 100leté šestihodinové srážky zachycuje obr. 42.



Obr. 42 - Nejméně příznivý časový průběh 100leté šestihodinové srážky podle aplikace HydroRAIN – 6H

Copyright © AQUATIS a.s.

9.3 Pozorované extrémní srážky

Z důvodu srovnání teoreticky odvozených srážkových úhrnů se skutečně pozorovanými extrémními dešti byly analyzovány veřejně dostupné údaje ČHMÚ [19]. Nejbližší srážkoměrná pozorování ČHMÚ se nachází ve stanici Bělotín (kódové označení O1BELO01) a v Hranicích (O3HRAN01). Vzdušnou čarou je první z uvedených stanic k těžišti povodí Hluzovského potoka vzdálena bezmála 5,2 km, druhá stanice pak bezmála 5,5 km. Jedenáct nejvyšších denních úhrnů srážek ve stanici Bělotín za období 1896-2024 dokumentuje tabulka 3. Všechny uvedené případy se vyskytovaly v období od konce června do začátku září. Historicky nejvyšší naměřený denní srážkový úhrn byl zaznamenán 24. června 2009, kdy dosáhl 123,8 mm. Takový jednodenní úhrn odpovídá, podle empirické řady, větší než stoleté srážce. Extremita odtoku během popisované události byla navíc zesílena vysokým stavem nasycení území předchozími srážkami. Během pěti dnů, které situaci předcházely, spadlo dohromady 57,9 mm srážek a dle provedené frekvenční analýzy je takové hodnoty dosahováno pouze s průměrnou četností jednou za rok. Během přívalové srážky dne 26. 6. 2024 byl v Bělotíně zaznamenán denní srážkový úhrn 63,5 mm, což odpovídá zhruba desetileté srážce a řadí jej na jedenácté místo historických statistik. Uvedená informace však nijak nesnižuje závažnost události, toho dne zaznamenané v obci Černotín. Místním srážkoměrem byl v Černotíně, v průběhu necelých tří a půl hodin, naměřen úhrn 108,8 mm. Většina srážek, podle svědectví místních, spadla během 60 až 90 minut.

Tabulka 3 - Nejvyšší denní srážkové úhrny v Bělotíně (O1BELO01) za období 1896-2024

pořadí	datum	denní srážkový úhrn [mm]
1	24. 6. 2009	123,8
2	2. 8. 1929	99,9
3	1. 9. 1938	90,5
4	5. 9. 1896	90,0
5	2. 7. 1954	86,6
6	4. 8. 1967	76,2
7	7. 7. 1997	74,4
8	16. 8. 1958	74,0
9	22. 8. 1904	73,0
10	27. 6. 1954	64,7
11	26. 6. 2024	63,5

Tabulka 4 - Nejvyšší denní srážkové úhrny v Hranicích (O1HRAN01) za období 1881-2024

pořadí	datum	denní srážkový úhrn [mm]
1	18. 8. 1958	127,9
2	1. 9. 1938	93,9
3	2. 7. 1954	87,4
4	26. 6. 1954	75,4
5	3. 8. 1915	72,8
6	25. 7. 1939	72,3
7	24. 6. 2009	68,2
8	13. 8. 1998	62,9
9	31. 7. 2016	61,3
10	21. 7. 1959	58,8
174	26. 6. 2024	44,7

Copyright © AQUATIS a.s.

Značnou prostorovou variabilitu přívalových srážek ostatně dokládá srovnání maximálních denních úhrnů srážek a jejich relativní pořadí v Bělotíně (1896-2024), viz tabulka 3 a v Hranicích (1881-2024), viz tabulka 4. Například dne 18. srpna 1958 byl naměřen historicky nejvyšší denní srážkový úhrn v Hranicích 127,9 mm, ale v Bělotíně bylo pozorováno pouze 54 mm, takže tento údaj v tabulce 3 vůbec nefiguruje.

Z provedeného rozboru je patrné, že nejvyšší zaznamenané jednodenní úhrny srážek výrazně převyšují teoretické šestihodinové srážky podle aplikace HydroRAIN – 6H. Na druhé straně je však potřeba vnímat, že k vytvoření extrémního kulminačního průtoku v tak malém povodí, jako je Hluzovský potok a jeho jednotlivých subpovodích, stačí srážka o podstatně kratší délce trvání, než je šest hodin. Přesnost stanovení šestihodinového úhrnu srážek proto nehraje pro stanovení kulminačního průtoku tak významnou roli, jako průběh nejvyšších pořadnic intenzity deště. V tomto ohledu se jeví dostupný podklad jako velmi dobře využitelný, navíc pokud uvážíme, že proběhla dílčí kalibrace modelových výsledků na N-leté průtoky ČHMÚ. Komentář diskutující odhadovanou extremitu srážky naměřené dne 26. 6. 2024 je součástí kapitoly 5.3.

9.4 Použité modelovací techniky

Efektivní déšť je část srážkového úhrnu, který odtéká v podobě povrchového, nebo mělkého podpovrchového odtoku. Odvození časového průběhu efektivního deště ze zadaného hyetogramu N-leté srážky probíhá na základě metody tzv. odtokových křivek (v literatuře se označuje obvykle jako SCS-CN). Za tímto účelem je každé subpovodí charakterizováno průměrnou hodnotou parametru CN. Tento parametr nabývá hodnot v teoretickém rozmezí 0 až 100. Přitom platí, že hodnoty CN nižší než 50 jsou zastoupeny výjimečně a plně nepropustné plochy jsou vyjádřeny hodnotou 100. Samotné číslo odtokové (CN) křivky definuje závislost výšky přímého odtoku na výšce srážky, kde obě veličiny jsou vztaženy k určité části povodí, která je za účelem zjednodušení uvažována jako víceméně homogenní. Odtoková odezva jednotlivých subpovodí je výsledkem transformace časového průběhu efektivních srážek. Zmíněnou transformaci v našem případě definuje metoda Clarkova jednotkového hydrogramu, která pracuje s tzv. dobou koncentrace povrchového odtoku a s transformačním koeficientem (obvykle označovaným *R*). Požadované parametry byly odvozeny z geometrických charakteristik dílčích povodí a parametrů CN. Výpočetně uvedený postup funguje tak, že se dílčí bloky efektivního deště, pro každé jednotlivé subpovodí, převedou na symetrické hydrogramy, tyto se v čase roztáhnou a zdeformují a zároveň se dílčí odezvy navzájem sečtou na principu superpozice. Získáme tak odtokovou odezvu v uzávěrovém profilu zdrojových ploch (subpovodí). Odtoková odezva se následně propaguje říční sítí a dochází k postupnému sčítání v soutokových uzlech. Translaci (opožďování) a transformaci (deformaci) hydrogramů v říčních úsecích řídí metoda Muskingum. Vstupní veličiny této metody byly odvozeny z geometrických charakteristik, s přihlédnutím k místnímu charakteru koryta vodního toku. Výše uvedené techniky jsou popsány např. v práci Šercla [20].

