

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování



**HYDROLOGICKÁ STUDIE POVODÍ VODNÍHO TOKU
MŠENSKÝ POTOK A NÁVRH OPATŘENÍ PRO ZLEPŠENÍ
ODTOKOVÝCH POMĚRŮ V OBCI MŠENÉ-LÁZNĚ**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vypracoval: Milan Liseč

Vedoucí práce: Ing. Radek Roub, Ph.D.

2017 ČZU v Praze

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Milan Lisec

Voda v krajině

Název práce

Hydrologická studie povodí vodního toku Mšenský potok a návrh opatření pro zlepšení odtokových poměrů v obci Mšené-lázně

Název anglicky

Hydrological studies basin Mšené's stream and draft measures for better runoff conditions in Mšené – lázně

Cíle práce

Cíl diplomové práce je seznámit obyvatele obce Mšené-lázně s problémy, které zapříčiňují časté zaplavování obce nejen vodou, ale hlavně splaveninami z okolních polí, což způsobuje škody jak na veřejném, tak i soukromém majetku.

Poznatky by měly sloužit i pro samotnou obecní samosprávu jako podklady při plánování opatření k eliminaci negativních projevů přívalových srážek a pro projektovou dokumentaci.

V práci bude rovněž uvedeno, jaké jsou erozní ztráty půdy ve vybraných místech v okolí obce.

Metodika

Pro vypracování bylo nutné osobně rekognoskovat terén v celé obci Mšené-lázně a i v okolí. Dále bylo třeba zjistit hydrologické poměry jak Mšenského potoka, tak i celého jeho povodí. Byly použity nejmodernější technologie, které umožňují velmi přesné určení nejproblémovějších míst. V programu DesQ došlo k určení množství vody, která přitéká při různých intenzitách srážek do obce. Pomocí programu ArcGis byla zpracována většina mapových výstupů. K dispozici byl i digitální model terénu 5. generace, který umožňuje určit výšku s úplnou střední chybou 0,18 m v odkrytém terénu a 0,3 m v zalesněném terénu.

Dále byla provedena charakteristika zájmového území a jeho přírodních podmínek – např. klimatické poměry, a hydrogeologické, geologické, geomorfologické, vegetační, hydrologické a další.

Doporučený rozsah práce

cca 60 stran + grafické přílohy

Klíčová slova

Mšenský potok, přivalové srážky, eroze, odtokové poměry, DesQ

Doporučené zdroje informací

JANEČEK, M. *Ochrana zemědělské půdy před erozí : metodika*. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 2007. ISBN 978-80-254-0973-2.

KUŘÍK, K. – HRÁDEK, F. – ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. *Maximální odtok z povodí : teorie svahového odtoku a hydrologický model DesQ-MAX Q*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze ve vydavatelství Credit, 2001. ISBN 80-213-0782-.

Předběžný termín obhajoby

2016/17 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Radek Roub, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Elektronicky schváleno dne 10. 4. 2017

doc. Ing. Martin Hanel, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 10. 4. 2017

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 13. 04. 2017

Prohlášení

„Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, pod vedením Ing. Radka Rouba, Ph.D. Jsou uvedeny všechny literární prameny a publikace, ze kterých bylo čerpáno.“

V Praze dne

.....

podpis

Poděkování

Děkuji panu Ing. Radku Roubovi, Ph.D. za ochotu, vstřícný přístup a cenné rady, které mi při psaní této práce poskytl. Panu starostovi obce Mšené-lázně panu Ing. Josefu Bížovi a zaměstnancům obecního úřadu za poskytnutí mnoha podkladů. Dále děkuji rovněž rodině za trpělivost a dostatek času při psaní diplomové práce.

Abstrakt / Abstract

Diplomová práce je zaměřená na hydrologické posouzení povodí Mšenského potoka v obci Mšené-lázně a okolí a návrhu opatření, které by zlepšily odtokové poměry v této obci. Většinu obce a jejich místních částí svírá údolí, kterým protéká Mšenský potok. Kvůli tomu dochází poměrně často k zaplavování obce vodou z polí při přívalových deštích. Z toho důvodu je důležité vyřešení jednotlivých míst, kde dochází k největším problémům a posoudit jejich účinnost.

Klíčová slova: Mšenský potok, přívalové srážky, eroze, odtokové poměry, DesQ

This master's project is focused on hydrological assessment basin Mšené's stream in the village Mšené-lázně and around and draft measures what would improve drainage conditions in the village. A majority of seats in village is in the valley, where flows Mšené's stream. Because there are often flooded with water from the fields when torrential rains, so is important solve the various locations where the biggest problems and assess their effectiveness.

Keywords: Mšené's stream, torrential rainfall, erosion, runoff conditions, DesQ

Obsah

1. Úvod.....	10
2. Cíle práce	11
3. Metodika práce	11
4. Srážky.....	12
4.1. Dělení srážek	12
4.2. Intenzita srážek	13
4.3. Významné přívalové srážky v ČR	14
4.4. Významné srážky v obci Mšené – lázně.....	15
5. Povodně	17
5.1. Základní dělení povodní	17
5.2. Charakteristiky a charakter povodně	20
5.3. Stupně povodňové aktivity (SPA).....	21
5.4. Faktory ovlivňující povodně.....	22
6. Eroze.....	24
6.1. Druhy eroze	25
6.2. Výpočet ztrát erozí rovnicí USLE	26
6.2.1. Průměrná dlouhodobá ztráta půdy G.....	26
6.2.2. Faktor erozní účinnosti deště R.....	27
6.2.3. Faktor erodovatelnosti půdy K.....	28
6.2.4. Faktor délky svahu L	29
6.2.5. Faktor sklonu svahu S.....	30
6.2.6. Faktor účinnosti protierozních opatření P	31
6.2.7. Faktor ochranného vlivu vegetačního krytu C	31
6.3. Rovnice RUSLE.....	33
6.4. Rovnice MUSLE	34
6.5. Protierozní opatření	35
6.5.1. Organizační opatření	36
6.5.2. Agrotechnická opatření.....	37
6.5.3. Technická opatření	39
7. Povrchový odtok	41

7.1.	Objem přímého odtoku	43
7.1.1.	Metoda CN křivek	44
7.1.2.	Určování čísla CN křivek	45
7.2.	Kulminační průtok	49
7.3.	Doba koncentrace a doba doběhu	51
7.3.1.	Plošný povrchový odtok	52
7.3.2.	Soustředěný odtok o malé hloubce	53
7.3.3.	Proudění v otevřených korytech	54
8.	Charakteristika zájmového území	55
8.1.	Základní informace o obci	55
8.2.	Místní části obce Mšené - lázně	58
8.2.1.	Mšené – lázně a Vrbice	58
8.2.2.	Ředhošť	62
8.2.3.	Ječovice	63
8.2.4.	Podbradec	65
8.2.5.	Brníkov	66
8.3.	Klimatické poměry	68
8.3.1.	Průměrná roční teplota a srážky	68
8.3.2.	Porovnání s vlastním meteorologickým pozorováním	70
8.4.	Geologické poměry	74
8.5.	Pedologické poměry	75
8.6.	Mšenský potok	77
8.6.1.	Popis povodí	77
8.6.2.	Základní údaje o povodí	80
9.	Návrh opatření	81
9.1.	Lokalita Skalička	83
9.1.1.	Popis lokality	83
9.1.2.	Ohroženost erozí	85
9.1.3.	Odtokové poměry lokality	86
9.1.4.	Návrh opatření	87
9.2.	Lokalita Šafranice	93
9.2.1.	Popis lokality	93

9.2.2.	Ohroženost erozí	95
9.2.3.	Odtokové poměry lokality	97
9.2.4.	Návrh opatření.....	98
9.3.	Lokalita Cihelna	103
9.3.1.	Popis lokality	103
9.3.2.	Ohroženost erozí	105
9.3.3.	Odtokové poměry lokality	106
9.3.4.	Návrh opatření.....	107
9.4.	Lokalita Mšenský potok Podol.....	112
9.4.1.	Popis lokality	112
9.4.2.	Ohroženost erozí	114
9.4.3.	Odtokové poměry lokality	117
9.4.4.	Návrh opatření.....	118
10.	Diskuze a závěr	126
11.	Seznam použitých zdrojů.....	127
12.	Seznam použitých obrázků.....	130
13.	Seznam tabulek	132
Přílohy.....		134
Příloha č. 1 - lokalita Skalička		
a)	výpočty průtoků	
b)	fotografie lokality	
Příloha č. 2 - lokalita Šafranice		
a)	výpočty průtoků	
b)	fotografie lokality	
Příloha č. 3 - lokalita Cihelna		
a)	výpočty průtoků přes areál bývalé cihelny	
b)	fotografie lokality	
Příloha č. 4 - lokalita Podol		
a)	výpočty průtoků	
b)	fotografie lokality	
Příloha č. 5 – snímky porovnávající stav s povodňovou situací		

1. Úvod

Přívalové srážky s sebou přinášejí mnoho negativních projevů. Patří k jednomu z nejnebezpečnějších projevů počasí. Jejich zrádnost tkívá hlavně v rychlosti, se kterou přichází a právě kvůli tomu se lze jen velmi obtížně na tuto situaci připravit. Zároveň s tím souvisí i další specifikum a tím je obtížnost předpovědi. Ani v dnešním světě, kdy jsou k dispozici již velmi výkonné meteorologické modely, tak žádný z nich nedokáže dosud předpovědět, kde hrozí riziko těchto extrémů. Pouze je možno předpovědět pravděpodobnost na širším území, ale konkrétnější upřesnění je nemožné, neboť při bouřích způsobujících přívalové deště se situace každou minutou mění. Navíc se jedná o záležitost velmi lokální, kdy je možné pozorovat rozdílnou situaci i v rámci menší obce.

Přívalové srážky přicházejí každoročně. Mezi odbornou i laickou veřejností však nepanuje shoda na tom, zda i v minulosti byly tyto situace běžné. Zatímco někteří tvrdí, že v minulosti tomu tak často nedocházelo, tak jiní jsou názoru, že tyto projevy počasí byly i dříve. To, že nám připadá, že jsou přívalové deště o hodně častější než v minulosti, je částečně zapříčiněno i moderním technologiím, neboť nyní kdekoli dojde k nějakému extrému, tak je situace okamžitě zdokumentována. V dřívějších dobách se kromě dotčených oblastí informace příliš nerozšířily a lidé jinde tudíž ani nevěděli, že k tomu došlo. Zaznamenávalo se obvykle pouze do místních kronik a z nich se stal jediný zdroj informací.

Některé oblasti jsou samozřejmě k přívalovým deštům náchylnější. Je to buďto kvůli oblasti, kde jsou vhodnější podmínky pro častější tvorbu bouřek a nebo pouze kvůli reliéfu, který umožňuje to, že i menší přívalová srážka způsobí problémy v daném místě. Samozřejmě s polohou, která napomáhá častější tvorbě extrémů nelze nic udělat, ovšem pokud je to způsobenou nedostatečnou úpravou krajiny, tak v tomto případě lze aspoň napomoci zlepšení odtokových poměrů. Oblast Mšených – lázní a jeho okolí naštěstí patří spíše do druhé skupiny, neboť neleží v podhorské oblasti, která napomáhá tvorbě extrémnějších projevů počasí. Naopak spadá spíše do srážkového stínu, byť ten s tvorbou přívalových lokálních srážek až tolik nesouvisí. Proto lze v daném místě zvolit opatření, která obci mohou pomoci.

2. Cíle práce

Cíl diplomové práce je seznámit obyvatele obce Mšené-lázně s problémy, které zapříčiňují časté zaplavování obce nejen vodou, ale hlavně splaveninami z okolních polí, což způsobuje škody jak na veřejném, tak i soukromém majetku.

Poznatky by měly sloužit i pro samotnou obecní samosprávu jako podklady při plánování opatření k eliminaci negativních projevů přívalových srážek a pro projektovou dokumentaci.

V práci bude rovněž uvedeno, jaké jsou erozní ztráty půdy ve vybraných místech v okolí obce.

3. Metodika práce

Pro vypracování bylo nutné osobně rekognoskovat terén v celé obci Mšené-lázně a i v okolí. Dále bylo třeba zjistit hydrologické poměry jak Mšenského potoka, tak i celého jeho povodí. Byly použity nejmodernější technologie, které umožňují velmi přesné určení nejproblémovějších míst. V programu DesQ došlo k určení množství vody, která přitéká při různých intenzitách srážek do obce. Pomocí programu ArcGis byla zpracována většina mapových výstupů. K dispozici byl i digitální model terénu 5. generace, který umožňuje určit výšku s úplnou střední chybou 0,18 m v odkrytém terénu a 0,3 m v zalesněném terénu.

Dále byla provedena charakteristika zájmového území a jeho přírodních podmínek - např. klimatické poměry, a hydrogeologické, geologické, geomorfologické, vegetační, hydrologické a další.

4. Srážky

Atmosferické srážky jsou vodní kapky (částice vody) nebo ledové částice, které vznikly z vodní páry. Tyto částice následně vlivem zemské přitažlivosti padají dolů z oblaků k zemi.

4.1. Dělení srážek

Srážky lze rozdělit podle několika kritérií.

a) podle skupenství

- kapalné: déšť, rosa (tvořeno vodními kapkami)
- tuhé: sněhové vločky, kroupy, jíní (tvořeno ledovými krystalky)
- smíšené: déšť se sněhem (zejména při teplotách v těsném okolí nuly)

b) podle původu

- vertikální: veškeré padající srážky (déšť, sníh)
- horizontální: usazené (rosa, jinovatka, ledovka, námraza)

c) podle délky trvání

- trvalé srážky: déšť, sněžení (trvá souvisle několik hodin, výjimečně i dní)
- přeháňky: déšť, kroupy, sněžení (krátkodobá záležitost max. 1 hodina)

d) podle příčin vzniku

- nefrontální: uvnitř vzduchových hmot (ojedinělé srážky, např. bouřky z tepla)
- frontální: déšť, bouřky, sněžení na studené, teplé nebo okluzní frontě
- orografické: zesílené vlivem terénu (nejčastěji na horách)- způsobují povodně

4.2. Intenzita srážek

U dešťových i sněhových srážek je důležité rozdělení i z hlediska intenzity, tedy množství srážek v mm (l/m²) za časovou jednotku (nejčastěji za hodinu).

Tab. 4.1: Druhy srážek podle intenzity

Druh srážky	Intenzita srážek (mm/h)
déšť slabý	do 1
déšť mírný	1,1 – 5
déšť silný	5,1 – 10
déšť velmi silný	10,1 – 15
liják	15,1 – 23
příval	23,1 – 55
průtrž mračen	nad 55,1

Nejnebezpečnější srážky jsou samozřejmě ty přívalové a průtrže mračen. Z laického hlediska dochází k nerozlišování přívalových srážek a průtrží mračen, ovšem z tabulky je patrné, že přívalový déšť je méně intenzivní. K přívalovým srážkám dochází zejména v letních měsících, ale jsou poměrně časté již od dubna až do října.

Vznikat mohou jako frontální, ale i jako předfrontální (ty jsou méně intenzivní). Z hlediska denní doby jsou nejvíce intenzivní v odpoledních a podvečerních hodinách. V květnu a červnu se velmi často stává, že dochází k proniknutí velmi teplého a vlhkého vzduchu současně s tlakovou níží. Takové počasí s tzv. „denním chodem“ se projevuje i několik dní za sebou a vzniká nejprve kupovitá oblačnost. Typickým rysem kupovité oblačnosti je její denní chod. Oblačnost přibývá v dopoledních hodinách a kolem poledne dosahuje maxima. Při vysoké poměrné vlhkosti vzduchu se maximum oblačnosti přesouvá do doby krátce před polednem, při nižší vlhkosti do odpoledních hodin. Postupně pak vznikají bouřková oblaka cumulonimbus, která přináší přívalové srážky. Ve večerních hodinách dochází k rozpuštění oblačnosti a další den se tato situace opakuje. Pokud tento jev přetrvává déle, pak může tu samou oblast zasahovat dokonce i více přívalových dešťů za jeden den. Úhrny srážek jsou pak velmi výrazné a půda v oblasti je srážkami již přesycená, což také podporuje vznik přívalových povodní.

4.3. Významné přívalové srážky v ČR

V České republice dochází často k přívalovým deštům, zpravidla bývají hodinové srážky do 60 mm, ovšem někdy se vyskytnou i úhrny okolo 80 mm. Vyšší hodinové úhrny jsou spíše výjimečné. Vyskytly se ovšem i úhrny nad 100 mm, které mohou způsobit přívalové povodně. Některé z nich jsou vypsány níže.

- 25. května 1872 - povodí Bělánska, Střely, dolní Berounky

V Mladoticích na Plzeňsku spadlo za pouhou hodinu a půl 237 mm, a to podle ČHMÚ představuje dosud nepřekonaný rekord co do srážek přívalového charakteru. Tento den se na výrazném frontálním rozhraní oddělujícím velmi teplý vzduch na jihovýchodě od chladnějšího na severozápadě vytvořily extrémně silné bouřky. Tyto srážky následně vyvolaly přívalové povodně a zůstávají největšími povodněmi zaznamenanými na Berounce. Zápavy poškodily Hořovicko, Rakovnicko, Berounsko a také Prahu. Zcela zničeno bylo 200 domů a 520 bylo vážně poškozeno. Povodně si vyžádaly 337 obětí (25krát víc než přívalové povodně z června 2009 a 6krát víc než povodně z roku 1997). (Infomet ČHMÚ)

- 23. května 1897 Čistá (okr. Semily)

V obci spadlo 200 mm srážek za dvě hodiny. Po dlouhotrvajících čtrnáctidenních deštích se snesla nad Krkonoše ve dnech 28. až 30. července průtrž mračen. Z nejvyšších partií hor unášely bystřiny obrovské balvany, suť, písek, rozbahněnou půdu a kmeny stromů, které se kupily na dně údolí, dostávaly se dále do hlavních toků a zvyšovaly jejich bořivou sílu. Všechny krkonošské vodní toky na české i slezské straně hor se zvedly ze svých koryt a započaly dílo zkázy. Průtrž mračen postihla celou oblast Krkonoš silou, která se zvyšovala ve směru od západu k východu. Jedním z nejvíce postižených míst byl Obří důl, kde spadlo během osudných dvou dnů 342 mm srážek, tj. celá pětina ročního srážkového průměru. Husté proudy deště, které se na Krkonoše řítily z oblohy, dosáhly svého vrcholu 29. července po 8. hodině večer. Nad nejvyššími českými horami se snesla hrůzná bouřlivá temná noc. Ničivá síla velké vody poškodila všechny krkonošské obce, na české straně hor připravila o život 120 lidí. (Pilous, Bartoš 2014)

- 16. květen 1889, Kbel u Přeštic

V místě se vyskytly konvektivní bouře a přívalové srážky o mimořádné intenzitě. Na nedaleké srážkoměrné stanici Kbel byl tehdy za 2,5 hodiny naměřen úhrn srážek 180 mm. Následná povodeň si na Přešticku vyžádala více než 50 obětí na životech (Natur.cuni.cz)

- přívalové srážky v současnosti

V poslední době byly největší přívalové srážky naměřeny v roce 2016, kdy se na konci května udržovala nad ČR tlaková níže a velmi teplý i vlhký vzduch. Ten přinášel mnoho přívalových srážek po celé republice. Největšího extrému došlo ve Městě Albrechtice v Jeseníkách. Dne 31.5.2016 zde spadlo za hodinu 127 mm srážek, z toho za 20 minut 80 mm. Tento úhrn zde překonal stoletou srážku a jedná se tak o největší přívalovou srážku za desítky let. (web Města Albrechtice)

4.4. Významné srážky v obci Mšené – lázně

V obci Mšené – lázně v minulosti došlo k několika výraznějším srážkám, které měly za následek to, že okolí Mšenského potoka bylo zaplaveno. Samotná voda ale nebývá takovým problémem, jako zemina, která je s tím splavena s okolních polí. Nejpostiženějšími částmi jsou Šafranice a Podol.

Na kapličce v centru obce toto dokazuje ryska, která znázorňuje úroveň hladiny dne 20. 5. 1949. Tehdy úroveň hladiny dosahovala do výše téměř 1 m. V té době ještě nebylo koryto Mšenského potoka v těchto místech dostatečně široké. Z toho důvodu došlo k výstavbě nového zděného koryta, které je navrženo na více jak průtok Q_{100} .



Obr.4.1 – Ryska na kapliče znázorňující dosaženou úroveň vody 20.5.1949

Další významnou událostí, která negativně zasáhla život obce, byla bouřka s přivalovými srážkami, která přišla v podvečer dne 19. 5. 2011. Tehdy bylo několik ulic zaplavených splaveninami z pole nad obce, kde byla nevhodně zasetá kukuřice. Zejména ulice Šafrance a ulice Hlavní byly zcela zaneseny splavenou zeminou a na Vrbici zase voda výrazně poškodila komunikaci v ulici Podolská. Odstraňování následků trvalo několik dní a došlo i ke značným škodám na soukromém majetku. Několik fotografií z této události je umístěno v příloze.

Zajímavostí těchto dvou událostí je, že nastaly ve stejné roční době, tedy dne 20. 5. 1947 a 19. 5. 2011. To je možná způsobeno právě tím, že v tomto období ještě nejsou plodiny na polích dostatečně vzrostlé, aby dokázali zadržet větší množství vody a nebo byla i tehdy zasetá nesprávná plodina nad zástavbou.

Samozřejmě několikrát do roka dojde k výraznějším srážkovým událostem, ovšem tyto zasáhly chod obce nejvíce.

Na počátku roku 2011 ještě došlo k rozlivu potoka z důvodu rychlého tání velkého množství sněhu, které napadlo v prosinci 2010. Mšenský potok se však rozlil u Podola před obcí do polí a škody tak nevznikly.

5. Povodně

Povodeň je obecně označení pro situaci, kdy dojde vlivem různých okolností k překročení průtočné kapacity koryta. K překročení kapacity koryta může dojít v důsledku srážkové činnosti nebo zmenšením průtočnosti koryta, např. vytvořením ledové nebo naplaveninové bariéry. V případech, kdy dojde k překročení úrovně břehové hrany a voda začne zaplavovat okolní území, je možné tento stav označit za potencionálně hrozící nebezpečí (Just 2005).

Definice povodní je několik (podle meteorologického slovníku, podle ČSN či podle vodního zákona č.254/2001 sb.).

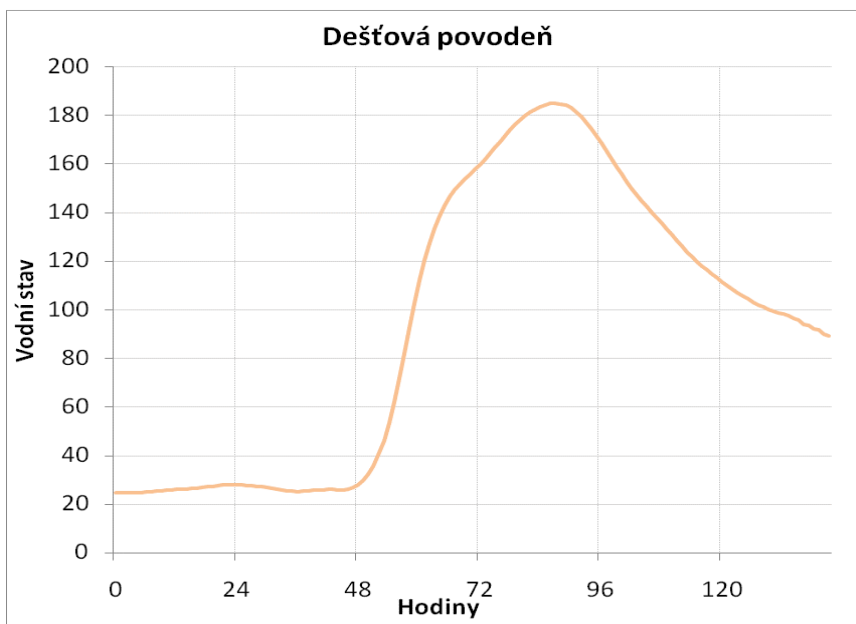
Povodně jsou jevem, se kterým se setkáváme stále častěji. Velmi časté a extrémní byly povodně v 19. století. Postupně během 20. století, které bylo z klimatického hlediska velmi klidné, nebylo třeba se kromě běžných jarních povodní nijak bránit. Lidé stavěli domy v blízkosti vodních toků, protože to bylo naopak z hlediska obživy výhodné. K velké povodni, která by zasáhla celé regiony, nedocházelo. Ovšem zcela jiná byla a je situace u menších povodní, které vyvolávají právě přívalové srážky. Ty se vyskytují každoročně a tím, že jsou lokálního charakteru, tak jim není věnována taková pozornost. Ovšem když by se vzal v potaz všechen zničený majetek, který mají na svědomí přívalové srážky a menší povodně, tak by objem škod za roky, kdy nedošlo k velké povodni, byl mnohem větší.

5.1. Základní dělení povodní

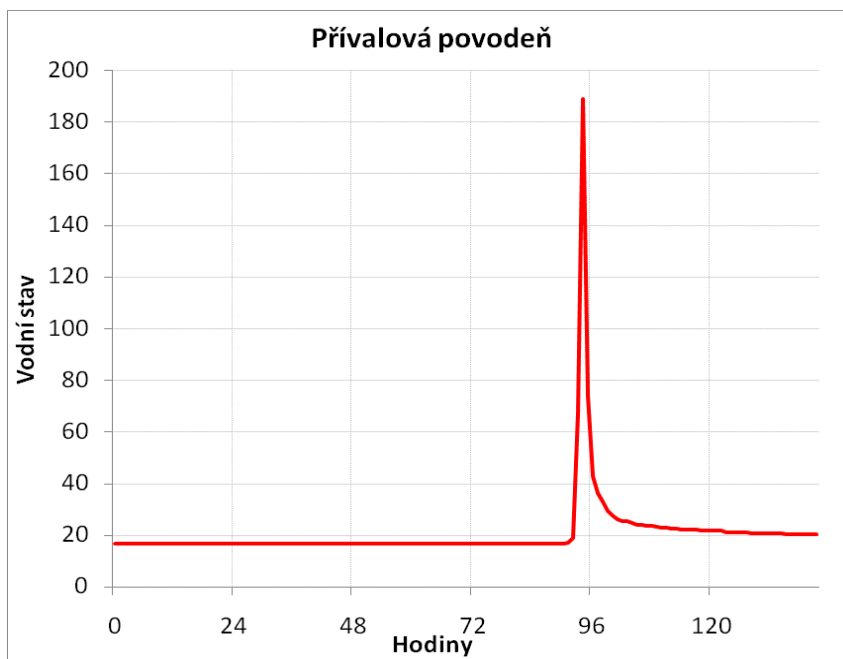
Povodně dále charakterizovat např. na povodně přirozené a povodně zvláštní. Do přirozených povodní lze pak zařadit zmíněné níže. Povodně zvláštní je povodeň způsobená umělými vlivy (může nastat při stavbě nebo provozu vodních děl, zejména při narušení tělesa vzdouvacího vodního díla, poruše hradicích konstrukcí výpustných zařízení vodního díla nebo nouzovém řešení kritických situací z hlediska bezpečnosti vodního díla. (Brázdil a kolektiv, 2005)

- **Povodně dešťové**

Dešťové povodně jsou vyvolány kapalnými srážkami. Podle způsobu vzniku, doby trvání a intenzity deště je lze dále dělit na povodně z trvalých srážek a povodně z přívalových srážek. Dešťové povodně z trvalých srážek jsou jedno až vícedenní trvalé srážky. Dešťové povodně z přívalových srážek souvisejí se srážkami s krátkou dobou trvání, avšak s velkou intenzitou, zpravidla doprovázenými bouřkami.



Obr. 5.1 - Hydrogram typického průběhu vodního stavu při dešťové povodni (ČHMÚ, 2014)

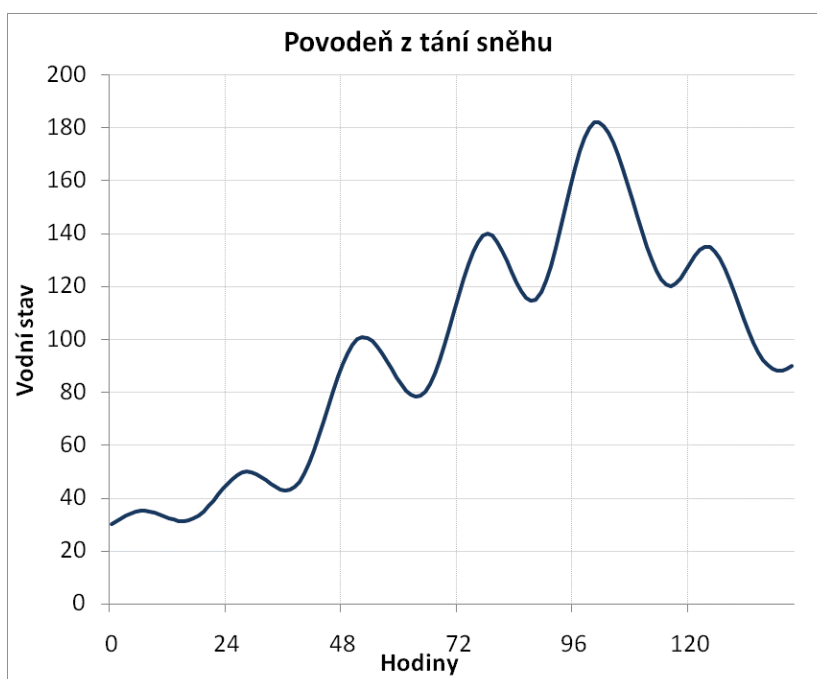


Obr. 5.2 - Hydrogram typického průběhu vodního stavu při přívalové povodni (ČHMÚ, 2014)

- **Sněhové povodně a povodně smíšené**

Sněhové vznikají náhlým táním sněhové pokrývky při kladných teplotách v zimních a v jarních obdobích, které mohou být doprovázeny i ledovými jevy. Patří mezi nejběžnější druhy povodní u nás, zejména na menších tocích odvádějící vodu z horských oblastí.

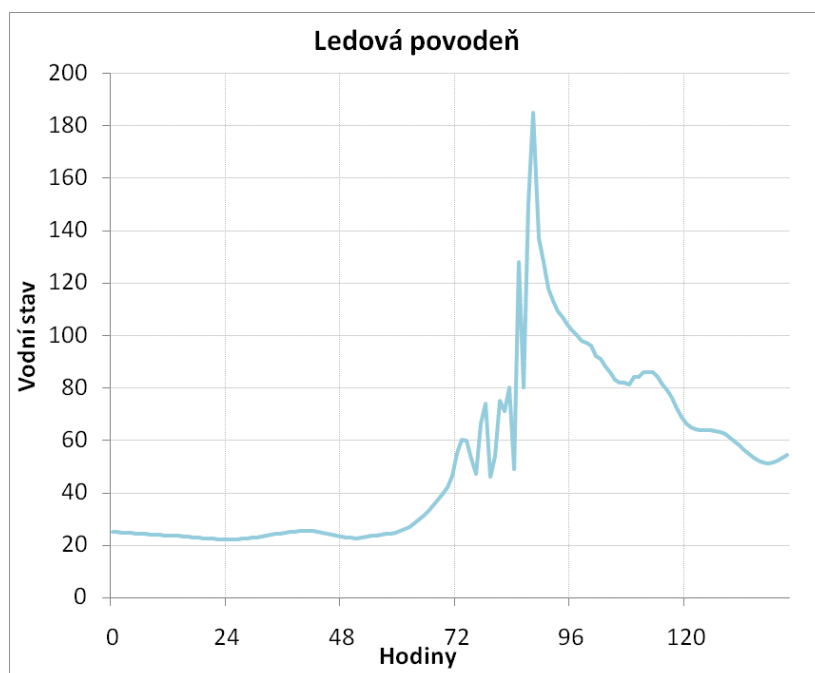
Smíšené povodně jsou způsobeny kombinací tání sněhu a dešťových srážek, které mohou být doprovázeny taktéž sněhovými jevy a jsou vázány na povětrnostní situace přinášející v zimě a na začátku jara oteplení, doprovázené často i silnějším větrem. Mezi ty největší můžeme zařadit povodně v roce 2006, které se dotkly většiny regionů ČR.



Obr. 5.3 - Hydrogram ukazující průběh vodního stavu povodně z tání sněhu (ČHMÚ, 2014)

- **Povodně ledové**

Ledové povodně vznikají zpravidla po období déle trvající mrazů se zámrazem řek, kdy následné náhlé oteplení může způsobit odchod ledu, přičemž když dojde ke tvorbě ledových zácp a nápichů, může dočasné zmenšení průtočnosti koryta způsobit výrazné vzduť vodní hladiny. V České republice se však mohou vyskytnout i specifické povodně bez přímé vazby na meteorologickou situaci. (Brázdil a kolektiv, 2005)



Obr. 5.4 - Hydrogram typického průběhu vodního stavu při ledové povodni (ČHMÚ, 2014)

5.2. Charakteristiky a charakter povodně

Velikost a doba trvání povodně závisí na:

- *tvaru povodí*- menší povodně bývají na řekách s protáhlým povodím
- *velikosti povodí* - větší povodí má větší specifický odtok a tím menší povodně
- *intenzitě a době trvání deště* - pro vznik povodní mají význam přívalové deště
- *rozsahu a druhu porostu v povodí* - hustá vegetace zadrží více vody intercesí
- *přítomnosti přirozených či umělých nádrží* - vyrovnávají průtok zadržením vody.
- *propustnosti půdy* - propustnější půda lépe infiltruje vodu ze srážek a zmenšuje povrchový odtok
- *velikosti zátopového území* - umožňuje rozlítí povodňové vlny do plochy a zmenšuje tak vodní stav

Jednoduché povodně mají jen jedno maximum a trvají obvykle krátce (několik hodin), složité povodně jsou delší (trvají několik dní až týdnů) a mohou mít několik maxim (Chábera, Kössl, 1999).

5.3. Stupně povodňové aktivity (SPA)

V současné době dělíme velikost povodní na 4 stupně (3 základní a 4. je extrémní).

První stupeň povodňové aktivity (bdělost)

Voda se drží v korytě toku, dochází pouze ke zvýšení průtoku. Může se jednat jen o přechodnou záležitost, např. odvedení vody po bouřce. Podle vodního zákona č. 254/2001 Sb., nastává první stupeň povodňové aktivity při nebezpečí přirozené povodně a zaniká, jestliže pominou příčiny takového nebezpečí. Tento stav také nastává vydáním výstražné informace předpovědní povodňové služby. Je nutné věnovat zvýšenou pozornost vodnímu toku nebo jinému zdroji povodňového nebezpečí, hlásná a hlídková služba zahajuje svou činnost (Zákon č. 254/2001 Sb., Vodní zákon).

Druhý stupeň povodňové aktivity (pohotovost)

Voda se začíná vylévat z koryta na přilehlé pozemky a nebezpečí přirozené povodně přerůstá v povodeň. Nevznikají ale žádné větší škody ani ohrožení na životech obyvatel. Druhý stupeň vyhláší a odvolávají povodňové orgány na svém územním obvodu. Provádějí se opatření ke zmírnění povodně dle povodňového plánu (Zákon č. 254/2001 Sb., Vodní zákon).

Třetí stupeň povodňové aktivity (ohrožení)

Stupeň ohrožení se vyhláší při bezprostředním nebezpečí nebo vzniku škod většího rozsahu, ohrožení životů a majetku v záplavovém území. Provádí se povodňové zabezpečovací práce a podle potřeby záchranné nebo evakuační práce. Třetí stupeň vyhláší a odvolávají na svém územním obvodu povodňové orgány (Zákon č. 254/2001 Sb., Vodní zákon).