9.5 Kalibrace modelu

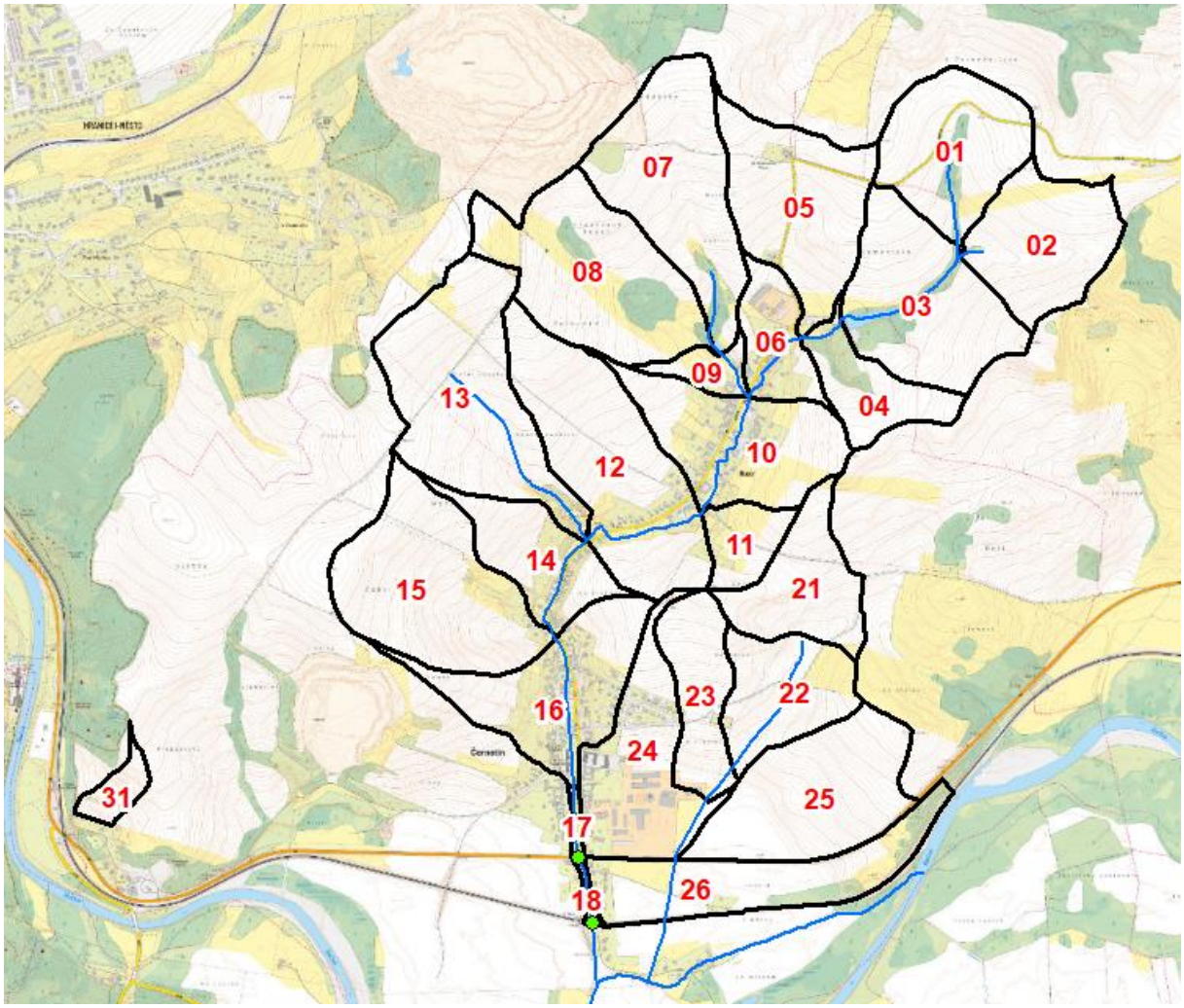
V samotném povodí nejsou umístěny srážkoměrné stanice. Hladinoměr v mostním profilu Hluzovského potoka u hasičské zbrojnice v Hluzově je již delší dobu mimo provoz a žádné časové řady vodního stavu, nebo z něho odvozeného průtoku nejsou, pro toto, ani žádné jiné místo v řešeném území, k dispozici. Kalibrace SO modelu se proto omezila na dosažení stejných hodnot N-letých průtoků, kterou v profilu hráze VN Hluzov (V Lípí) uvádí aktuální údaje ČHMÚ z r. 2025 [2]. Během kalibrace se ukázalo, že použití uniformní srážky v celém řešeném území vede k neúměrně vysokým kulminačním průtokům na dolním okraji výpočetní oblasti. Z tohoto důvodu proběhla adjustace SO modelu takovým způsobem, aby se modelový stoletý průtok na dolním okraji výpočetní oblasti dostatečně přibližoval k odhadovanému stoletému průtoku v místě křížení Hluzovského potoka a železniční trati. Pro tento profil nemáme údaje ČHMÚ, ale s určitou mírou nejistoty lze provést vlastní odhad metodami extrapolace dostupných dat a hydrologické analogie.

9.6 Výsledky

Pro každé dílčí povodí a každý soutokový uzel, definovaný zvolenou prostorovou schematizací podle obrázku 41, byly vypočteny stoleté, padesátileté a dvacetileté kulminační průtoky a odpovídající objemy přímého odtoku. Díky tomu je možné si udělat představu, které části povodí Hluzovského

Copyright © AQUATIS a.s.

potoka generují vyšší průtoky, než ostatní oblasti a kde je větší potenciál snížit povodňové nebezpečí v obci Černotín. Výpočet současného stavu je výchozím bodem pro návrh opatření. Po případném promítnutí navržených změn do srážkoodtokového modelu je možné efekt posuzovaných opatření zhodnotit SO modelem a případně tyto optimalizovat. Přehled výsledků pro teoretickou stoletou povodňovou událost v současných poměrech území uvádí tabulka 5, číslování subpovodí Hluzovského potoka dokládá obrázek 43. Přehled výsledků pro teoretickou padesátiletou a dvacetiletou povodňovou událost je shrnut v tabulkách 6 a 7.



Obr. 43 - Číslování dílčích povodí v řešené oblasti obce Černotín

pozn.: Totéž vymezení je znázorněno ve větším detailu v mapové příloze 3.2

Copyright © AQUATIS a.s.