3.! stupeň povodňové aktivity (extrémní povodeň)

Vyhláší se jen tehdy, když průtok překročil 50 letou hodnotu. Dochází k velkým škodám i zaplavování velkého území. Vyhlášen byl pouze při povodních 2013 a tato hodnota byla překročena i v roce 2002.

5.4. Faktory ovlivňující povodně

Vznik a průběh povodně je ovlivňován především meteorologickými faktory, a to předběžnými a příčinnými. **Předběžné faktory** působí několik dnů až měsíců před vznikem povodně. Jsou jimi nenasycenost povodí, výška sněhové pokrývky a její vodní hodnota, promrznutí půdy atd. Z hydrologického hlediska je důležitá míra naplnění koryt vodních toků před začátkem povodně. **Příčinné faktory** působí v řádu několika hodin max. dnů před vznikem povodně.

Kromě uvedených faktorů jsou povodně podmíněny také fyzicko - geografickými a antropogenními faktory v povodí. V souvislosti se vznikem a průběhem povodní jsou rozhodující vlivy - intercepce, infiltrace, objem říční sítě a detence.

- *intercepce* – zadržující účinek vegetace na padající srážky. Ovlivňuje ho druh, hustota a stav porostu. Zpomaluje pohyb vody na povrchu a tím prodlužuje dobu možného vsaku.
- *infiltrace* – vsak vody do půdních vrstev s navýšením podzemních vod, který závisí na typu půdy, její mocnosti, pórovitosti, obsahu humusu, jejím nasycení vodou atd.
- *objem říční sítě* – plnění koryt toků včetně množství vody vtlačené do přilehlých podpovrchových částí břehové zóny v důsledku hydrostatického tlaku a objemu inundací, tj. rozliv do inundačních území podél toků. (Brázdil a kolektiv 2005)
- *detence* – schopnost zpomalovat odtok ze spadlých srážek naplňováním depresí terénu, což může vést k dočasné akumulaci většího množství vody v rovinném než ve sklonitém terénu

Změna v území má na povodeň vliv jak z pohledu rozsahu, tak z pohledu průběhu. Zvláštní pozornost je nutné věnovat území údolních niv, což jsou oblasti podél toku, které jsou nebo v nedávné minulosti byly zasahovány záplavami. Z nedávné minulosti (2. pol. 20. století) můžeme vyzorovat mnoho negativních zásahů do krajiny, které jsou dnes považovány za faktory umocňující problém povodní na našem území. Jedná se o regulace koryt vodních toků, zejména jejich narovnání, zemědělskou činnost a osídlování údolních niv. Ovšem problém povodní pouhé úpravy vodního toku nevyřeší. Území se musí řešit jako jeden celek. Zemědělská činnost v ploše povodí významně ovlivňuje odtokové poměry.

Za minulého režimu došlo ke scelení zemědělských pozemků, k jejich melioracím a odstranění dalších krajinných prvků (mezí, remízků apod.), které měly schopnost ve velkém zadržovat vodu v krajině. Z tohoto důvodu je dnešní retenční schopnost značně menší. V souvislosti s povodněmi (zejména těmi přívalovými) se opakovaně zmiňuje vodní eroze, které ohrožuje zejména zemědělské pozemky s vyšším sklonem, které jsou nevhodně obhospodařovány. Právě při přívalových srážkách voda s sebou odnáší velké množství půdy a splavenin, což má za následek zanesení vodních toků. To se musí nechat značnými náklady odstranit.

Povodně tedy nelze eliminovat, lze však změnou využívání území do jisté míry snížit frekvence jejich vzniku a dramatičnost povodňových průběhů. Vhodným využíváním údolních niv je možné významně snížit potenciál pro vznik povodňových škod. (Čamarová, Jílková a kolektiv 2006)

6. Eroze

Slovo "**eroze**" je latinského původu a je odvozené od slova "erodere" - rozhlodávat. V nejširším smyslu slova pojmem "eroze" rozumíme rozrušování litosféry², resp. pedosféry³ pohybující se hmotou erogenního původu. V současné době se **eroze** definuje jako **komplexní proces, zahrnující rozrušování půdního povrchu, transport a sedimentaci** uvolněných půdních částic **působením** vody, větru, ledu a jiných tzv. **erozních činitelů**. (Janeček a kol. 2008)

Eroze půdy ochuzuje zemědělské půdy o nejúrodnější část - ornici, zhoršuje fyzikálně-chemické vlastnosti půd, zmenšuje mocnost půdního profilu, zvyšuje šterkovitost, snižuje obsah živin a humusu, poškozují plodiny a kultury, znesnadňuje pohyb strojů po pozemcích a způsobuje ztráty osiv a sadby, hnojiv a přípravků na ochranu rostlin. Transportované půdní částice a na nich vázané látky znečišťují vodní zdroje, zanášejí akumulární prostory nádrží, snižují průtočnou kapacitu toků, vyvolávají zakalení povrchových vod, zhoršují prostředí pro vodní organismy, zvyšují náklady na úpravu vody a těžbu usazenin (základy Erodologie, Janeček).

Tento proces samozřejmě nelze zastavit, lze ho však vhodnými metodami ovlivnit. Rozlišujeme proto dva druhy eroze, a to **erozi normální** (přírozenou) a **erozi zrychlenou**.

Normální eroze – zvaná též geologická – přírozený jev, při kterém se degradovaná půda stačí opět obnovovat v rámci půdotvorného procesu

Zrychlená eroze – degradace půdy je rychlejší, nežli obnova přírozeným půdotvorným procesem.

V našich klimatických podmínkách trvá obnova 1 cm půdy průměrně 100 let. Je to tedy velmi pomalý proces a je naším úkolem provádět taková opatření, která se budou svými účinky blížit erozi normální. V České republice jsou největší půdní bloky v Evropě, značně přispívá ke zrychlenému procesu eroze. Navíc byly při scelování pozemků ve velkém rušeny krajinné prvky (rozorání mezí, zatrávněných údolnic, polních cest, likvidace rozptýlené zeleně apod.), které zrychlenou erozi účinně omezovaly.

6.1. Druhy eroze

a) vodní eroze

Vodní eroze je vyvolávána kinetickou energií dešťových kapek dopadajících na půdní povrch a mechanickou silou povrchově stékající vody. Povrchový odtok vzniká z přívalových nebo dlouhotrvajících srážek, ze sněhových vod při jarním tání a také koncentrací vody v přirozené i umělé hydrografické síti (Holý, 1978). Vodní eroze má za následek odnos nejkvalitnější vrchní části půdního profilu, čímž se snižuje mocnost orníční vrstvy, obsah humusu, zhoršují se fyzikální a chemické vlastnosti půd a jejich celková úrodnost. Účinek vodní eroze spočívá v rozrušování zemského povrchu dešťovými kapkami a povrchovým odtokem a podle formy se dělí na erozi plošnou, rýhovou, výmolvou a proudovou (Janeček a kol., 2002).

b) větrná eroze

Větrná eroze spočívá v rozrušování půdní hmoty kinetickou energií větru (abraze), v přemísťování uvolněných částic (deflace) a jejich ukládání při poklesu energie vzdušného proudu (akumulace). Větrná eroze není v celosvětovém měřítku tak vážným problémem jako eroze vodní, přesto se však vyskytují rozsáhlé oblasti, v nichž větrná eroze působí stejně velké nebo i větší škody (Holý, 1978). Oproti vodní erozi není pro rozvoj větrné eroze rozhodující reliéf terénu a jeho sklon, může se rozvíjet ve všech terénních tvarech a sklonech, může probíhat na všech druzích půd od lehkých až po těžké. Vlhkost půdy je jedním ze základních parametrů ovlivňujících větrnou erozi. Vlhká půda je vlivem soudržnosti půdních částic proti větrné erozi odolnější. Větrnou erozí jsou v ČR nejvíce poškozovány nejkvalitnější půdy (spraše). Vítr odnáší nejmenší částice půdy, odkrývá kořínky mladých rostlin, poškozuje je a zanášá příkopy a komunikace (Janeček a kol., 2002).

Mezi další druh erozí patří sněhová a také ledovcová. Ty se ale vyskytují v daleko menším měřítku a pouze na horách.

6.2. Výpočet ztrát erozí rovnicí USLE

Aby bylo možné navrhovat protierozní opatření, je třeba vědět, zda a v jaké míře je řešené území postiženo erozí. K tomu slouží postupně zdokonalované a ověřované empirické vzorce, z nichž účinky vodní eroze zatím nejpřesněji vystihuje tzv. *univerzální rovnice pro výpočet průměrné dlouhodobé ztráty půdy erozí* (USLE – Universal Soil Loss Equation) autorů Wischmeiera a Smithe z roku 1978 (Janeček 2008).

$$G = R.K.L.S.C.P \quad [t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}]$$

R – faktor erozní účinnosti deště, závisí na četnosti výskytu, úhrnu, intenzitě a kinetické energii přivalových dešťů, způsobujících povrchový odtok

K – faktor erodovatelnosti půdy, závisí na textuře a struktuře ornice, obsahu organické hmoty a propustnosti půdy

L – faktor délky svahu, vyjádřen v poměru k délce standardního pozemku 22,13 m

S – faktor sklonu svahu, vyjádřen v poměru ke sklonu standardního pozemku 9 %

C – faktor ochranného vlivu vegetace, vyjádřen v poměru k úhoru bez vegetace

P – faktor účinnosti protierozních opatření, vyjádřen v poměru k situaci bez PEO

6.2.1. Průměrná dlouhodobá ztráta půdy G

Pro zjištění nutnosti protierozních opatření se výsledek rovnice porovnává s přípustnou ztrátou půdy pro daný pozemek. Přípustná ztráta půdy je definovaná jako maximální průměrná roční ztráta půdy, která ještě dovoluje trvale a ekonomicky dostupně udržovat dostatečnou úroveň úrodnosti půdy (Janeček 2007). Podle druhu půdy se udávají pro přípustnou ztrátu následující hodnoty (Slavík 2000):

- mělké půdy s hloubkou menší než 30 cm: **1 t.ha⁻¹.rok⁻¹**
- středně hluboké půdy s hloubkou 30 – 60 cm: **4 t.ha⁻¹.rok⁻¹**
- hluboké půdy s hloubkou větší než 60 cm: **10 t.ha⁻¹.rok⁻¹**

Je-li vypočtená hodnota ztráty půdy na řešeném pozemku vyšší než hodnoty přípustné, je nutno přistoupit k zavedení protierozních opatření. Pokud jsou ztráty do této hodnoty, není třeba zvyšovat ochranu půdy ani budovat další opatření. V opačném případě se postupuje tak, že se nemění všechny faktory najednou ale postupně s přihlédnutím na náročnost těchto kroků, aby byl splněn co nejlepší efekt, za co nejmenší cenu.

6.2.2. Faktor erozní účinnosti deště R

Faktor erozní účinnosti srážek R závisí na četnosti výskytu srážek, jejich kinetické energii, intenzitě a úhrnu. Vztah pro faktor erozní účinnosti deště R byl v USA odvozen na základě velkého množství dat o dešťových srážkách. Data ukazují, že jsou-li ostatní faktory USLE konstantní, je ztráta půdy z obdělávaného pozemku přímo úměrná součinu celkové kinetické energie přívalového deště (E) a jeho maximální 30-ti minutové intenzity (i_{30}):

$$R = E \cdot i_{30}/100$$

R - je faktor erozní účinnosti deště /MJ.ha⁻¹.cm.h⁻¹/,

E - celková kinetická energie deště /J.m⁻²/,

i_{30} - max. 30 ti minutová intenzita deště /cm.h⁻¹/.

Celková kinetická energie deště E je:

E_i - kinetická energie i-tého úseku deště (J.m⁻²)

n - počet úseků deště

$$E = \sum_{i=1}^n E_i$$

i_{si} - intenzita deště i-tého úseku /cm.h⁻¹/

H_{si} - úhrn deště v i-tém úseku /cm/

$$E_i = (206 + 87 \log i_{si}) \cdot H_{si}$$

Janeček a kol. (2010) uvádí v roční zprávě k projektu NAZV QH 72085, je vhodnější je počítat s hodnotou dvakrát vyšší, tedy **40 MJ.ha⁻¹.cm.h⁻¹**. Tato hodnota byla stanovena výpočty na základě Technických řad denních úhrnů srážek, nového sněhu a celkové sněhové pokrývky ČHMÚ, pořízených na 257 stanicích v letech 1971 – 2000. Oblast Mšených – lázní ale patří do srážkového stínu, proto se zde faktor R pohybuje okolo 25 MJ.ha⁻¹.cm.h⁻¹.

Jak ukazuje tabulka, je rozdělení faktoru R ve vegetačním období značně nerovnoměrné. V měsících červen – srpen spadne přes 80 % erozně nebezpečných srážek a je tedy nutné půdu speciálně v tomto období chránit dostatečným vegetačním pokryvem (Kubátová 2002, Janeček 2007).

Tab. 6.1 - Procentní rozdělení faktoru R v jednotlivých měsících vegetačního období (Janeček 2007).

Měsíc	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.
% faktoru R	1	11	22	30	26	8	2

6.2.3. Faktor erodovatelnosti půdy K

Faktor erodovatelnosti půdy neboli náchylnosti půdy k erozi je definován jako ztráta půdy ze standardního pozemku na jednotku faktoru R ($t \cdot ha^{-1}$). Standardním pozemkem, ke kterému se vztahují hodnoty jednotlivých faktorů počítaných v rámci USLE, se rozumí pozemek o délce 22,13 m a sklonu 9 %, který je udržován jako kypřený černý úhor, obdělávaný ve směru sklonu svahu. Faktory K, L, S, C a P se pak vyjadřují jako poměr ztráty půdy na řešeném pozemku ke ztrátám půdy na pozemku standardním. Faktor K závisí na vlastnostech půdy a lze jej orientačně určit podle tabulky – dle hlavní půdní jednotky (HPJ) bonitované půdně ekologické jednotky (BPEJ) v klasifikačním systému půd (Janeček 2007).

HPJ je účelovým seskupením půdních forem příbuzných vlastností, jež jsou určovány genetickým půdním typem, subtypem, půdotvorným substrátem, zrnitostí, hloubkou půdy, stupněm hydromorfismu, popřípadě výraznou sklonitostí nebo morfologií terénu a zúrodňovacím opatřením (Vyhláška MZe 546/2002 Sb.).

Pokud se v průběhu odtokové linie na řešeném pozemku se vyskytují různé typy půd s rozdílnými vlastnostmi, je třeba pro získání celkové hodnoty faktoru K použít vážený průměr. To se dělá metodou, že se odtoková linie rozdělí na 10 stejně dlouhých částí. Nejmenší váhu má nejvýše položená desetina, směrem dolů váha jednotlivých částí roste. Při výpočtu celkové hodnoty faktoru K se násobí každá hodnota faktoru K součtem vah odpovídajících částí svahu. Konečnou hodnotu potom představuje součet takto získaných hodnot (Janeček 2008).

Tab. 6.2 - Váhy dílčích částí odtokové linie (1. - nejvýše položená desetina, 10. - nejnižší položená desetina) (podle Janeček 2008).

desetina	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
koeficient	0,03	0,06	0,07	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15

6.2.4. Faktor délky svahu L

Faktor L tvoří společně s faktorem S tzv. topografický faktor LS. Topografický faktor vyjadřuje poměr odnosu půdy na řešeném pozemku s určitou délkou a sklonem ke standardnímu pozemku (22,13 m, 9 %). Určuje se pro tzv. reprezentativní dráhy plošného povrchového odtoku, které na vyšetřovaném pozemku či jeho části představují nejrizikovější linie pro vznik eroze. Tyto dráhy reprezentují místní odtokové poměry a volíme je tam, kde se zdá být topografický faktor (L x S) nejvyšší (Janeček 2008).

Hodnota faktoru délky svahu L se stanoví ze vztahu Wischmeiera a Smithe (1978) se zahrnutím přístupu použitého v tzv. *revidované univerzální rovnici ztráty půdy* – RUSLE (Renard v kol. 1997) (cit. Janeček 2007)

$$L = (l / 22,13)^m$$

l – horizontální projekce nepřerušené délky svahu

m – exponent délky svahu vyjadřující náchylnost svahu k tvorbě rýžkové eroze

Intenzita eroze je tím vyšší, čím větší je nepřerušená délka svahu. Za tu se bere horizontální vzdálenost místa vzniku povrchového odtoku (nejvyšší bod dané části pozemku) k místu, kde buď klesá sklon svahu natolik, že dochází k ukládání unášeného materiálu, nebo kde se plošný odtok soustřeďuje do drah. Za účinné přerušení povrchového odtoku se uvažují sběrné příkopy, průlehy a protierozní hrázky, nikoli však meze, přes které může voda přeřinovat (Janeček 2008). Hodnoty exponentu m závisí na sklonu svahu a poměru rýžkové eroze k plošné. Nízký poměr vykazují pastviny a jiné ulehlé půdy, střední poměr platí pro pozemky s řádkovými plodinami a středně ulehlé půdy a vysoký poměr rýžkové eroze k plošné se uplatňuje na mladých antropogenních či velmi zkpřených půdách a také na strmých zemědělsky využívaných svazích.

Tab. 6.3 – Hodnoty L faktoru

L _d (m)	L	L _d (m)	L	L _d (m)	L	L _d (m)	L	L _d (m)	L	L _d (m)	L	L _d (m)	L
1	0,48	5	1,17	9	1,91	13	3,38	17	4,52	21	6,04	25	7,39
2	0,68	6	1,35	10	2,13	14	3,69	18	4,77	22	6,39	26	7,69
3	0,82	7	1,52	11	2,61	15	3,99	19	5,22	23	6,75	27	7,98
4	0,95	8	1,66	12	3,02	16	4,27	20	5,62	24	7,07	28	8,26

Tab. 6.4 – Hodnoty L faktoru podle sklonu svahu

Sklon svahu (%)	Poměr mezi rýžkovou a plošnou erozí			Sklon svahu (%)	Poměr mezi rýžkovou a plošnou erozí		
	nízký	střední	vysoký		nízký	střední	vysoký
0,2	0,02	0,04	0,07	12,0	0,37	0,55	0,71
0,5	0,04	0,08	0,16	14,0	0,40	0,57	0,72
1,0	0,08	0,15	0,26	16,0	0,41	0,59	0,74
2,0	0,14	0,24	0,39	20,0	0,44	0,61	0,76
3,0	0,18	0,31	0,47	25,0	0,47	0,64	0,78
4,0	0,22	0,36	0,53	30,0	0,49	0,66	0,79
5,0	0,25	0,40	0,57	40,0	0,52	0,68	0,81
6,0	0,28	0,43	0,60	50,0	0,54	0,70	0,82
8,0	0,32	0,48	0,65	60,0	0,55	0,71	0,83
10,0	0,35			0,52	0,68		

6.2.5. Faktor sklonu svahu S

Se zvyšujícím se sklonem svahu roste erozní účinnost povrchového odtoku ještě rychleji, než se zvětšující se délkou svahu. Hodnota faktoru sklonu svahu S se určuje pomocí vztahů (Renard a kol. 1997; cit. Janeček 2008):

$$S = 10,8 \sin s + 0,03 \text{ pro } s < 9 \%$$

$$S = 16,8 \sin s - 0,50 \text{ pro } s \geq 9 \%$$

S - sklon svahu (rad)

V případě změny linie se faktor S počítá pro každý úsek zvlášť. Z výsledných hodnot S_i se pak vypočte vážený průměr, neboť ne každý úsek má na výslednou hodnotu faktoru sklonu svahu S stejný vliv. Odtokovou linii dělíme (stejně jako u faktoru K, kap. 5.1.2) pro tyto účely na 10 stejně dlouhých dílů, jejichž váhy jsou uvedeny v tabulce 11. Tyto váhy představují koeficienty, kterými je nutno opravit hodnotu S pro každý z deseti dílčích úseků odtokové linie před jejich sečtením.

Tab 6.5 – Hodnoty S faktoru pro přímý svah (Janeček 2007)

sklon (%)	S	sklon (%)	S	sklon (%)	S	sklon (%)	S	sklon (%)	S
1	0,138	7	0,784	13	1,666	19	2,636	25	3,575
2	0,246	8	0,891	14	1,829	20	2,795	26	3,727
3	0,354	9	1,006	15	1,992	21	2,953	27	3,879
4	0,462	10	1,172	16	2,154	22	3,110	28	4,030
5	0,569	11	1,337	17	2,316	23	3,266	29	4,179
6	0,677	12	1,502	18	2,476	24	3,421	30	4,327

6.2.6. Faktor účinnosti protierozních opatření P

Je možné například použít pásové střídání plodin, nebo technická opatření v podobě hrázkování či brázdívání podél vrstevnic. Často jsou pochybnosti o dodržení těchto opatření, proto moc nelze s faktorem P počítat a je nutno dosadit do rovnice hodnotu $P = 1$ Janeček (2008).

6.2.7. Faktor ochranného vlivu vegetačního krytu C

Ochranný vliv vegetace je přímo úměrný pokryvnosti a hustotě porostu v době největšího výskytu přívalových dešťů (měsíce duben – září). Proto dokonalou protierozní ochranu představují porosty trav a jetelovin, zatímco běžným způsobem pěstované širokořádkové plodiny (kukuřice, okopaniny, sady a vinice) chrání půdu nedostatečně. Ochranný vliv vegetačního pokryvu je v Univerzální rovnici vyjádřen faktorem C.

Pro řešení protierozní ochrany pozemků a posouzení jejich dlouhodobé erozní ohroženosti se faktor C stanoví pro jednotlivé po sobě pěstované plodiny, včetně období mezi střídáním plodin, při zohlednění nástupu a způsobu agrotechnických prací v 5-ti základních obdobích dle WISCHMEIERa, SMITHe, 1978):

1. období podmínky a hrubé brázdy (od 1.8. do 20.8.)
2. období od přípravy k setí do 1 měsíce po zasetí či sázení (od 21.8. do 30.9.)
3. období po dobu 2. měs. od jarního, letního setí, ozim do 30.4. (od 1.10. do 30.4.)
4. období od konce 3. období do sklizně (od 1.5. do 20.7.)
5. období strniště (od 21.7. do 31.7.)

Váhu jednotlivých hodnot faktoru C je nutno korigovat procentuálním rozdělením faktoru R v jednotlivých obdobích. Faktory C, vypočtené pro jednu plodinu ve všech 5 obdobích a opravené faktorem R se sečtou, čímž získáme faktor C pro danou plodinu. Konečnou hodnotou, kterou dosadíme do rovnice, je potom průměr všech faktorů C, vypočtených zvlášť pro každou jednotlivou plodinu osevního postupu.

Tab. 6.6 – Hodnoty faktoru vegetačního krytu a agrotechniky (Janeček a kol 2007)

Hodnoty faktoru vegetačního krytu a agrotechniky podle Wischmeiera a Smithe (in Janeček a kol.2007)

Plodina	Zařazení v osevním postupu	Použitá agrotech-nika	Hodnoty faktoru vegetačního krytu a agrotechniky podle pěstebních období						
			1	2	3	4	5s	5p	
obilniny	v 1.roce po jetelovinách	OP	0,50	0,55	0,30	0,05	0,20	0,04	
		St	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	
	po obilninách	OP	0,65	0,70	0,45	0,08	0,25	0,04	
		St	0,25	0,25	0,20	0,08	0,25	0,04	
	po okopaninách a kukuřici	OP	0,70	0,75	0,50	0,08	0,25	0,04	
		St	0,70	0,70	0,45	0,08	0,25	0,04	
kukuřice	Sláma předplodiny sklizena	OP	0,70	0,90	0,70	0,35	0,70	0,40	
		St	O K 0,25-0,70	O K 0,25-0,70	O K 0,20-0,50	O K 0,25	O K 0,60	O K 0,30	
	Sláma předplodiny nesklizena	OP	0,60	0,75	0,55	0,25	0,60	0,30	
		St	O K 0,04-0,30	O K 0,04-0,25	O K 0,04-0,20	O K 0,05-0,20	O K 0,25-0,40	O K 0,15-0,30	
	Do herbicidem umrtveného drnu	viceletých pícnin	0,02	0,02	0,03	0,03	0,05	0,03	
		jilku - ozimé meziplodiny	0,05	0,05	0,05	0,05	0,15	0,10	
	Brambory, cukrovka		v přímých řádcích lib.směru	0,65	0,80	0,65	0,30	0,70	
	vojtěška					0,02			
	Jetel dvousečný					0,015			
Víceletá tráva, louky					0,005				

Vysvětlivky: OP - setí do zorané půdy
St - setí do strniště

5s - sláma sklizena
5p - sláma ponechána

O – po obilovině
K – po kukuřici

Tab. 6.7 – Průměrné hodnoty faktoru C pro jednotlivé plodiny (Janeček a kol 2012)

Plodina	C faktor	Plodina	C faktor
pšenice ozimá	0,12	chmelnice	0,8
žito ozimé	0,17	řepka ozimá	0,22
ječmen jarní	0,15	slunečnice	0,6
ječmen ozimý	0,17	mák	0,5
oves	0,1	ostatní olejnin	0,22
kukuřice na zrno	0,61	kukuřice na siláž	0,72
luštěniny	0,05	ostatní pícniny jednoleté	0,02
brambory rané	0,6	ostatní pícniny víceleté	0,01
brambory pozdní	0,44	zelenina	0,45
louky	0,005	sady	0,45

6.3. Rovnice RUSLE

Po vyvinutí univerzální rovnice USLE vědci v USA za použití dalších výzkumných pokusů, experimentů, většího a kvalitnějšího přístupu dat pokračovali na jejím zdokonalování, které postupně vedle k dosáhnutí rovnice RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation). RUSLE slouží rovněž pro predikci dlouhodobé průměrné roční ztráty půdy. Má i stejný vzorec jako USLE, ovšem liší se přístup určení jednotlivých faktorů.

$$G = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$$

Rozdíly mezi faktory rovnice USLE a RUSLE:

- **R faktor:** zavedení nových a revize již existujících map isoerodent pro území USA, zpřesnění časového průběhu hodnot R faktoru v 15-ti denním intervalu, stanovení R faktoru v oblastech s malými sklony.
- **K faktor:** určení časového průběhu hodnoty faktoru erodovatelnosti půdy v důsledku zhutňování povrchu půdy a rozpadu půdních agregátů srážkami a obhospodařováním, dále vzhledem k objemovým změnám vyvolaným mrznutím a táním; zahrnutí vlivu skeletu na povrchu půdy a v půdním profilu na propustnost půdy.
- **LS faktor:** zavedení nového vztahu pro vliv délky a sklonu svahu, který také uvažuje poměr rýhové eroze k mezirýhové, upřesnění hodnoty sklonu svahu pro stanovení ztráty půdy.
- **C faktor:** zpřesnění faktoru pro hodnocení vlivu jednotlivých druhů plodin a způsobů obdělávání pro nevyužívané půdy, pastviny, poškozené lesy, území s povrchovou těžbou surovin, staveniště a rekultivované plochy; zahrnutí vlivu předchozího využití půdy, druhu vegetace, pokryvu půdy a drsnosti půdního povrchu.
- **P faktor:** zpřesnění hodnot P faktoru pro území zemědělsky využívané i nevyužívané, přehodnocení vlivu vrstevnicového obdělávání a terasování na snížení ztráty půdy, umožnění návrhu ochrany půdy a kontroly množství splavenin (Vrána et al., 1998).

6.4. Rovnice MUSLE

Další úpravou univerzální rovnice je tzv. MUSLE (Modified Universal Soil Loss Equation). V této modifikaci je hlavním rozdílem přístup k faktoru ovlivňující déšť – R. Zatímco USLE závisí výhradně na dešťových srážkách jako zdroji erozivní energie, tak MUSLE je založená na srážkových objemech jednotlivých dešťových událostí. Pracuje spíše s různými variantami odtoku, kulminační průtoky a odnosem sedimentů (Williams, 1995, Smith et al., 1995). Proměnné, které obsahuje rovnice, jsou popsány v kapitole č. 7 (povrchový odtok).

$$G = 11,8(O_{pH} \cdot Q_{pH})^{0,56} \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$$

G - transport splavenin z přívalemého deště (t)

O_{pH} - objem přímého odtoku (m³)

Q_{pH} - velikost kulminačního průtoky (m³ · s⁻¹).

Liší se i vzorce pro výpočet jednotlivých faktorů

Faktor **erodovatelnosti půdy (K)** je pro dané povodí dán součtem hodnot K jednotlivých půd, vážených plochami připadajícími na dané půdy.

$$K = \frac{\sum K_i \cdot P_i}{P_p}$$

P_i – dílčí plocha
 K_i – faktor K dílčí plochy
 P_p – plocha povodí

Hodnota **topografického faktoru (LS)** pro povodí se určí výpočtem a pro stanovení průměrné délky povrchového odtoku se předpokládá povodí obdélníkového tvaru s tokem uprostřed.

$$l = \frac{P_p}{2 \sum l_v} \quad L = \left(\frac{l}{22,13} \right)^m$$

Průměrná svažítost povodí (s) se zjišťuje z vrstevnicové mapy.

Faktor ochranného vlivu vegetace (C) je určován průměrováním hodnot C každé kultury nebo plodiny podle velikosti plochy jednotlivých kultur.

Pro **faktor (P) - účinnosti protierozních opatření** nebyly zatím určeny spolehlivé hodnoty, a proto se do rovnice dosazuje $P = 1$.

6.5. Protierozní opatření

O použití jednotlivých způsobů ochrany zemědělské půdy proti vodní erozi rozhoduje požadované snížení smyvu půdy na přípustné hodnoty a nutná ochrana objektů (vodní zdroje, toky, nádrže a intravilány obcí) při respektování zájmů vlastníků a uživatelů půdy, ochrany životního prostředí a tvorby krajiny (Janeček a kol., 2012). Protierozní opatření lze rozdělit na:

- organizační opatření
- agrotechnická opatření
- technická opatření

Jako nejlepší metoda, jak řešit všechna opatření, jsou komplexní pozemkové úpravy. Jsou nástrojem k vytváření nových půdních celků. Lze pozemky uspořádat, scelovat a dělit při respektování všech požadavků na ochranu a tvorbu krajiny i nároků vlastníků. Zásadou je **pozemky situovat delší stranou kolmo k převládajícím směrům větrů** a jejich šířku volit tak, aby umožňovala založení dostatečného počtu a šířky pásů při pásovém střídání plodin. Limitní rozměry pozemků jsou dány způsobem hospodaření (používání ochranných agrotechnologií) a existencí trvalých větrných bariér tvořících jejich přirozené hranice (ochranné lesní pásy, aleje, stromořadí, budovy, terénní překážky). Na nestrukturních písčitých půdách by neměla šířka nechráněného pozemku ve směru převládajících větrů přesáhnout 50 m (Janeček a kol., 2012). V rámci provádění pozemkových úprav probíhá zpravidla také aktualizace BPEJ (Bonitované půdně ekologické jednotky) v rozsahu celého katastrálního území (Pozemkové úpravy, 2. vyd.).

Neopominutelná je i související realizace krajinných programů, jako např. úprava vodohospodářských poměrů, obnova toků a nádrží, budování protipovodňové ochrany, územních systémů ekologické stability (ÚSES), biocenter a biokoridorů, obnova remízků nezbytných pro život drobné zvěře, zajištění lepší prostupnosti území vhodně zvolenou sítí polních cest a v neposlední míře dosažení estetické kvality krajiny za účelem zvýšení rekreačního efektu.

Pozemkové úpravy v sobě nesou všechny níže psané druhy protierozních opatření. Bohužel je to velmi časově náročné a to hlavně kvůli tomu, že je potřeba získat souhlas naprosté většiny vlastníků pozemků v daném katastrálním území.

6.5.1. Organizační opatření

Základem opatření je vytváření pozemků ve směru vrstevnic, dále zvolení vhodné velikosti a tvaru pozemků, a vymezení parcel vhodných pro změnu druhů pozemků. Organizační opatření jsou na orné půdě navrhována v součinnosti s ostatními protierozními opatřeními a předpokládají dobrou spolupráci a zainteresovanost hospodařících subjektů (Janeček a kol. 2012). To se bohužel často setkává s neochotou podniků změnit zaběhlé režimy hospodaření, protože se mnohdy zaměřují pouze na svou ziskovost. U menších farem je ochota toto změnit o něco větší.

- **Protierozní rozmístování plodin**

Na orné půdě středně erozně ohrožené je nutné nedostatečný ochranný účinek erozně nebezpečných plodin zvýšit střídáním vrstevnicových pásů těchto plodin s pásy víceletých pícnin. Podle půdoochranného účinku lze jednotlivé skupiny plodin seřadit takto:

1. *Trvalé travní porosty*
2. *Dočasné travní porosty*
3. *Jeteloviny*
4. *Luskoviny*
5. *Obiloviny*
6. *Erozně nebezpečné plodiny (dříve širokořádkové)*

- **Pásové střídání plodin**

Pásovým střídáním plodin je možné omezit ztráty půdy erozí tak, že se střídají pásy plodin s vysokou půdoochrannou funkcí s pásy plodin s nízkým protierozním účinkem. Šířka pásů je závislá na mnoha okolnostech. Mezi ně patří sklon a délka svahu, propustnost půdy, její náchylnosti k erozi a na šířce záběru strojů. Obvykle se doporučuje šířka pásů mezi 20 a 40 metry v závislosti na sklonu pozemku. V ČR se tato metoda téměř nepoužívá, protože opět je problém v přesvědčení zemědělců, kteří jsou mnohdy neochotní na tuto metodu přistoupit.



Obr. 6.1 – Ukázka pásového střídání plodin (ochrana půdy.cz)

- **Delimitace druhu pozemků** (ochranné zatravnění nebo zalesnění)

Delimitace druhu pozemků je chápána jako prostorová a funkční optimalizace využití pozemků při pěstování jednotlivých druhů rostlin. Ochranné zatravnění se používá na pozemcích, které z hlediska ztrát půdy erozí, nelze využívat jako ornou půdu. Optimálně zapojený travní porost je nejlepší protierozní ochranou. Ochranné zalesnění se nejčastěji uplatňuje jako plošné zalesnění nebo jako ochranné lesní pásy. Zalesnění se využívá pro velmi svažité pozemky.

6.5.2. Agrotechnická opatření

Janeček a kol. (2012) uvádí, že agrotechnická protierozní opatření jsou založena zejména na minimalizaci času, kdy je půda bez vegetačního pokryvu. Jako protierozní ochranu lze úspěšně využívat rostlinné zbytky i biomasu plodin

- **Ochranné zpracovávání půdy**

Tato technologie je vnímána jako velmi účinné protierozní opatření. V bezorebných technologiích je využíváno mělké kypření půdy kombinované s občasným hlubokým prokypřením ornice i části podorničí bez obracení zpracovávané vrstvy půdy. Je důležité při orbě důsledně dodržovat pravidlo orby ve směru vrstevnic s klopením skýv proti směru svahu.