Tabulka 5 - Výsledky srážkoodtokového modelu pro teoretickou stoletou povodňovou událost

povodí	vodní linie	ID závěrového profilu subpovodí	plocha povodí [km^2]	kulminační průtok [m^3/s]	objem povodně [1000.m^3]
Hluzovského p.	Hluzovský p.	01	0,209	1,07	8,11
Hluzovského p.	IDVT: 10198996	02	0,194	0,87	7,42
Hluzovského p.	Hluzovský p.	D_02	0,402	1,94	15,54
Hluzovského p.	mezipovodí	03	0,264	1,42	9,98
Hluzovského p.	Hluzovský p.	D_03a nad hrází VD Hluzov	0,666	3,31	25,52
Hluzovského p.	Hluzovský p.	D_03b pod hrází VD Hluzov	0,666	3,06	25,52
Hluzovského p.	mezipovodí	04	0,104	0,77	4,19
Hluzovského p.	Hluzovský p.	D_04	0,770	3,57	29,71
Hluzovského p.	PB přítok	05	0,249	1,53	10,07
Hluzovského p.	Hluzovský p.	D_05	1,019	4,41	39,78
Hluzovského p.	mezipovodí	06	0,097	0,68	4,15
Hluzovského p.	Hluzovský p.	D_06	1,116	4,78	43,94
Hluzovského p.	IDVT: 10202606	07	0,284	2,35	13,34
Hluzovského p.	PB přítok IDVT: 10202606	08	0,308	2,01	10,70
Hluzovského p.	IDVT: 10202606	D_08a nad hrází VD na PB přítoku Hluz. p.	0,591	3,65	24,04
Hluzovského p.	IDVT: 10202606	D_08b pod hrází VD na PB přítoku Hluz. p.	0,591	3,39	24,04
Hluzovského p.	mezipovodí IDVT: 10202606	09	0,039	0,22	1,12
Hluzovského p.	IDVT: 10202606	D_09a nad soutokem s Hluz. p.	0,630	3,55	25,16
Hluzovského p.	Hluzovský p.	D_09b Hluzovský p. pod IDVT: 10202606	1,746	6,43	69,10
Hluzovského p.	mezipovodí	10	0,230	1,77	9,96
Hluzovského p.	Hluzovský p.	D_10	1,976	7,25	79,06
Hluzovského p.	LB přítok	11	0,066	0,48	2,40
Hluzovského p.	Hluzovský p.	D_11	2,042	7,46	81,46
Hluzovského p.	mezipovodí	12	0,334	2,33	13,22
Hluzovského p.	Hluzovský p.	D_12	2,376	8,47	94,68
Hluzovského p.	IDVT: 10194325	13	0,338	2,11	15,12
Hluzovského p.	Hluzovský p.	D_13	2,714	9,34	109,81
Hluzovského p.	mezipovodí	14	0,138	1,51	6,61
Hluzovského p.	Hluzovský p.	D_14	2,853	9,81	116,42
Hluzovského p.	PB přítok	15	0,311	3,56	14,98
Hluzovského p.	Hluzovský p.	D_15	3,164	10,87	131,40
Hluzovského p.	mezipovodí	16	0,225	1,42	9,05
Hluzovského p.	Hluzovský p.	D_16	3,388	11,37	140,45
Hluzovského p.	mezipovodí	17	0,008	0,04	0,46
Hluzovského p.	Hluzovský p.	D_17	3,396	11,38	140,91
Hluzovského p.	mezipovodí	18	0,008	0,02	0,42
Hluzovského p.	Hluzovský p.	D_18	3,404	11,39	141,33
IDVT: 10193685	IDVT: 10193685	21	0,151	1,78	8,79
IDVT: 10193685	mezipovodí	22	0,152	1,40	8,51
IDVT: 10193685	IDVT: 10193685	D_22	0,303	3,00	17,30
IDVT: 10193685	mezipovodí	23	0,128	1,07	5,47
IDVT: 10193685	IDVT: 10193685	D_23	0,431	3,75	22,76
IDVT: 10193685	mezipovodí	24	0,214	1,31	8,71
IDVT: 10193685	IDVT: 10193685	D_24	0,645	4,40	31,48
IDVT: 10193685	LB přítok	25	0,259	2,31	15,67
IDVT: 10193685	IDVT: 10193685	D_25	0,904	5,68	47,14
IDVT: 10193685	mezipovodí	26	0,214	0,17	6,81
IDVT: 10193685	IDVT: 10193685	D_26	1,117	5,69	53,82
lok. Propastsko	svah	31	0,033	0,46	1,60

označení ID profilu subpovodí:

01, 02, ..., 31	závěrový profil subpovodí 01, 02, ..., 31
D_02	profil zahrnuje subpovodí 01 a 02
D_09a	profil zahrnuje subpovodí 07 až 09
D_09b	profil zahrnuje subpovodí 01 až 09

podbarvení buněk v tabulce je dáno páteřním tokem a slouží k rychlé orientaci v určení oblasti řešeného území

Copyright © AQUATIS a.s.

Tabulka 6 - Výsledky srážkoodtokového modelu pro teoretickou padesátiletou povodňovou událost