- **Uplatnění meziplodin**

Při pěstování erozně nebezpečných plodin lze využít různými způsoby. Při pěstování kukuřice a slunečnice lze využít těchto technologií:

- technologie přímého setí do přezimující nebo vymrzající meziplodiny
- technologie přímého setí do mulče z rostlinných zbytků předplodiny
- uplatnění obilních pásů (pouze při mírném erozním ohrožení)
- setí společně s ochrannou podplodinou (např. ozimé žito v meziřadí)

- **Protierozní technologie pěstování rostlin**

Pokud se nechají rostlinné zbytky předchozích plodin na povrchu půdy, pak je částečně zajištěna ochrana proti vodní i větrné erozi. Při následném zpracování se půda pouze nakypří. Obsah organické hmoty v půdě a rostlinný kryt jsou úzce korelovány s povrchovým odtokem a ztrátou půdy (Luo a kol. 2015). V případech kdy povrch půdy zůstává odkryt a je zatížen extrémními srážkami, tyto srážky způsobují vysokou erozi půdy a průměrná ztráta půdy činí v průměru 1,4 t/ha. U půd, které jsou kryty travinami ve vyspělém stádiu růstu, činí průměrná ztráta půdy pouhých 41 kg z hektaru (Wawer a kol., 2013).

- **Hrázkování**

Při pěstování brambor se bezprostředně po výsadbě provede speciálním strojem nahrnutí hrázek v meziřadí. Takto nahrnuté hráčky mohou zadržet na sklonitém pozemku srážkovou vodu při úhrnech 25-35 mm při maximální délce svahu 300 m.

- **Důlkování**

Využívá se obdobně jako hrázkování. Místo nahrnutí hrázek jsou speciálním strojem v meziřadí vytvořeny důlky o objemu 2 l v počtu 28 000 /ha. Celkově je tak možné na 1 ha zadržet až 56 m³ srážkové vody na 1 ha.

6.5.3. Technická opatření

Technická opatření v povodí navrhována jako základní prvek komplexního systému protierozních opatření zejména na pozemcích, kde nepříznivé důsledky povrchového odtoku ohrožují zastavěnou část obce. Jejich základní účinnost se zvyšuje v kombinaci s protierozními opatřeními organizačního a agrotechnického charakteru. Komplexní systém ochranných opatření je navrhován a realizován zpravidla v rámci provádění pozemkových úprav (Janeček a kol. 2012).

- **Zatavněné údolnice**

K ochraně drah povrchového odtoku, který se soustřeďuje v přirozených úžlabinách a údolnicích. Údolnici je potřeba dobře odvodnit drenáží, aby nedocházelo k jejímu poškození při příčném přejíždění mechanizačních prostředků.

- **Protierozní příkopy**

Navrhují se zpravidla pro zachycení a neškodné odvedení vody z pozemků, nejlépe spolu s cestami.

Z funkčního hlediska se dělí na:

- a) *záchytné* - k ochraně pozemků před přítokem vnějších vod, zejména z lesů
- b) *sběrné* - pro zachycení vnitřních vod, zpravidla k omezení příliš velké délky povrchového odtoku po pozemku,
- c) *svodné* - pro zajištění neškodného odtoku do stávajících recipientů (potoky, rybníky, apod.)

- **Protierozní průlehy**

Navrhují se k zachycování, infiltraci a odvádění krátkodobého povrchového odtoku způsobeného přivalovými dešti nebo náhlým táním sněhu. Průlehy jsou mělké, vegetací zpevněné široké příkopy.

Příčný profil průlehů se navrhuje se sklony nejvýše 1:5, aby byly průlehy přejezdné. Podélný sklon je nulový, aby se veškerá voda přitékající z území položeného výše vsákla v travním průlehu do půdy.

- **Protierozní hrázky**

Jedná se zpravidla o nižší hrázky na úpatí svahů, zpevněné vegetačním krytem. Ve většině případů slouží k ochraně přilehlých objektů před zaplavením a zanesením splaveninami. Výška hrázky a její akumulací prostor musí vyhovovat potřebě retence vody včetně usazených erozních smyvů.

- **Protierozní meze**

Vytvářely se v minulosti postupně orbou, případně snášením kamenů a ukládáním materiálů organického původu, čímž časem vznikl terénní stupeň. Meze se v minulém století ve velkém rozoraly. Ty jsou přitom klíčovým protierozním prvkem v krajině. V současnosti se nově navrhované meze doplňují o zachytné prvky, např. průlehy. Meze musí být vedeny ve směru vrstevnic či ve sklonu do 3 %.

- **Protierozní nádrže**

Ty se navrhují se k akumulaci, retenci a infiltraci povrchového odtoku a k zachycování splavenin. Zpravidla bývají až závěrečným prvkem systému protierozních opatření, které je uplatňováno v povodí. Jejich účelem je ochrana vodních zdrojů, intravilánu a významných objektů. Ochranné nádrže jsou jedno z nejúčinnějších opatření, ale jejich nevýhodou je cena. Nádrže regulují odtok vody, zachycují transportované splaveniny a odbourávají část živin, rozpuštěných ve vodě. Nádrže se dále rozlišují:

a) pravé vodní nádrže s vymezeným sedimentačním, zásobním a retenčním prostorem

b) suché a polosuché retenční nádrže (tzv. poldry), které slouží především ke krátkodobému zachycení povrchového odtoku, bez zásobního prostoru

- **Terasování**

Toto opatření je velmi náročné. Použití velmi svažitých hlubokých půdách, jako krajní řešení protierozní ochrany (pro pěstování speciálních kultur jako vinice, sady).

7. Povrchový odtok

Povrchový odtok je takový odtok, jehož intenzita je větší, než intenzita infiltrace. Jednoduše řečeno, jedná se tedy o odtok, který se nestačí vsáknout. To způsobuje jednak déšť v přeháňkách a bouřkách, který zpravidla přichází v jarních, či letních měsících a jedná se o krátkodobý jev. Ke vsaku dochází jen zpočátku a po několika desítkách vteřin již většina odtéká po povrchu.

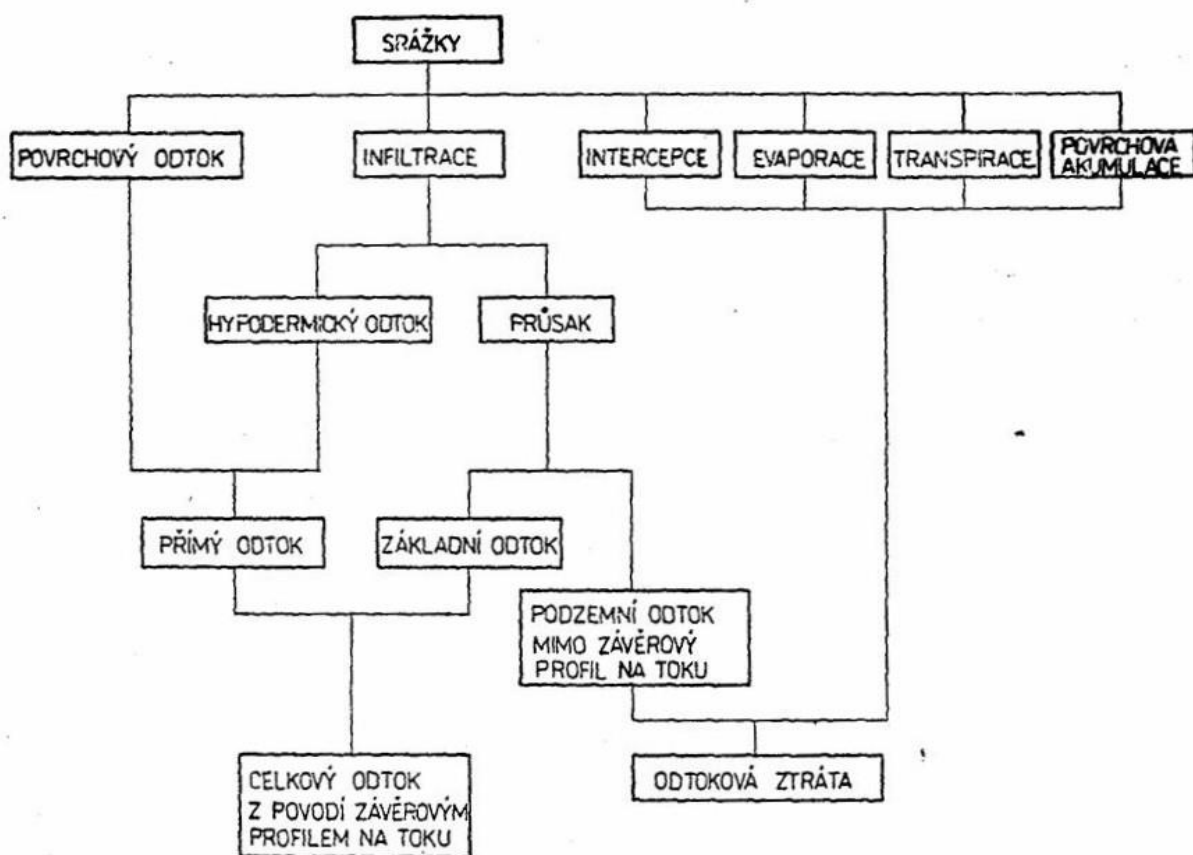
Voda, která povrchově odtéká ze srážek, tajícího sněhu a ledu, se soustřeďuje do rýh, brázd, struh, potoků, řek a veletoků. Tyto toky jsou pak důležitým krajinným prvkem, a to s ohledem na hustotu vodopisné sítě, průtoků, čistoty vody atd. (Tlapák & Herynek, 2002).

Ve druhém případě k povrchovému odtoku dochází při trvalých deštích, kdy se zpočátku stačí většina infiltrovat a až po delší době dochází k povrchovému odtoku. Trvalé deště ale nejsou tolik intenzivní a nenesou takové riziko pro pohyb splavenin.

Průměrně se v každém místě vyskytne 1x za rok 5 až 6 krátkodobých přívalových, zpravidla bouřkových dešťů se srážkovými úhrny nad 10 mm. V posledních letech se jejich součet zvyšuje, což může být zapříčiněno změnou klimatu. Obdobný jev se vyskytuje i při zimním či jarním tání, kdy se voda z tajícího sněhu nestačí vsakovat a půda je často ještě zmrzlá.

Hydrologické studie určující základní parametry odtoku vycházejí z dlouhodobě sledovaných průtoků v uzávěrových profilech povodí. Takové údaje jsou však v malých povodích zřídka k dispozici. Tam kde jsou, nemusí být směrodatné, zejména tehdy, pokud došlo ke změně způsobu využívání půd. (Janeček a kol. 2012)

Při srážkách dochází nejen tedy k **odtoku povrchovému**, ale i k **odtoku hypodermickému**. To je odtok, který je jen těsně pod zemským povrchem a nelze ho zařadit mezi podzemní odtok. Tyto dva druhy odtoku zařazujeme mezi **odtok přímý**.



Obr. 7.1 – Distribuce srážek na povodí

Podíly těchto složek celkového odtoku se oceňují pomocí čísel odtokových křivek – CN (viz. kapitola 7.1.). K hypodermickému odtoku, podílejícímu se na přímém odtoku dochází tehdy, když do půdy infiltrovaná voda stéká po mělce uložené, málo propustné vrstvě a vyvěrá opět na povrch, na rozdíl od základního odtoku, na jehož tvorbě se podílí voda, která infiltruje až k hladině podzemní vody. Tento základní odtok se objevuje zřídka natolik brzo po přívalem dešti, aby měl vliv na velikost povodňové vlny vyvolané přívalem deštěm. CN je tedy současně i ukazatelem pravděpodobnosti typu odtoku. Čím větší CN, tím je pravděpodobnější, že se přímý odtok týká povrchového odtoku (Janeček a kol. 2012).

7.1. Objem přímého odtoku

Metoda CN – křivka určuje objem přímého odtoku na základě předpokladu, že poměr objemu odtoku k úhrnu přívalové srážky se rovná poměru objemu vody zadržené při odtoku k potenciálnímu objemu, který může být zadržen. Odtok začíná po počáteční ztrátě, která je součtem intercepce, infiltrace a povrchové retence. Tato **počáteční ztráta** byla stanovena na základě experimentálních měření na 20% potenciální retence ($I_a = 0,2A$), tedy:

$$\frac{H_0}{H_s} = \frac{R}{A}$$

H_0 – výška odtoku

H_s – úhrn příčinné srážky

R – objem vody zadržené v půdě

A – potenciální retence

Po úpravách této rovnice dostaneme další, která značí, že odtok začíná až po určité počáteční ztrátě, kterou je nutno od srážky odečíst.

$$H_0 = \frac{(H_s - 0,2A)^2}{A + (H_s - 0,2A)} \quad \text{pro } H_s \geq 0,2A$$

H_0 - je přímý odtok (mm)

H_s - úhrn návrhového deště (mm)

A - potenciální retence (mm), vyjádřená pomocí čísel odtokových křivek (CN)

Potenciální retence vychází z následujícího vztahu a dosazuje se do ní hodnota CN křivek.

$$A = 25,4 \left(\frac{1000}{\text{CN}} - 10 \right)$$

Výsledky dílčích kroků lze dosadit do konečné rovnice na objem přímého odtoku, která je součinem H_0 a plochy povodí P_p dosazené v m^2 .

$$O_{pH} = 1000 \cdot P_p \cdot H_0 \quad (\text{m}^3)$$

7.1.1. Metoda CN křivek

Tuto metodu vytvořila a jako první využila Služba na ochranu půdy (SCS) v USA. CN znamená zkratku ze slov Curve number (číslo křivky). Prvním parametrem je hodnota takzvané CN křivky. Jedná se o bezrozměrnou odtokovou křivku, vyjadřující odtokový potenciál daného území v intervalu od 0 do 100. Čím nižší hodnota CN křivky je, tím nižší je odtokový potenciál sledovaného prostředí. Odtokový potenciál se řídí především podle předchozích vlhkostních podmínek, půdního typu, land-use a v případě zemědělských povodí i podle způsobu obhospodařování půdy (USDA SCS, 1985). K odvození CN křivek došlo na základě vyhodnocení výsledků několika tisíc infiltračních pokusů provedených v letech 1930 a 1940 (Ponce 1996). Jedná se o jednoduchý model s poměrně snadno dosažitelnými vstupy, použitelný pro výpočet charakteristik povrchového, správněji přímého odtoku způsobeného přivalovým deštěm z povodí o ploše od 5 do 10 km².

Metoda CN – křivek je použitelná k posuzování vlivu způsobů využívání povodí, protierozních opatření a dalších změn na velikost povrchového odtoku a zejména pak k navrhování a posuzování technických protierozních opatření - zatravněné údolnice, průlehy, záchytné příkopy, zasakovací pásy, ochranné hrázky a malé vodní nádrže.

Základním vstupem metody CN - křivek je srážkový úhrn, za předpokladu jeho stejnoměrného rozdělení po ploše povodí. Objem srážek je transformován na objem odtoku pomocí čísel odtokových křivek - CN. Jejich hodnoty jsou závislé na hydrologických vlastnostech půd resp. infiltraci, obsahu vody v půdě, vegetačním pokryvu, velikosti nepropustných ploch, retenci, resp. intercepci a povrchové akumulaci (Janeček a kol. 2012).

7.1.2. Určování čísla CN křivek

Pro určení čísla CN křivky je zapotřebí určení podle několika kritérií:

hydrologické vlastnosti půd

Půdy jsou rozděleny do čtyř následujících skupin: A, B, C, D

Skupiny jsou vytvořeny na základě minimálních rychlostí infiltrace vody do půdy bez pokryvu po dlouhodobém sycení

Tab. 7.1 – hydrologické skupiny půd (Janeček a kol. 2012)

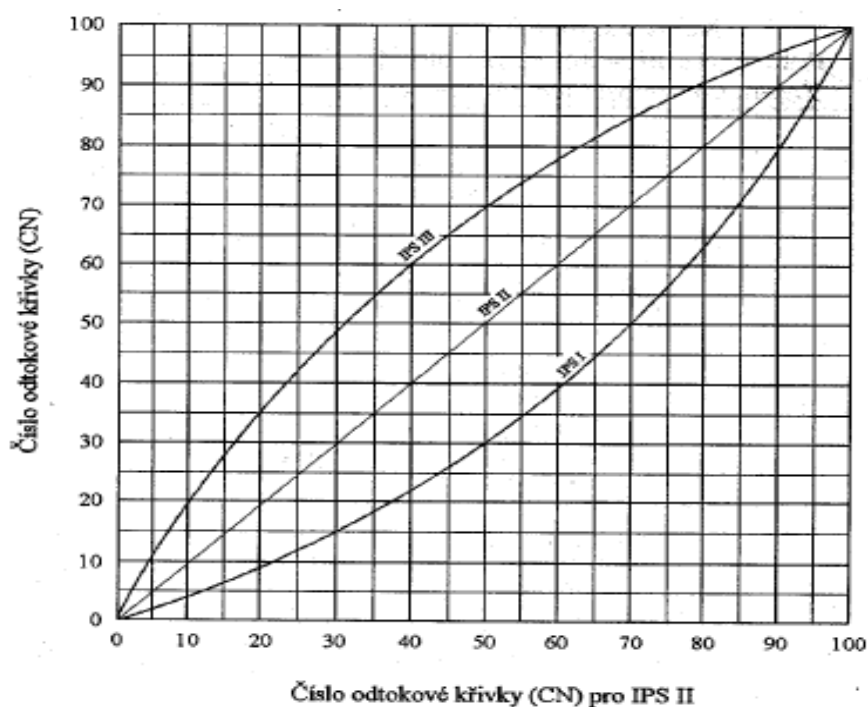
Hydrologická skupina	Charakteristika hydrologických vlastností půd
A	Půdy s vysokou rychlostí infiltrace ($> 0,12 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$) i při úplném nasycení, zahrnující převážně hluboké, dobře až nadměrné odvodněné písky nebo štěrky
B	Půdy se střední rychlostí infiltrace ($0,06 - 0,12 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$) i při úplném nasycení, zahrnující převážně půdy středně hluboké až hluboké, středně až dobře odvodněné, hlinitopísčité až jílovitohlinité
C	Půdy s nízkou rychlostí infiltrace ($0,02 - 0,06 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$) i při úplném nasycení, zahrnující převážně půdy s málo propustnou vrstvou v půdním profilu a půdy jílovitohlinité až jílovité
D	Půdy s velmi nízkou rychlostí infiltrace ($< 0,02 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$) i při úplném nasycení, zahrnující převážně jíly s vysokou bobtnavostí, půdy s trvale vysokou hladinou podzemní vody, půdy s vrstvou jílu na povrchu nebo těsně pod ním a mělké půdy nad téměř nepropustným podložím.

Pro zjednodušení byla skupina přiřazena pro jednotlivé půdní typy. Ty jsou obsaženy v pětimístném kódu BPEJ na pozici druhé a třetí číslice. Skupin je celkem 78. Pokud se v daném území vykytuje více půdních typů, pak se CN určuje pro každý půdní typ zvlášť. Musí se brát v potaz, jak velkou plochu každý druh zasahuje. Úměrně tomu pak plocha slouží jako váha při výpočtu.

Tab. 7.2 – Hydrologické skupiny zemědělských půd podle HPJ (Janeček a kol. 2012)

HPJ	Hydrologická půdní skupina	HPJ	HPS	HPJ	HPS	HPJ	HPS	HPJ	HPS	HPJ	HPS
1	B	14	B	27	B	40	B	53	D	66	D
2	B	15	B	28	B	41	B	54	D	67	D
3	C	16	B	29	B	42	B	55	A	68	D
4	A	17	A	30	B	43	B	56	B	69	D
5	A	18	B	31	A	44	C	57	C	70	D
6	C	19	B	32	A	45	C	58	C	71	D
7	D	20	D	33	B	46	C	59	D	72	D
8	B	21	A	34	B	47	C	60	B	73	D
9	B	22	B	35	B	48	C	61	D	74	D
10	B	23	C	36	B	49	D	62	C	75	C
11	B	24	B	37	B	50	C	63	D	76	D
12	B	25	B	38	B	51	C	64	C	77	C
13	B	26	B	39	C	52	C	65	C	78	C

Dalším určujícím kritériem je vlhkost půdy určované na základě 5denního úhrnu předcházejících srážek, resp. indexu předchozích srážek (IPS) ve 3 stupních, kdy IPS I odpovídá takovému minimálnímu obsahu vody v půdě, který ještě umožňuje uspokojivou orbu a obdělávání, při IPS III je půda přesycena vodou z předcházejících dešťů. V návrhu uvažujeme IPS II pro střední nasycení půdy.



Obr. 7.2 – nomogram Vliv obsahu vody v půdě na změnu odtokové křivky (CN)

Po přiřazení hydrologické půdní skupiny k půdnímu typu se pokračuje ve výběru čísla CN, kde se zohledňuje využití půdy, vegetační pokryv, způsob obdělávání a uplatnění protierozních opatření. To se liší podle jednotlivých druhů pozemků.

Tab. 7.3 – Průměrná čísla odtokových křivek – CN pro IPS (Janeček a kol. 2012)

Využití půdy	Způsob obdělávání	Hydrologické podmínky	Čísla odtokových křivek – CN podle hydrologických skupin půd			
			A	B	C	D
Úhor		čerstvě zkyplený	77	86	91	94
	Pz	Šp	76	85	90	93
	Pz	Dp	74	83	88	90
Širokořádkové plodiny (okopaniny)	Př	Šp	72	81	88	91
	Př	Db	67	78	85	89
	Př + Pz	Šp	71	80	87	90
	Př + Pz	Db	64	75	82	85
	Vř	Šp	70	79	84	88
	Vř	Db	65	75	82	86
	Vř + Pz	Šp	69	78	83	87
	Vř + Pz	Db	64	74	81	85
	Vř + Pr	Sp	66	74	80	82
	Vř + Pr	Db	62	71	78	81
	Vř + Pr + Pz	Šp	65	73	79	81
	Vř + Pr + Pz	Db	61	70	77	80
Úzkořádkové plodiny (obilniny)	Př	Šp	65	76	84	88
	Př	Db	63	75	83	87
	Př + Pz	Šp	64	75	83	86
	Př + Pz	Db	60	72	80	84
	Vř	Šp	63	74	82	85
	Vř	Db	61	73	81	84
	Vř + Pz	Šp	62	73	81	84
	Vř + Pz	Db	60	72	80	83
	Vř + Pr	Sp	61	72	79	82
	Vř + Pr	Db	59	70	78	81
	Vř + Pr + Pz	Šp	60	71	78	81
	Vř + Pr + Pz	Db	58	69	77	80
Víceleté pícniny, luštěniny	Př	Šp	66	77	85	89
	Př	Db	58	72	81	85
	Vř	Šp	64	75	83	85
	Vř	Db	55	69	78	83
	Vř + Pz	Šp	63	73	80	83
	Vř + Pz	Db	51	67	76	80
Pastviny s pokryvem	< 50 %	-	68	79	86	89
	50 - 75 %	-	49	69	79	84
	> 75 %	-	39	61	74	80
Louky	Sklizené	-	30	58	71	78
Křoviny s pokryvem	< 50 %	-	48	67	77	83
	50 - 75 %	-	35	56	70	77
	> 75 %	-	30	48	65	73
Sady se zatravněným mezifadím		Šp	57	73	82	86
		Stř.	43	65	76	82
		Db	32	58	72	79
Lesy		Šp	45	66	77	83
		Stř	36	60	73	79
		Db	30	55	70	77
Zemědělské dvory		-	59	74	82	86
Komunikace s příkopy	dlážděné, živičné, makadamové, šterkové, nezpevněné, hliněné		83	89	92	93
			76	85	89	91
			72	82	87	89
Nepropustné plochy			98	98	98	98

Poznámka:

Pz - posklizňové zbytky nejméně na 5% povrchu po celý rok.

Př - přímé řádky vedené bez ohledu na sklon pozemku, tedy i po spádnici.

Vř - vrstevnicové řádky vedené přesně ve směru vrstevnic – konturově, při sklonu pozemku menším než 2% je obdělávání napříč svahu v přímých řádcích rovnocenné vrstevnicovému obdělávání.

Pr - pásově pěstované plodiny a příčně situované průlehy na pozemku.

Db - dobré hydrologické podmínky zvyšující infiltraci a snižující odtok, kdy je více než 20 % povrchu pokryto zbytky rostlin, tj. více než $850 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ u širokořádkových plodin nebo $350 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ u úzkořádkových plodin.

Stř - střední hydrologické podmínky.

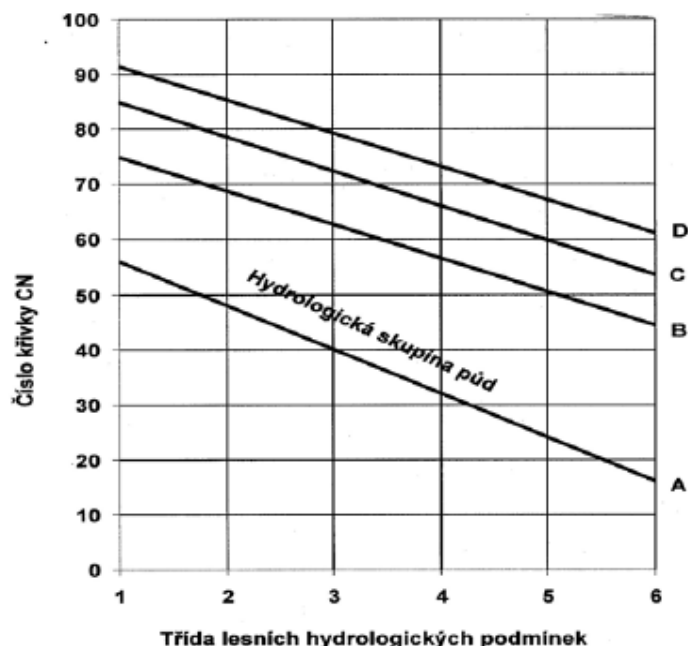
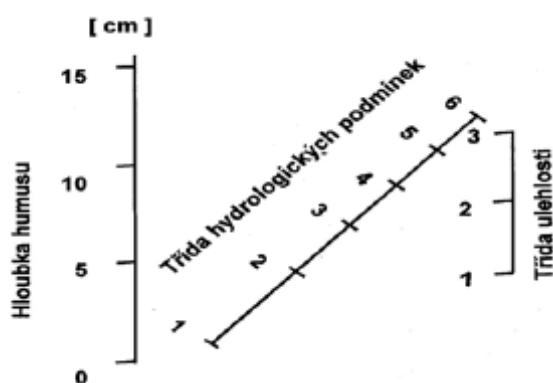
Šp - špatné hydrologické podmínky omezující infiltraci vody do půdy a zvyšující odtok, s menším množstvím posklizňových zbytků než při Db zejména přináchylnosti půdy ke vzniku krusty

Výpočet CN křivek a následně i množství vody soustředěné v povrchovém odtoku ovlivňuje hospodaření. Každý rok se vyskytují na polích jiné plodiny, z nichž každá má jinou retenční schopnost. Kromě zvolených plodin retenci a i erozi ovlivňuje i vegetační období. Sezónní změny CN lze vyjadřovat tak, že pro období orání a setí (sázení) CN odpovídá úhoru. Mezi výsevem (výsadbou) a před vrcholovým růstem odpovídají CN průměrům. V období vrcholového růstu, zpravidla před sklizní, je $\text{CN} = 2 \text{CN}_0 - \text{CN}_{\text{úhor}}$. Po sklizni závisí CN na zakrytí povrchu půdy rostlinnými zbytky. Pokud jsou 2/3 povrchu půdy bez pokryvu, pak CN odpovídá úhoru, pokud je 1/3 bez pokryvu, odpovídá průměrnému CN (Janeček a kol. 2012).

U lesních porostů je tomu podobně. Zde je hlavním určujícím faktorem hustota porostu. Důležitý je také druh lesa. Nerozložené listí, jehličí, větévky, kůra a jiné zbytky vegetace na lesní půdě tvoří hrabanku, ze které vzniká vrstva nadložního humusu. To se dělí do třech základních tříd ulehlosti. Pomocí nomogramů dále lze odečíst příslušné číslo CN. Nejprve se porovná třída ulehlosti s hloubkou humusu, a po té vzejde číslo určující třídu hydrologických podmínek. Toto číslo následně použijeme ve druhém nomogramu, kde s příslušnou hydrologickou skupinou půd určíme konečné číslo CN křivky.

Tab. 7.4 – Hodnocení nadložního humusu podle metody CN – křivek (Janeček a kol. 2012)

Humus	Třída ulehlosti
zcela slehlý	1
málo slehlý	2
kyprý a sypký	3



Obr. 7.3. – Nomogramy pro určení čísel odtokových křivek (CN) pro zalesněná povodí podle hydrologických skupin půd

7.2. Kulminační průtok

Určení kulminačního (vrcholového) průtoku Q_{pH} je obtížnou částí nepřímých hydrologických metod. Povodí s podstatně rozdílnými čísly CN a dobou koncentrace povrchového odtoku v důsledku různé sklonitosti svahů, půd a způsobů jejich využití je nutné rozdělit na dílčí povodí. Při výpočtu kulminačního průtoku se v metodě odtokových křivek používá poměru počáteční akumulace k jednodennímu maximálnímu srážkovému úhrnu I_a/H_s . Pro poměr I_a/H_s se podle doby koncentrace z nomogramu na určí jednotkový kulminační průtok q_{pH} .

Kulminační průtok se pak stanoví ze vztahu:

$$Q_{pH} = 0,00043 \cdot q_{pH} \cdot P_p \cdot H_o \cdot f \quad (\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1})$$

Q_{pH} - jednotkový kulminační průtok

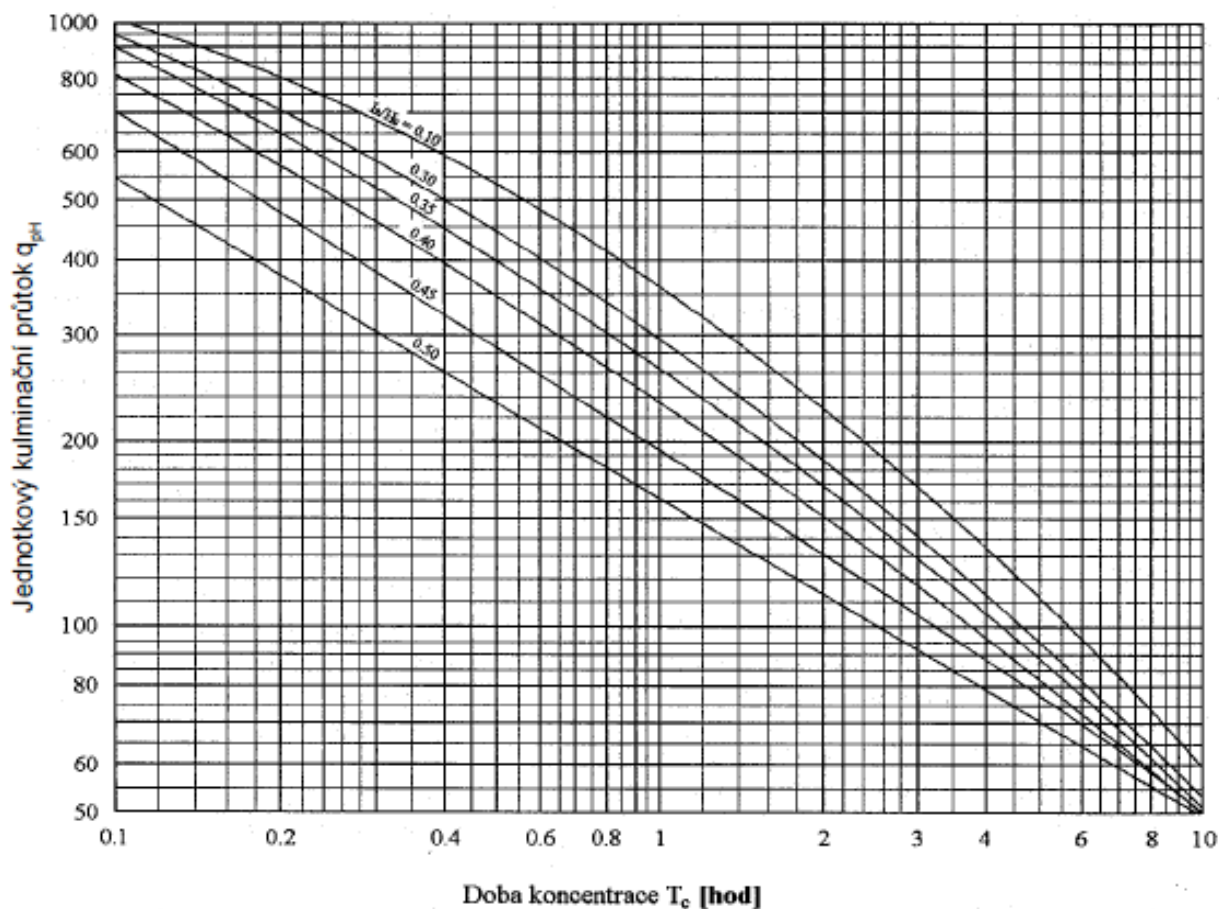
P_p - plocha v povodí (km^2)

H_o - výška odtoku (mm)

f - opravný součinitel pro rybníky a mokřady

Tab. 7.5 – Opravný součinitel (f) pro nádrže, rybníky a bažiny

% ploch nádrží, rybníků a bažin v povodí	F
0,0	1,00
0,2	0,97
1,0	0,87
3,0	0,75
5,0	0,72

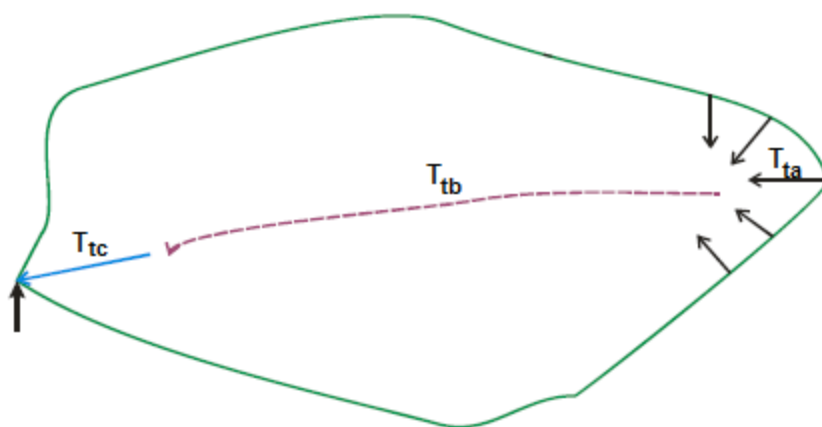


Obr. 7.4 – Nomogram pro zjištění jednotkového kulminačního průtoku (q_{pH}) z doby koncentrace (T_c) a poměru (I_a / H_s) (Janeček a kol. 2012)

7.3. Doba koncentrace a doba doběhu

Doba doběhu (T_t) je čas, který potřebuje voda k přemístění z jednoho místa povodí na jiné. Je to část **doby koncentrace (T_c)**, jež je časem, který je potřebný pro odtok z hydraulicky nejvzdálenějšího bodu v povodí do uzávěrového profilu povodí; počítá se jako součet dílčích dob doběhu ve zvolené odtokové dráze. Doba koncentrace ovlivňuje tvar a kulminaci hydrogramu odtoku. Intenzifikace zemědělského využití pozemků v krajině obvykle zkracuje dobu koncentrace, čímž se zvyšuje vrcholový průtok (Janeček a kol 2012).

$$T_t < T_c, T_c = \sum T_t$$



Obr. 7.5 – Znárodnění částí doby koncentrace T_c

Doba koncentrace se tedy dělí na tři části. Prvním je **plošný či svahový povrchový odtok T_{ta}** (voda z povodí stéká z horních částí). Dále přechází v **soustředěný odtok o malé hloubce T_{tb}** a nakonec teče **soustředěným odtokem v otevřeném korytě T_{tc}** .