povodí	vodní linie	ID závěrového profilu subpovodí	plocha povodí [km^2]	kulminační průtok [m^3/s]	objem povodně [1000.m^3]
Hluzovského p.	Hluzovský p.	01	0,209	0,92	7,02
Hluzovského p.	IDVT: 10198996	02	0,194	0,75	6,41
Hluzovského p.	Hluzovský p.	D_02	0,402	1,67	13,43
Hluzovského p.	mezipovodí	03	0,264	1,21	8,61
Hluzovského p.	Hluzovský p.	D_03a nad hrází VD Hluzov	0,666	2,84	22,04
Hluzovského p.	Hluzovský p.	D_03b pod hrází VD Hluzov	0,666	2,61	22,04
Hluzovského p.	mezipovodí	04	0,104	0,67	3,64
Hluzovského p.	Hluzovský p.	D_04	0,770	3,05	25,68
Hluzovského p.	PB přítok	05	0,249	1,32	8,74
Hluzovského p.	Hluzovský p.	D_05	1,019	3,78	34,42
Hluzovského p.	mezipovodí	06	0,097	0,59	3,62
Hluzovského p.	Hluzovský p.	D_06	1,116	4,11	38,04
Hluzovského p.	IDVT: 10202606	07	0,284	2,05	11,70
Hluzovského p.	PB přítok IDVT: 10202606	08	0,308	1,71	9,18
Hluzovského p.	IDVT: 10202606	D_08a nad hrází VD na PB přítoku Hluz. p.	0,591	3,15	20,88
Hluzovského p.	IDVT: 10202606	D_08b pod hrází VD na PB přítoku Hluz. p.	0,591	2,91	20,88
Hluzovského p.	mezipovodí IDVT: 10202606	09	0,039	0,19	0,95
Hluzovského p.	IDVT: 10202606	D_09a nad soutokem s Hluz. p.	0,630	3,05	21,82
Hluzovského p.	Hluzovský p.	D_09b Hluzovský p. pod IDVT: 10202606	1,746	5,52	59,86
Hluzovského p.	mezipovodí	10	0,230	1,54	8,69
Hluzovského p.	Hluzovský p.	D_10	1,976	6,24	68,55
Hluzovského p.	LB přítok	11	0,066	0,41	2,07
Hluzovského p.	Hluzovský p.	D_11	2,042	6,42	70,62
Hluzovského p.	mezipovodí	12	0,334	2,00	11,45
Hluzovského p.	Hluzovský p.	D_12	2,376	7,29	82,07
Hluzovského p.	IDVT: 10194325	13	0,338	1,84	13,22
Hluzovského p.	Hluzovský p.	D_13	2,714	8,05	95,29
Hluzovského p.	mezipovodí	14	0,138	1,32	5,81
Hluzovského p.	Hluzovský p.	D_14	2,853	8,46	101,10
Hluzovského p.	PB přítok	15	0,311	3,11	13,17
Hluzovského p.	Hluzovský p.	D_15	3,164	9,39	114,26
Hluzovského p.	mezipovodí	16	0,225	1,22	7,85
Hluzovského p.	Hluzovský p.	D_16	3,388	9,83	122,11
Hluzovského p.	mezipovodí	17	0,008	0,03	0,41
Hluzovského p.	Hluzovský p.	D_17	3,396	9,83	122,52
Hluzovského p.	mezipovodí	18	0,008	0,02	0,37
Hluzovského p.	Hluzovský p.	D_18	3,404	9,84	122,89
IDVT: 10193685	IDVT: 10193685	21	0,151	1,59	7,84
IDVT: 10193685	mezipovodí	22	0,152	1,24	7,56
IDVT: 10193685	IDVT: 10193685	D_22	0,303	2,66	15,40
IDVT: 10193685	mezipovodí	23	0,128	0,93	4,76
IDVT: 10193685	IDVT: 10193685	D_23	0,431	3,31	20,16
IDVT: 10193685	mezipovodí	24	0,214	1,13	7,56
IDVT: 10193685	IDVT: 10193685	D_24	0,645	3,87	27,73
IDVT: 10193685	LB přítok	25	0,259	2,06	14,01
IDVT: 10193685	IDVT: 10193685	D_25	0,904	5,01	41,74
IDVT: 10193685	mezipovodí	26	0,214	0,14	5,87
IDVT: 10193685	IDVT: 10193685	D_26	1,117	5,01	47,50
lok. Propastsko	svah	31	0,033	0,40	1,40

označení ID profilu subpovodí:

01, 02, ..., 31	závěrový profil subpovodí 01, 02, ..., 31
D_02	profil zahrnuje subpovodí 01 a 02
D_09a	profil zahrnuje subpovodí 07 až 09
D_09b	profil zahrnuje subpovodí 01 až 09

podbarvení buněk v tabulce je dáno páteřním tokem a slouží k rychlé orientaci v určení oblasti řešeného území

Copyright © AQUATIS a.s.

Tabulka 7 - Výsledky srážkoodtokového modelu pro teoretickou dvacetiletou povodňovou událost

povodí	vodní linie	ID závěrového profilu subpovodí	plocha povodí [km^2]	kulminační průtok [m^3/s]	objem povodně [1000.m^3]
Hluzovského p.	Hluzovský p.	01	0,209	0,75	5,81
Hluzovského p.	IDVT: 10198996	02	0,194	0,61	5,31
Hluzovského p.	Hluzovský p.	D_02	0,402	1,37	11,12
Hluzovského p.	mezipovodí	03	0,264	0,99	7,12
Hluzovského p.	Hluzovský p.	D_03a nad hrází VD Hluzov	0,666	2,33	18,24
Hluzovského p.	Hluzovský p.	D_03b pod hrází VD Hluzov	0,666	2,12	18,24
Hluzovského p.	mezipovodí	04	0,104	0,55	3,03
Hluzovského p.	Hluzovský p.	D_04	0,770	2,49	21,27
Hluzovského p.	PB přítok	05	0,249	1,09	7,27
Hluzovského p.	Hluzovský p.	D_05	1,019	3,10	28,54
Hluzovského p.	mezipovodí	06	0,097	0,49	3,03
Hluzovského p.	Hluzovský p.	D_06	1,116	3,37	31,57
Hluzovského p.	IDVT: 10202606	07	0,284	1,73	9,89
Hluzovského p.	PB přítok IDVT: 10202606	08	0,308	1,39	7,52
Hluzovského p.	IDVT: 10202606	D_08a nad hrází VD na PB přítoku Hluz. p.	0,591	2,61	17,40
Hluzovského p.	IDVT: 10202606	D_08b pod hrází VD na PB přítoku Hluz. p.	0,591	2,38	17,40
Hluzovského p.	mezipovodí IDVT: 10202606	09	0,039	0,15	0,76
Hluzovského p.	IDVT: 10202606	D_09a nad soutokem s Hluz. p.	0,630	2,49	18,16
Hluzovského p.	Hluzovský p.	D_09b Hluzovský p. pod IDVT: 10202606	1,746	4,53	49,73
Hluzovského p.	mezipovodí	10	0,230	1,28	7,28
Hluzovského p.	Hluzovský p.	D_10	1,976	5,13	57,01
Hluzovského p.	LB přítok	11	0,066	0,33	1,70
Hluzovského p.	Hluzovský p.	D_11	2,042	5,27	58,71
Hluzovského p.	mezipovodí	12	0,334	1,65	9,51
Hluzovského p.	Hluzovský p.	D_12	2,376	6,00	68,22
Hluzovského p.	IDVT: 10194325	13	0,338	1,53	11,11
Hluzovského p.	Hluzovský p.	D_13	2,714	6,63	79,33
Hluzovského p.	mezipovodí	14	0,138	1,11	4,92
Hluzovského p.	Hluzovský p.	D_14	2,853	6,98	84,25
Hluzovského p.	PB přítok	15	0,311	2,62	11,15
Hluzovského p.	Hluzovský p.	D_15	3,164	7,77	95,40
Hluzovského p.	mezipovodí	16	0,225	1,01	6,53
Hluzovského p.	Hluzovský p.	D_16	3,388	8,13	101,93
Hluzovského p.	mezipovodí	17	0,008	0,03	0,35
Hluzovského p.	Hluzovský p.	D_17	3,396	8,14	102,29
Hluzovského p.	mezipovodí	18	0,008	0,02	0,32
Hluzovského p.	Hluzovský p.	D_18	3,404	8,14	102,61
IDVT: 10193685	IDVT: 10193685	21	0,151	1,37	6,77
IDVT: 10193685	mezipovodí	22	0,152	1,06	6,50
IDVT: 10193685	IDVT: 10193685	D_22	0,303	2,29	13,27
IDVT: 10193685	mezipovodí	23	0,128	0,77	3,99
IDVT: 10193685	IDVT: 10193685	D_23	0,431	2,82	17,26
IDVT: 10193685	mezipovodí	24	0,214	0,93	6,30
IDVT: 10193685	IDVT: 10193685	D_24	0,645	3,28	23,56
IDVT: 10193685	LB přítok	25	0,259	1,78	12,15
IDVT: 10193685	IDVT: 10193685	D_25	0,904	4,26	35,71
IDVT: 10193685	mezipovodí	26	0,214	0,12	4,85
IDVT: 10193685	IDVT: 10193685	D_26	1,117	4,26	40,47
lok. Propastsko	svah	31	0,033	0,34	1,19

označení ID profilu subpovodí:

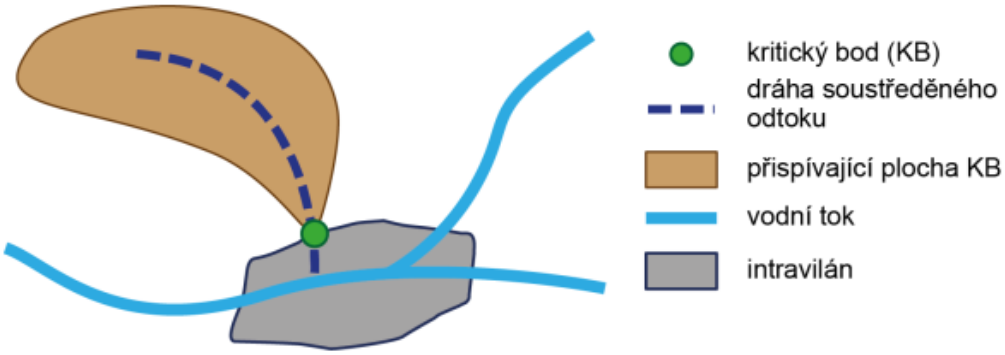
01, 02, ..., 31	závěrový profil subpovodí 01, 02, ..., 31
D_02	profil zahrnuje subpovodí 01 a 02
D_09a	profil zahrnuje subpovodí 07 až 09
D_09b	profil zahrnuje subpovodí 01 až 09

podbarvení buněk v tabulce je dáno páteřním tokem a slouží k rychlé orientaci v určení oblasti řešeného území

Copyright © AQUATIS a.s.

10 PŘÍLOHA - ANALÝZA KRITICKÝCH BODŮ

Jedním z možných způsobů vyjádření zranitelnosti území vůči povodňovému nebezpečí je vymezení tzv. kritických bodů (KB). Kritický bod je místo na horní hranici intravilánu obce, ve kterém dochází k významnému soustředění povrchového odtoku v reakci na přívalové srážky. V České republice se ke stanovení kritických bodů používá metodika Drbala a kol. [21]. Kromě samotného umístění kritických bodů je vhodné vymezit přispívající plochy k jednotlivým KB, viz obrázek 44. Charakteristiky přispívajících ploch KB, spolu s příčinnou srážkou, rozhodují o tom, kolik vody následně proteče profilem kritického bodu, a zda (resp. v jaké výši) dojde v navazujícím intravilánu obce k povodňovým škodám.



Obr. 44 - Princip vymezení kritických bodů a jejich přispívajících ploch podle Drbala a kol. (2009)

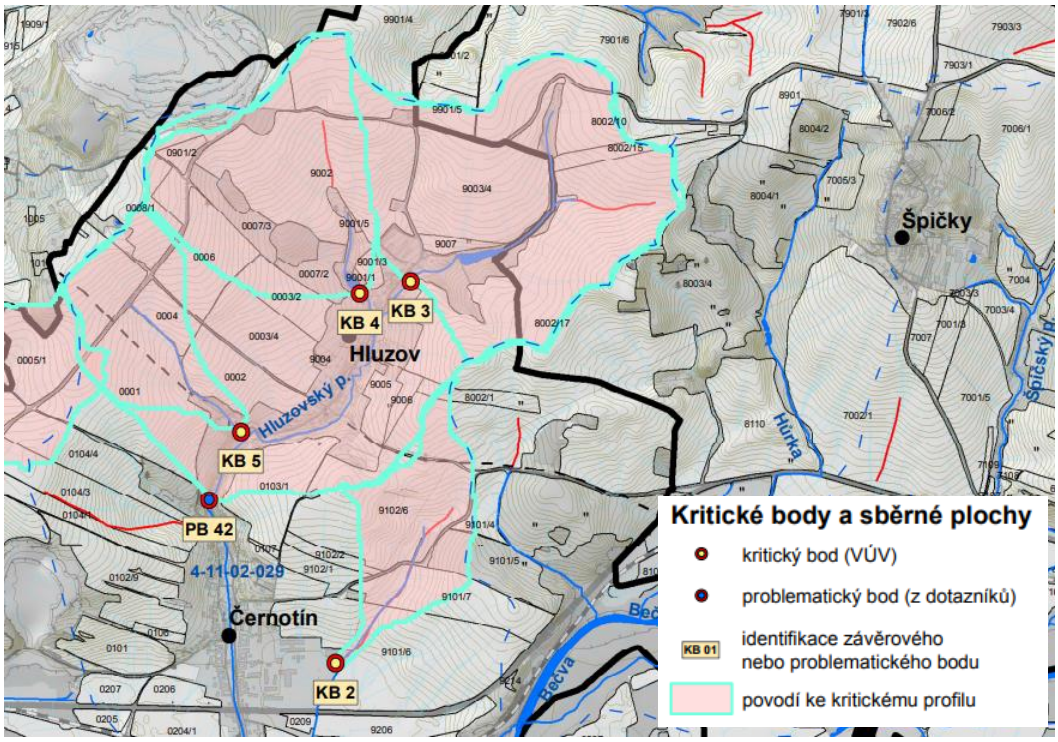
V minulosti byly kritické body v povodí Hluzovského potoka stanoveny ve studii „*Studie proveditelnosti k realizaci přírodě blízkých protipovodňových opatření v Mikroregionu Hranicko“ (dále uvádíme jen jako studie Hranicko* [1]. Zde se vycházelo z metodiky Drbala a kol. [21] a byly vymezeny tyto kritické body (viz obr. 45) :

- KB 2, vodní linie IDVT: 10193685 prochází po hranici areálu zemědělského družstva,
- KB 3, Hluzovský p. vstupuje do intravilánu místní části Hluzov,
- KB 4, vodní tok IDVT: 10202606 vstupuje do intravilánu místní části Hluzov,
- KB 5, vodní linie IDVT: 10194325 vstupuje do intravilánu místní části Hluzov,
- PB 42, Hluzovský p. vstupuje do intravilánu místní části Černotín (pomocný bod).

K výše uvedeným lokalitám ještě doplňme, že KB 2 neznamená riziko pro obytnou část obce a PB 42 je pomocným bodem, doplněným na základě dotazníkového šetření. PB 42 neleží na horní hranici intravilánu, ale uprostřed něj, takže prakticky dokumentuje zranitelnost obce vůči přívalovým povodním. KB 3, KB 4 a KB 5 definují hlavní přispívající plochy, podílející se na povodňovém riziku v obci Černotín.