Doba koncentrace povrchového odtoku (T_c) je tedy součtem doby doběhu (T_t) pro různé po sobě následující úseky proudění.

$$T_c = T_{ta} + T_{tb} + T_{tc} (h)$$

7.3.1. Plošný povrchový odtok

Pro **plošný (svahový) povrchový odtok** kratší než 100 m lze použít pro výpočet doby doběhu T_{ta} Manningovu kinematickou rovnici. Hodnoty Manningova součinitele drsnosti (n) pro plošný odtok o maximální hloubce do 3 cm, pro různé druhy povrchů, včetně vlivu dopadu dešťových kapek, odporu povrchu (překážek v podobě posklizňových rádků) a transportu sedimentů udává (Janeček a kol. 2012).

$$T_{ta} = \frac{0,007(n \cdot l / 0,3048)^{0,8}}{(H_{s2} / 25,4)^{0,5} s^{0,4}}$$

T_{ta} - doba doběhu (h)

n - Manningův součinitel drsnosti

l - délka proudění (m)

H_{s2} - úhrn 24 hod. deště s dobou opakování 2 roky (mm)

S - hydraulický sklon povrchu ($m \cdot m^{-1}$)

Tab. 7.6 – Manningův součinitel drsnosti n pro otevřená koryta (Janeček a kol. 2012)

Popis povrchu	Manningův součinitel drsnosti pro plošný povrchový odtok (n)
Hladký povrch (beton, asphalt, štěrk, holá půda)	0,011
Úhor bez posklizňových zbytků	0,05
Obdělávaná půda s posklizňovými zbytky pokrývajícími:	
< 20 % povrchu	0,06
> 20 % povrchu	0,17
Travní porost:	
nízký	0,15
střední	0,24
vysoký, hustý	0,41
Les s bylinným porostem – povrchový odtok do 3 cm:	
porost řídký	0,40
porost hustý	0,80

7.3.2. Soustředěný odtok o malé hloubce

Zhruba po 100 m se plošný odtok mění na soustředěný odtok o malé hloubce. Doba doběhu (T_{tb}) je dána podílem délky proudění a jeho rychlosti.

$$T_{tb} = \frac{l}{3600 \cdot v}$$

T_{tb} – doba doběhu (h)

l – délka proudění (m)

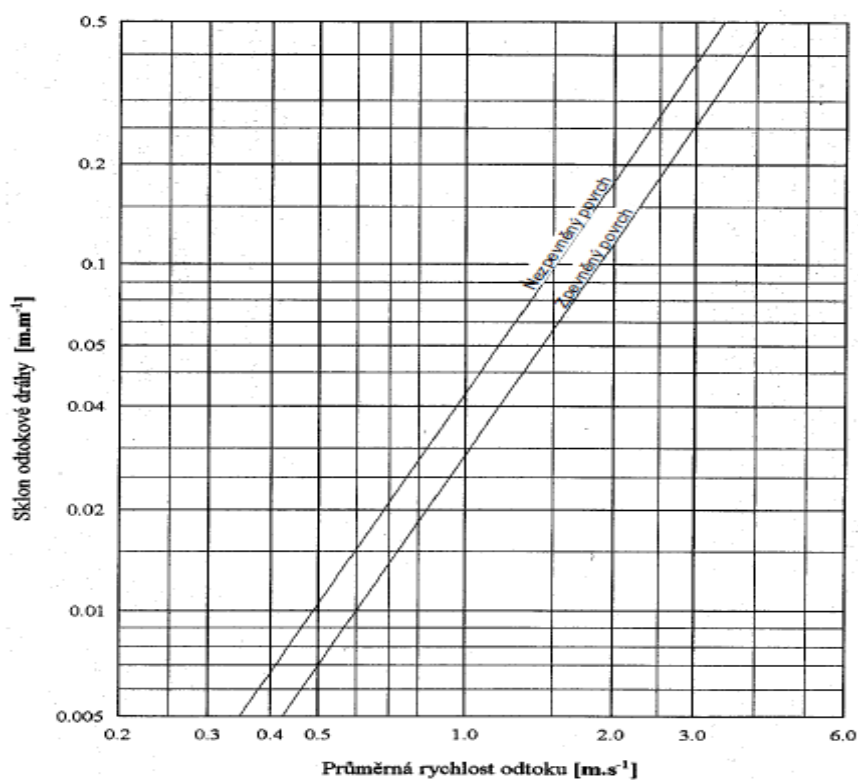
v – průměrná rychlost ($m \cdot s^{-1}$)

Průměrnou rychlost lze určit z nomogramu pro zpevněný a nezpevněný povrch. Sklony menší než 0,005 lze užít vztahy založené na řešení Manningovy rovnice pro:

- **nezpevněný povrch** pro $n = 0,05$ a hydraulický poloměr $R = 0,12$ m, $v = 4,918 \cdot s^{0,5}$
- **zpevněný povrch** pro $n = 0,025$ a $R = 0,06$ m, $v = 6,196 \cdot s^{0,5}$

v – je průměrná rychlost ($m \cdot s^{-1}$)

s – sklon odtokového prvku ($m \cdot m^{-1}$).



Obr. 7.6 – Průměrné rychlosti pro stanovení doby doběhu (Janeček a kol. 2012)

7.3.3. Proudění v otevřených korytech

Posledním úsekem doby koncentrace je proudění otevřeným korytem. To začíná tam, kde lze již zaměřit příčný profil anebo kde jsou zakreslená koryta v mapě. Průměrná rychlost proudění se obvykle stanoví pro průtok otevřeným korytem podle rovnice Manninga.

$$v = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot s^{1/2} \quad [\text{m} \cdot \text{s}^{-1}]$$

v – průměrná rychlost ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)

R – hydraulický poloměr (m); $R = F/O$

F – plocha příčného profilu (m^2)

O – omočený obvod (m)

s – sklon koryta toku ($\text{m} \cdot \text{m}^{-1}$)

n – Manningův součinitel drsnosti pro průtok otevřeným korytem

Tabulka 7.7 – Manningův součinitel drsnosti n pro otevřená koryta (Janeček a kol. 2012)

Charakteristika koryta	Manningův součinitel drsnosti pro otevřená koryta
Hladký povrch (beton, asfalt, štěrk, holá půda)	0,012
Betonové tvárnice	0,013
Struskobetonové tvárnice	0,014
Kamenná dlažba spárovaná	0,022
Polovegetační tvárnice	0,025
Zemní koryto pravidelné kosené	0,025
Kamenná dlažba na sucho, hrubá	0,029
Kamenná rovnanina	0,032
Polovegetační tvárnice, vzrostlý drn	0,033
Zemní koryto pravidelné, nekosené	0,033

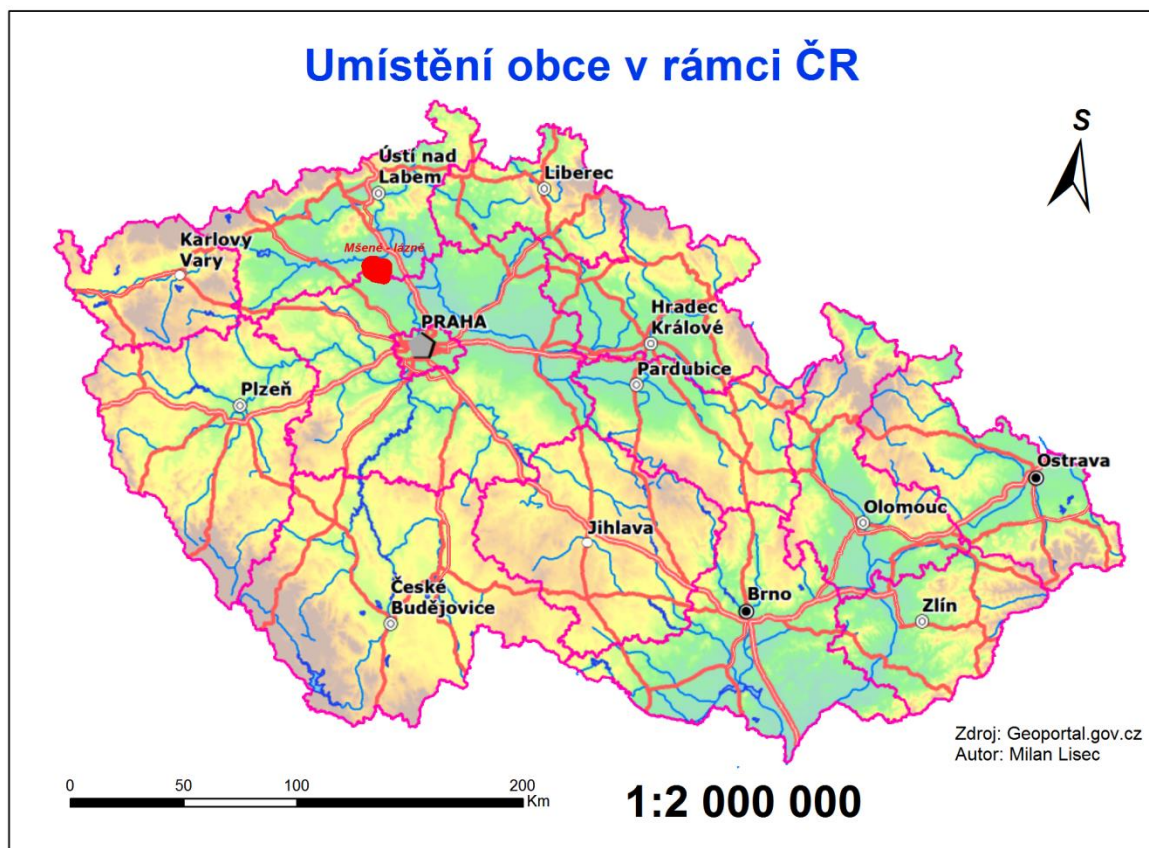
Doba doběhu (T_{tc}) se vypočte podle vztahu

$$T_{tc} = \frac{l}{3600 \cdot v}$$

l – délka úseku

8. Charakteristika zájmového území

8.1. Základní informace o obci



Obr. 8.1 – Umístění obce Mšené – lázně v rámci ČR

Mšené – lázně jsou obec v jižním okraji okresu Litoměřice. Obec je na pomezí Ústeckého a Středočeského kraje. Spádovým městem (obec s rozšířenou působností) je Roudnice nad Labem, která se nachází 15 km severovýchodně. Rozloha obce je 37,2 km². V obci žilo v roce 2016 celkem 1737 obyvatel v 6 místních částech. Součástí obce jsou od 1.1.1981: Mšené – lázně, Vrbice, Ředhošť s osadou Loucká (2 km západně od Ředhoště), Ječovice s osadou Bohdal, Podbradec a Brníkov.

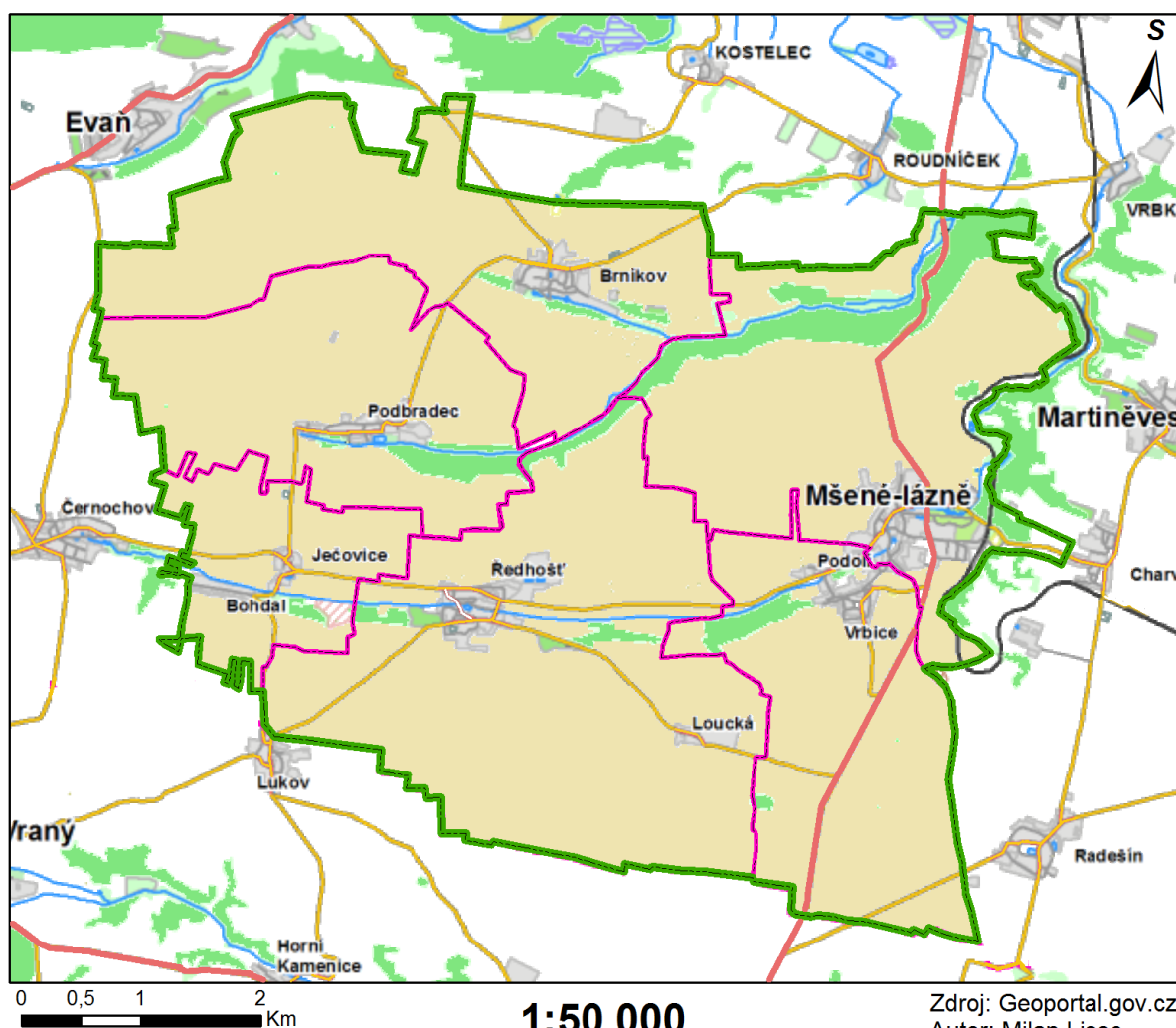
Sousedními obcemi jsou:

- severně město Budyně nad Ohří a místní části Vrbka, Roudníček a Kostelec nad Ohří
- západně obce Evaň, Peruc s místní částí Černochovo
- jižně obec Vraný s místní částí Lukov, obec Jarpice, Šlapanice a Poštovice
- východně obec Martiněves s místními částmi Charvatce a Radešín

Tab. 8.1 – části obce Mšené – lázně

místní část	kat. území	číslo k.ú.	rozloha (km ²)	populace	domy
Mšené- lázně	Mšené- lázně	700 258	7,67	866	277
Vrbice	Vrbice u Mšeného lázní	700 266	5,29	219	108
Ředhošť	Ředhošť	744 905	9,66	209	138
Ječovice	Ječovice	723 347	2,47	95	52
Podbradec	Podbradec	723 355	5,40	117	88
Brníkov	Brníkov	723 339	6,71	211	113

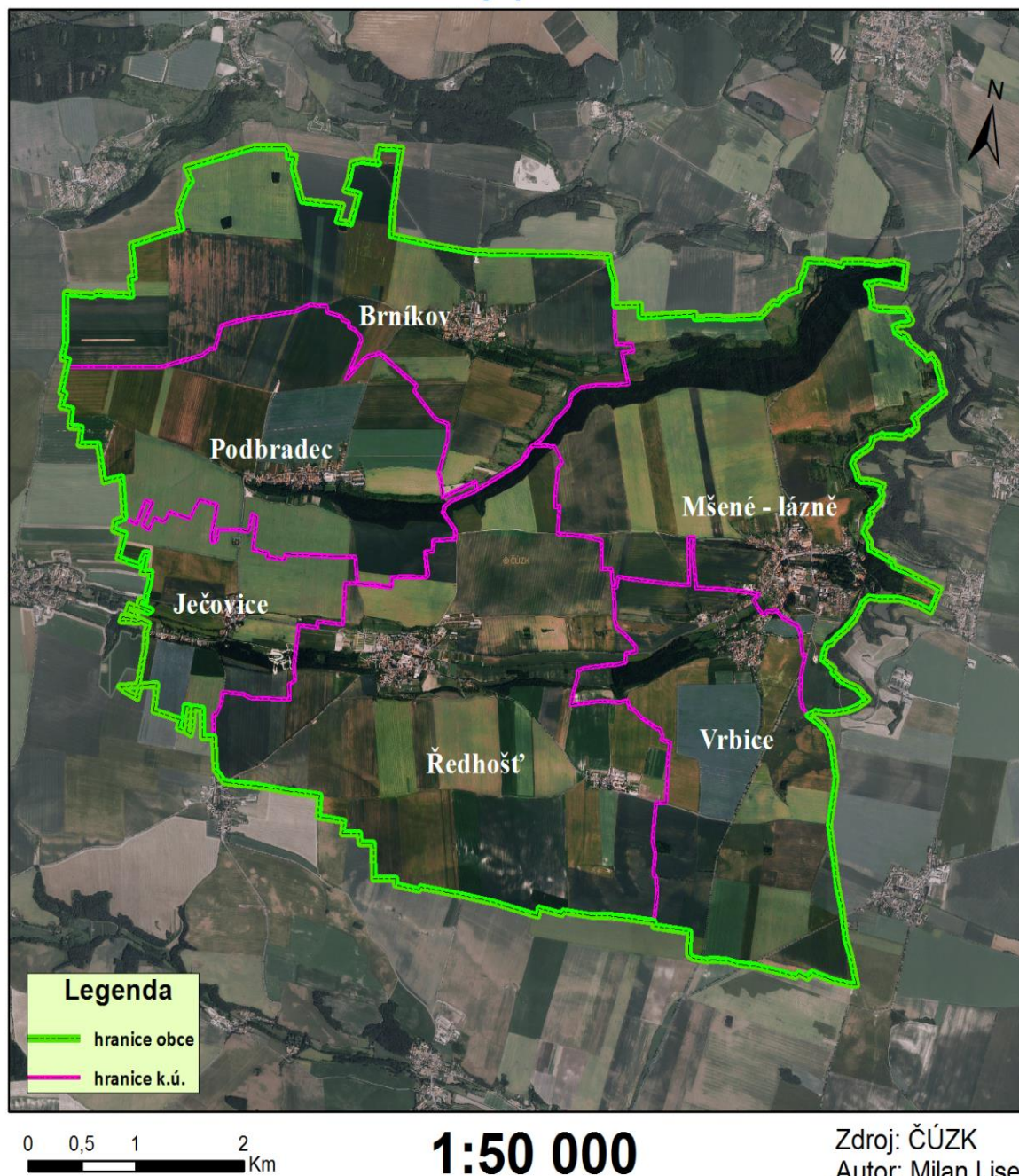
Obec Mšené - lázně



Obr. 8.2 – Mapa obce Mšené – lázně

Obec Mšené - lázně

letecký pohled



Obr. 8.3 – Ortofoto pohled na obec Mšené – lázně

8.2. Místní části obce Mšené - lázně

8.2.1. Mšené – lázně a Vrbice

Mšené-lázně jsou hlavní částí obce, která je největší a sídlí zde všechny důležité instituce, jako je obecní úřad, pošta, základní a mateřská škola. Dále jsou zde lékaři, několik obchodů. Vrbice je sice místní částí se svým katastrálním územím, ovšem současně jsou obě spojené včetně jednotného číslování domů a pojmenování ulic. Tvoří tak jeden celek.