Jedním z cílů předkládané studie je vymezení kritických bodů ve větší podrobnosti a jejich seřazení podle významnosti. Popsaný krok umožní vytvoření seznamu míst, či ploch, které je třeba řešit z pohledu protipovodňové ochrany prioritně, protože mají největší vliv na odtokové poměry v obci Černotín.

Copyright © AQUATIS a.s.

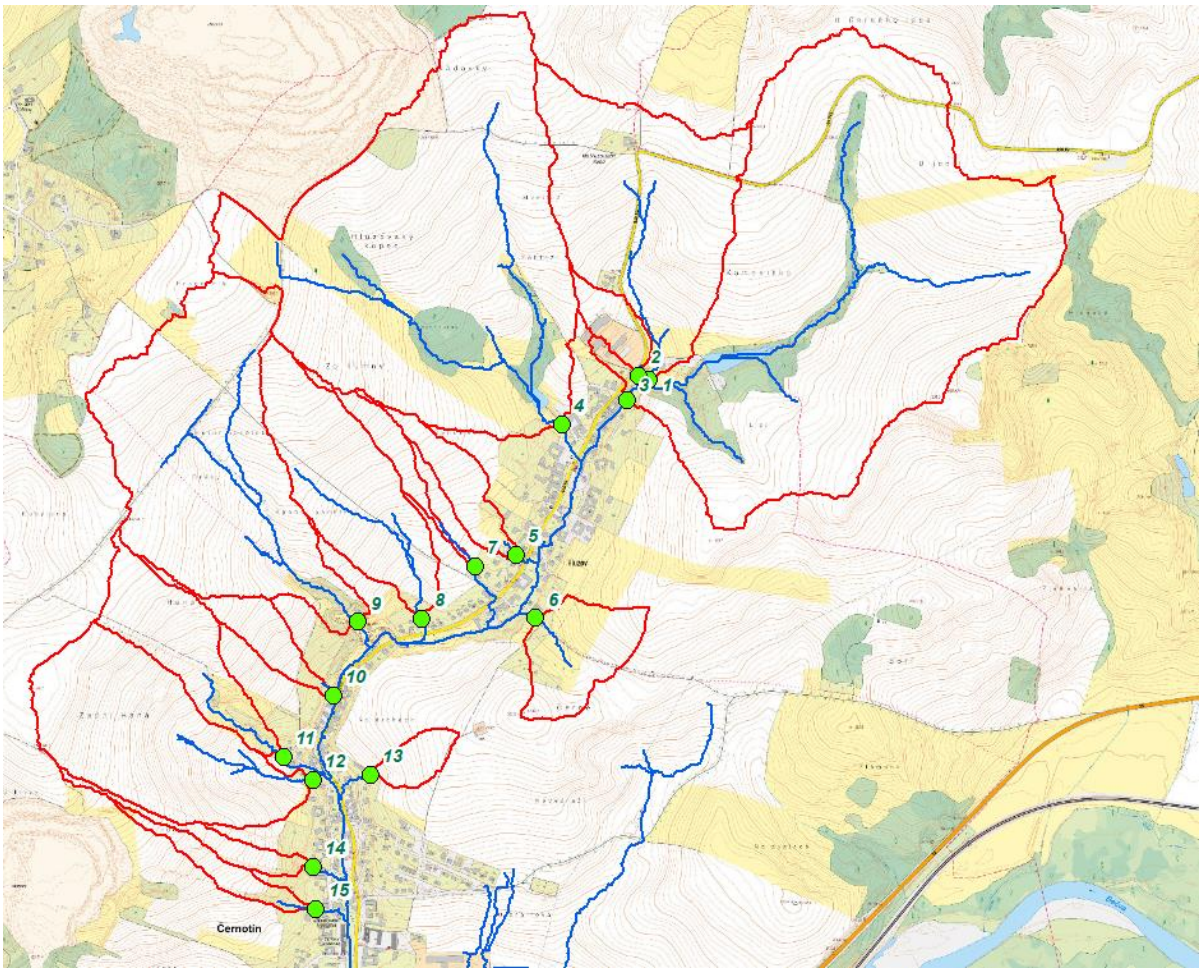


Obr. 45 - Vymezení kritických bodů v povodí Hluzovského potoka podle studie Hranicko [1]

Metodika vymezení kritických bodů podle Drbala a kol. [21] se při výběru lokalit KB soustředí na přispívající plochy o výměře alespoň 30 ha, jejichž průměrný sklon činí přinejmenším 3,5 % a podíl orné půdy dosahuje minimálně 40 %. Povodí Hluzovského potoka je charakterizováno průměrnými sklony svahů 8 a více % a převážným zastoupením orné půdy. Za účelem detailnějšího vymezení kritických bodů proto bylo třeba podstatně snížit kritérium minimální výměry přispívající plochy KB. Volba limitní hodnoty je vždy subjektivní záležitostí. Hledali jsme proto takovou podmínku, která zajistí výběr 10 až 20 kritických bodů s tím, že předpokládaná minimální výše stoletého průtoku v profilech KB bude dosahovat alespoň 200 l/s. Z těchto požadavků vyplynula minimální přispívající plocha KB o velikosti 2 ha.

V povodí Hluzovského potoka bylo, na základě výše popsaného postupu, nalezeno 15 kritických bodů a jejich přispívajících ploch (viz příl. 3.2). Trojice těchto KB prakticky splývá s dříve vymezenými kritickými body KB 3, KB 4 a KB 5 ve studii Hranicko [1]. Určité odchylky v poloze KB jsou dány rozdíly v přesnosti použitého polohopisu a výškopisu, především ale uvažovaným průběhem hranice intravilánu obce. Pro úplnost dodejme, že nad automatizovaným předvýběrem KB proběhla manuální kontrola, po které byla část původních KB z konečného výběru vyřazena. Takto byly např. vyřazeny lokality, kde přispívající plocha překračuje 2 ha až uvnitř intravilánu a vzhledem k zástavbě panují vážné pochybnosti, zda se odtok v daném místě opravdu soustředí. Jiným případem dodatečně vyřazených KB, jsou místa, kde dráha soustředěného odtoku opouští intravilán. Do množiny kritických bodů nebyly zařazeny potenciální lokality v povodí vodní linie IDVT: 10193685 (vodní linie u zemědělského družstva s dříve vymezeným KB 2). Rozhodli jsme se tak jednak na základě diskuze s představiteli obce Černotín, jednak na základě vlastního posouzení potenciálních KB poté, co bylo patrné, že dráhy soustředěného odtoku v hodnocených místech neohrožují objekty určené k bydlení. Přehled námi detailně stanovených kritických bodů dokládá obrázek 46. Charakteristiky přispívajících ploch těchto KB shrnuje tabulka 8.

Copyright © AQUATIS a.s.



Obr. 46 - Nové, detailní vymezení kritických bodů v povodí Hluzovského potoka

Pozn.: Na obrázku 46 *jsou zelenými body vyznačeny jednotlivé kritické body, modré linie ukazují dráhy soustředěného odtoku s přispívající plochou 2 ha nebo více a červené polygony jsou přispívající plochy detailně vymezených KB.*

Z obrázku 46 je patrné, že vymezené přispívající plochy KB zahrnují rozhodující část povodí Hluzovského potoka. Současně v přispívajících plochách KB zcela převažují povodí pravobřežních přítoků, respektive povodí pravobřežních svahů Hluzovského potoka, nad plochami dílčích povodí levobřežních svahů tohoto páteřního toku.

Copyright © AQUATIS a.s.

Tabulka 8 - Charakteristiky přispívajících ploch detailně vymezených kritických bodů v povodí Hluzovského potoka

ID_KB	plocha [ha]	prům. sklon [%]	podíl orné půdy [%]	prům. odtoková křivka CNII [-]
1	24,86	8,2	92,6	80,2
2	2,56	8,1	54,5	78,0
3	105,91	8,2	84,6	79,2
4	61,58	9,5	70,4	79,7
5	3,94	7,9	79,3	77,3
6	6,32	8,5	50,2	78,5
7	2,55	8,5	99,7	81,0
8	14,74	9,0	98,1	81,3
9	33,66	10,2	92,2	82,6
10	3,34	12,1	90,1	88,0
11	8,88	11,3	79,0	81,3
12	20,82	11,8	98,6	85,9
13	2,01	8,8	99,7	75,2
14	2,29	12,8	82,7	85,1
15	2,52	13,6	74,9	83,8

Podle metodiky Drbala a kol. [21] lze významnost kritických bodů rámcově hodnotit pomocí ukazatele kritických podmínek vzniku negativních projevů povodní z přívalových srážek *F*. Přitom platí:

$$F = P_{p,r} \cdot H_{m,r} \cdot (\alpha_1 \cdot I_p + \alpha_2 \cdot ORP + \alpha_3 \cdot CNII)$$

Kde:
- F ... ukazatel kritických podmínek [-],
- $P_{p,r}$ ... relativní hodnota velikosti přispívající plochy (vzhledem k max. 10 km^2) [-],
- $H_{m,r}$ ... relativní hodnota úhrnu jednodenních srážek s dobou opakování 100 let pro území ČR (vzhledem k max. 285,7 mm) [-],
- $\alpha_1 \alpha_1$, α_2, α_3 ... α_3 ... vektor vah [1,48876; 3,09204; 0,467171],
- $I_p \, I_p$ ... hodnota průměrného sklonu přispívající plochy [%],
- $ORP \; ORP$ ... podíl plochy orné půdy [%],
- $CNII$ ... průměrná hodnota odtokové křivky (CN) pro průměrné vláhové podmínky předcházející příčinné srážce [-].

Metodika Drbala a kol. [21] výběr kritických bodů omezuje doplňující podmínkou, podle které ukazatel kritických podmínek *F* dosahuje minimální hodnoty 1,85. Přehled výsledných hodnot ukazatelů kritických podmínek *F* přináší tabulka 9. Z této tabulky je zřejmé, že šest detailně stanovených kritických bodů v povodí Hluzovského potoka splňuje podmínku minimální hodnoty ukazatele kritických podmínek. Jsou to kritické body č. 3, 4, 12, 9, 1 a 8. Do tabulky 9 jsme doplnili náš odhad stoletého průtoku (Q_{100}) v profilu příslušného KB. Odhad Q_{100} je založen na jednoduché interpolaci a extrapolaci výsledků srážkoodtokového modelu. Z porovnání informací v tabulce 9 vychází, že významnost jednotlivých kritických bodů se mírně liší podle toho, které kritérium použijeme k jejich porovnání. Ukazatel kritických podmínek přikládá větší váhu výměře přispívající plochy KB, zatímco údaj Q_{100} silněji závisí na dalších charakteristikách, jako jsou např. sklonové poměry, půdní pokryv, nebo způsob využití území. K potlačení možných nejistot a nedostatků obou přístupů jsme konečné pořadí významnosti detailně vymezených kritických bodů volili na základě jejich průměrného pořadí (dle obou metod hodnocení).

Copyright © AQUATIS a.s.

Tabulka 9 - Významnost kritických bodů v povodí Hluzovského potoka

ID_KB	plocha [ha]	*F* [-]	Q_{100} [m^3/s]	pořadí významnosti
3	105,91	13,37	4,56	1
4	61,58	6,72	3,49	2
9	33,66	4,63	2,11	3
12	20,82	3,07	2,83	4
1	24,86	3,39	1,53	5
8	14,74	2,12	1,44	6
11	8,88	1,08	1,33	7
10	3,34	0,46	0,50	8 - 10
5	3,94	0,47	0,49	8 - 10
6	6,32	0,52	0,46	8 - 10
7	2,55	0,37	0,36	11
13	2,01	0,29	0,30	12 - 13
15	2,52	0,30	0,27	12 - 13
14	2,29	0,29	0,25	14
2	2,56	0,23	0,23	15

Níže stručně okomentujeme jednotlivé detailně vymezené kritické body v pořadí jejich významnosti.

Kritický bod č. 3

Nejvýznamnější kritický bod. Hluzovský potok zde vstupuje do intravilánu obce Černotín, místní části Hluzov u č. p. 33. Jde o identický bod jako historicky, ve studii Hranicko [1], vymezený KB 3. Významnost KB je v rozhodující míře dána velikostí přispívající plochy (přes 1 km^2) a velikostí stoletého průtoku (více než 4,5 m^3/s). Od tohoto místa dále se povodňové riziko v obci postupně navyšuje vlivem průběžného zaústění drobných přítoků, nebo drah soustředěného odtoku do Hluzovského potoka. Nad profilem KB se nachází VD Hluzov (V Lípí), která pozitivně, nicméně velmi omezeně působí na snížení kulminačních průtoků v Hluzovském potoku. Při stoleté povodni snížení maximálních průtoků v profilu těsně pod VD Hluzov dosahuje cca 8 % kulminační hodnoty a směrem níže po toku se uvedený efekt, s nárůstem plochy povodí Hluzovského potoka, postupně vytrácí. Transformační účinek VD Hluzov lze mírně posílit dlouhodobým výrazným snížením zásobní hladiny v nádrži, tedy podstatným omezením rybochovné funkce. Z provedených výpočtů ovšem vyplývá, že při extrémních povodních dosahuje snížení referenčního kulminačního průtoku, tzn. průtoku platného pro současný stav, pouze prvních jednotek procent, v závislosti na časovém průběhu a celkovém objemu povodňové vlny. Z tohoto důvodu se takové opatření nejeví jako adekvátní. Alternativou, nebo možnou kombinací s předchozím potenciálním opatřením je provést rozsáhlá opatření v ploše povodí, nesoucí jistá omezení hospodaření na zemědělské půdě (průlehy, zatravnění, ...). Razantním řešením je možnost vybudování suché nádrže na Hluzovském potoce v obcí vytipovaném prostoru nad zhlavím VD Hluzov. Přispívající plocha KB zahrnuje kritické body č. 1 a 2.

Kritický bod č. 4

Vodní tok IDVT: 10202606, který je pravostranným přítokem Hluzovského potoka, zde vstupuje do intravilánu obce Černotín, místní části Hluzov u č. p. 73. Jde o identický bod jako historicky, ve studii Hranicko [1], vymezený KB 4. Jedná se o druhý nejvýznamnější kritický bod. Nad profilem KB se nachází retenční nádrž (RN), místně nazývaná „nová přehrada“, která pozitivně, nicméně velmi omezeně působí na snížení kulminačních průtoků níže po toku. Při stoleté povodni snížení maximálních průtoků v profilu těsně pod hrází RN dosahuje cca 7 % kulminační hodnoty a směrem níže po toku, ale především pod soutokem s Hluzovským potokem, se postupně vytrácí. Transformační účinek RN lze mírně posílit snížením zásobní hladiny v nádrži. Podobně jako v případě VD Hluzov (viz komentář ke kritickému bodu č. 3) se však takové opatření nejeví jako adekvátní. Podrobnější hodnocení vlivu této nádrže je popsáno v kapitole 7.2. V prvé řadě proto doporučujeme

Copyright © AQUATIS a.s.

provést rozsáhlá opatření v ploše povodí. Prostor nad zhlavím existující RN obec Černotín vytipovala jako jednu z potenciálních lokalit vybudování suché nádrže.

Kritický bod č. 9
Vodní linie IDVT: 10194325 protéká pod budovou v lomu u č. p. 81. Jedná se o prakticky stejný bod jako historicky, ve studii Hranicko [1], vymezený KB 5. Výše nad skalním stupněm lomu je příhodný profil pro vybudování suché nádrže, též vytipováno obcí. Stejně jako v předchozích i následujících případech je vhodné zvážit možnost opatření v ploše povodí.

Kritický bod č. 12
Dráha soustředěného odtoku odvádí vody ze svahu v lokalitě Zadní Haná a do intravilánu vstupuje v blízkosti č. p. 67 v Černotíně. Díky vysoké sklonitosti a způsobu využití území se zde předpokládá vyšší stoletý průtok, než v profilu kritického bodu č. 9. Uvedené skutečnosti znamenají, že je zvláště zde vhodné provést opatření v ploše povodí. Mírně výše nad KB byla obcí vytipována potenciální lokalita pro vybudování suché nádrže (SN). Účinnost SN a poměr mezi náklady a přínosy se zde jeví nižší, než v případě potenciální SN nad kritickým bodem č. 9.

Kritický bod č. 1
Dráha soustředěného odtoku prochází v blízkosti č. p. 33 v Hluzově a poté ústí z pravé strany do Hluzovského potoka. V přispívající ploše KB nejsou vhodné morfologické a prostorové podmínky pro vybudování suché nádrže. Kulminační průtoky lze snížit opatřeními v ploše povodí. Přispívající plocha KB je součástí povodí kritického bodu č. 3.

Kritický bod č. 8
Dráha soustředěného odtoku vstupuje do intravilánu obce u č. p. 57 v Hluzově. V přispívající ploše KB nejsou vhodné morfologické podmínky pro vybudování suché nádrže. Kulminační průtoky lze snížit opatřeními v ploše povodí.

Kritický bod č. 11
Dráha soustředěného odtoku vstupuje do intravilánu obce u č. p. 136 a č. p. 121 v Černotíně. Přispívající plocha odvodňuje pravobřežní svah Hluzovského potoka v lokalitě Haná. Výše nad KB je možné umístit SN, ale její efekt na snížení kulminačních průtoků se, vzhledem k očekávaným nákladům, jeví jako neadekvátní. Kulminační průtoky lze snížit opatřeními v ploše povodí.

Kritické body č. 5 a č. 10
Přispívající plochy obou KB tvoří pravobřežní svahy Hluzovského potoka. KB 5 leží na dráze soustředěného odtoku v blízkosti č. p. 11 v Hluzově. KB 10 se nachází u č. p. 97 v Černotíně. Ani jedna lokalita není příhodná pro vybudování SN, kulminační průtoky je možné snížit opatřeními v ploše povodí.

Kritický bod č. 6
Dráha soustředěného odtoku vstupuje do intravilánu obce u č. p. 37 v Hluzově a ústí z levé strany do Hluzovského potoka. Je zde možné nalézt profil pro vybudování SN, ovšem s významem jen pro nejbližší nemovitosti. Vhledem k minimálnímu snížení kulminačních průtoků v Hluzovském potoce takovéto nákladné opatření nedoporučujeme. Potenciální dopad opatření v ploše povodí je zde snížen skutečností, že v současném stavu tvoří orná půda pouze 50 %, což je výrazně méně než u převážné většiny přispívajících ploch ostatních KB.

Kritický bod č. 7
Dráha soustředěného odtoku vstupuje do intravilánu obce u č. p. 77 v Hluzově. Přispívající plochu KB tvoří pravobřežní svah Hluzovského potoka. V dané lokalitě připadají v úvahu pouze opatření v ploše povodí (včetně liniových opatření).

Kritický bod č. 13
Dráha soustředěného odtoku vstupuje do intravilánu obce u č. p. 142 v Černotín. Přispívající plochu KB tvoří levobřežní svah Hluzovského potoka. V dané lokalitě připadají v úvahu rovněž pouze opatření v ploše povodí (včetně liniových opatření).

Copyright © AQUATIS a.s.

Kritický bod č. 15
Dráha soustředěného odtoku vstupuje do intravilánu obce u č. p. 27 v Černotín. Přispívající plochu KB tvoří pravobřežní svah Hluzovského potoka. V horní části přispívající plochy připadají v úvahu pouze opatření v ploše povodí. V dolní části dráhy soustředěného odtoku je možné uvažovat o přehrážkách, které by snížili negativní důsledky eroze.

Kritický bod č. 14
Dráha soustředěného odtoku vstupuje do intravilánu obce u č. p. 27 v Černotín. Platí zde stejné závěry jako pro sousedící kritický bod č. 15.

Kritický bod č. 2
Dráha soustředěného odtoku prochází v blízkosti č. p. 33 v Hluzově a poté ústí z pravé strany do Hluzovského potoka. Přispívající plocha KB je součástí povodí kritického bodu č. 3. V dané lokalitě připadají v úvahu pouze opatření v ploše povodí (včetně liniových opatření).

V Brně, únor 2026

Mgr. Antonín Malý

Copyright © AQUATIS a.s.