Zdejší krajina je velmi rozmanitá. Na jihu směrem na Louckou a Radešín se v rovinaté části nachází pouze pole s několika remízky. Severně nad Mšenými-lázněmi jsou také pole, které ukončuje les zvaný Mšenský háj. Nejvyšší místo je u Radešína na hranicích území 270 m n. m. - místní název Bílý vrch. Druhé místo s 264 m n. m. je právě na hřebeni u háje a je zvané Na Makovském. Místní částí protéká Mšenský potok od západu a za lázněmi se stáčí severně k Budyni nad Ohří. Je obklopen smíšeným lesem, největší les je v tzv. Močidelském údolí směrem k Martiněvsi. Tato část je z přírodního hlediska nejzajímavější lokalitou. Zde je Přírodní památka „Na dlouhé stráni“, kde se vyskytuje několik chráněných druhů rostlin a živočichů. Nejnižší místo je situováno právě u toku - 192 m n. m.

Historie

Původ názvu Mšené nelze jednoznačně definovat. Je možné, že se odvozuje od místa s hojným výskytem mechů (mšeti = mechem). V minulosti se používaly i názvy Mšeno a Mšený. Nejstarším majitelem se uvádí v roce 1262 Púta z Rýzemberka. Od jeho rodu poházejí vладыkové z Šebína, Křesína, Vetlé, což byli všichni nositelé erbu lví tlapy (součást nynějšího znaku obce). Další majitelé byli rod pánů z Rvenic či ze Slavětína, kteří měli v erbu zelené leknínové listy (odtud druhá část znaku obce). Před polovinou 15. století držel majetek rod knížat illburků. Po té se vystřídalo ještě několik vlastníků, například páni Zajícové z Házmburku (1538), Boryňové ze Lhoty na Míkovcích (1607), Malovové z Malovic. V roce 1745 koupil mšenské panství kníže Oldřich Kinský, za jehož panování právě vznikly zdejší lázně. Protože dvůr nevynášel, prodali Kinští Mšené v roce 1866 soukromníku Mautnerovi. Po něm se vystřídalo opět několik majitelů – bankéř Emanuel Brandeis v roce 1868, proněmecký spolek Chabrus (1873) a pražský stavitel Alfréd Kirpal. Ten v roce 1881 prodal panství

Františku Tomanovi, který se narodil jako syn panského ovčáka na mšenkém zámku (Mšené-lázně a okolí na starých pohlednicích 2001)

Mezi nejstarší památky se v obci řadí socha Jana Nepomuckého roku 1772. Největší dominantou je zámek, který vzniknul přestavbou tvrze v roce 1798 a dalšími úpravami v 19. století. Na návsi stojí kaple rovněž Jana Nepomuckého postavená roku 1901. Na Vrbici a v Podole jsou kapličky a i v okolí je jich několik. Další významnou stavbou je základní škola, která byla postavena a otevřena v roce 1895. Ta byla mezi lety 2005 - 2007 kompletně přestavěna. V roce 2016 byla postavena a otevřena nová Mateřská škola.

Hospodářství a infrastruktura

V 19. století se postupně začal v obci rozvíjet průmysl. V roce 1871 byl postaven cukrovar (v místě nad lázněmi z jihu). Dnes již nestojí, neboť na počátku 70. let byla na jeho místě vystavěno několik bytových domů. Druhá továrna na len a pěstírna bource morušového vznikla v roce 1921. V Podole působilo také několik řemesel. Byla zde cihelna. V současnosti působí v obci např. likérka Okar, která vyrábí bylinné likéry.

Rozvoj přinesla i železniční dráha, která se začala v roce 1906 stavět. Je to trať č. 095 (Vraňany – Straškov – Libochovice). V současnosti je pravidelný provoz v úseku Bříza – Libochovice od roku 2006 zastaven a je zde pouze provoz turistické linky (tzv. Podřipský motoráček). Veškerou dopravní obslužnost tak zajišťují autobusy tří linek s velkým počtem spojů v rámci integrovaného systému DÚK. Přes místní část Mšené-lázně prochází důležitá komunikace II/118 (dříve státní silnice I/30), která spojuje města Slaný a Litoměřice.

Z veřejných sítí mají Mšené-lázně s Vrbicí vybudovaný přívod vody z Brníkova po roce 1970. Elektřina byla v obci od 20. let a v roce 2000 byly rozvody umístěny pod zem. Vodovod, plynovod a kanalizace byly vybudovány mezi roky 1995-1998. V roce 1988 byla postavena ČOV a v roce 2010 byla rozšířena. V místní části je dále položen telefon od roku 2002.

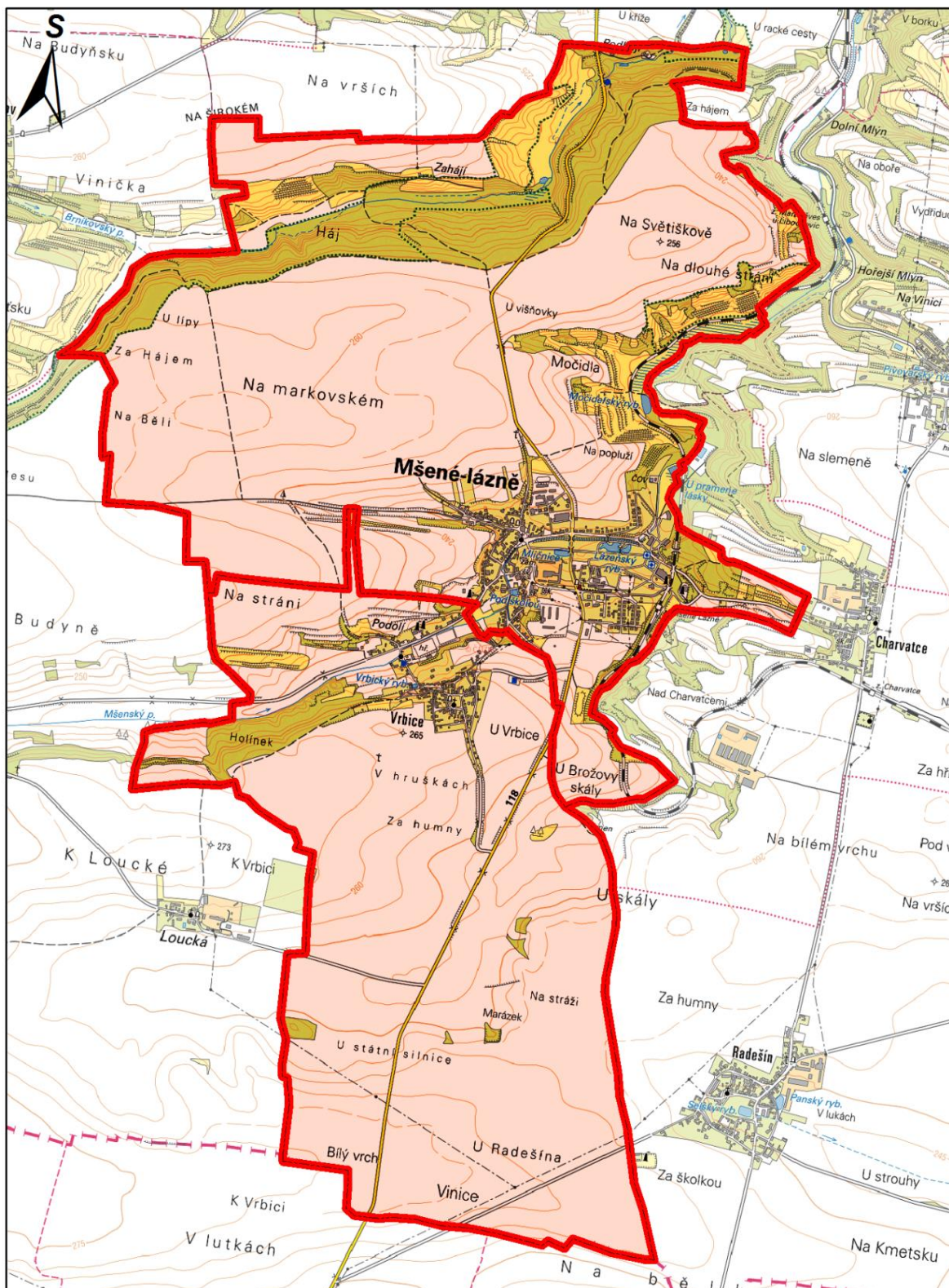
Lázně

Lázně ve Mšeném mají svou vlastní historii. Prameny léčivých podzemních vod v blízkosti obce jsou známy od pradávna. V polovině 18. století byla voda vyvěrající v blízkosti myslivny u panské bažantnice užívána myslivci. Dovážel si ji i budyňský lékař Mudr. Bayer k léčení svých pacientů. V roce 1790 přijel na inspekci ředitel panských majetků rodu Kinských František Pavikovský, který trpěl žaludečními nevolnostmi. Když se napil mšenské vody, ulevilo se mu. Tím byl dán podnět k založení zdejších lázní. Proslulý lékař a mineralog Mudr. František Ambrož Reuss z Bíliny potvrdil znamenitý obsah minerálních látek ve zdejší vodě.

Kníže Oldřich Kinský neměl sám odvalu k budování lázní, ale souhlasil s jejich výstavbou i s tím, že na to Františku Paikovskému půjčí peníze a ten je vybuduje na svůj náklad, což se také v roce 1796 stalo. Když se pozemkový majetek ve Mšeném dostal do vlastnictví rodiny Tomanovy, byly zahájeny na poč. 2. století rozsáhlé rekonstrukce lázeňského areálu i provozu lázní. Po druhé světové válce byly lázně zestátněny. Do dnešní doby (od 1992) vstoupily lázně jako samostatná akciová společnost. Po roce 2000 byly lázně znovu zrekonstruovány.

Léčí se zde úspěšně nemoci pohybového ústrojí, záněty nervů, pooperační stavy, onemocnění páteře a jiné nemoci. Vyhlášenými léčebnými prostředky jsou především známé bylinné koupele, elektrolyčba, parafín, akupunktura, plynové injekce a další. Provoz lázní je nyní celoroční s kapacitou až 230 lůžek. Památkově chráněn je téměř celý areál lázní se svými historickými objekty. Nejznámější z nich je bezesporu jedinečné dílo architekta Jana Letzela, tzv. Dvorana, která byla postavena v roce 1905. Slouží jako restaurace a kavárna. Jedná se o cennou secesní stavbu. Letzel později působil v Japonsku, kde postavil průmyslový palác. Ten částečně odolal výbuchu atomové bomby v Hirošimě. Ostatní lázeňské budovy nesou názvy: Říp – hlavní láz. budova z roku 1797, Praděd (1797), Slovanka (18. stol.)- přestavba roku 1903, Kyselka (1907), Vítkov (1913), Blaník (1995-1999). V roce 1802 byla na kopci nad lázněmi zahájena stavba kostela sv. Jana Nepomuckého. Od roku 1804 ale chátrá a je z něj pouze rozvalina (Mšené-lázně a okolí na starých pohlednicích 2001).

katastrální území Mšené - lázně a Vrbice



0 0,5 1 2 Km

1:25 000

Zdroj: ČÚZK
Autor: Milan Lisec

Obr. 8.4 – Mapa k.ú. Mšené – lázně a Vrbice

8.2.2. Ředhošť

Přírodní podmínky

Místní část Ředhošť se nachází přibližně 3 km západně od Mšených-lázní. Je to zemědělská obec, která leží v údolí Mšenského potoka. Katastrálním územím sousedí dále s Ječovicemi, Černochovem, Podbradcem, Brníkovem, Vrbicí, Šlapanicemi, Jarpicemi a Lukovem. Ředhošť byla do 1.1.1981 samostatnou obcí, po té byla připojena ke Mšeným-lázním. Krajina díky údolí Mšenského potoka je mírně zvlněná, nejnižší místo je 226 m n. m. u potoka a u Lukova je nejvyšší místo 303 m n. m. Jsou tu převážně pole, jediný les je právě v údolí podél potoka ke Mšeným-lázním. Ředhošť je v současnosti velmi známá díky nedělním trhům, které začaly před cca 50 lety. Původně farmářské trhy (které nyní pořádají i ve městech) se postupně v devadesátých letech rozšířily a v současnosti se zde prodává zboží všeho druhu (z velké části stále farmářského). V sezóně navštíví trhy až 20 tisíc návštěvníků přijíždějících převážně ze severních a středních Čech.

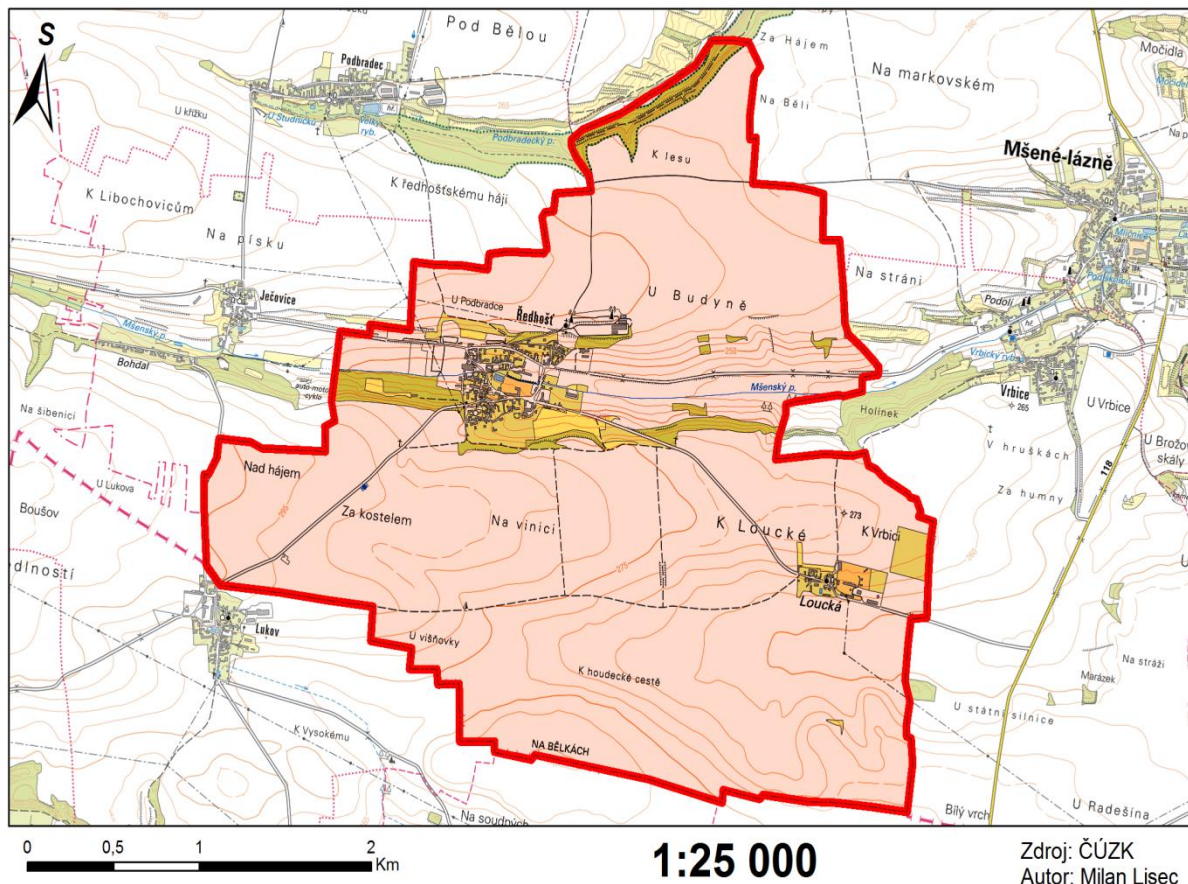
Součástí katastrálního území je ještě osada Loucká, která je mezi Ředhoští a Vrbicí. Zde je přibližně 20 domů.

Historie

Starobylý původ obce připomíná její název, který je nejspíš odvozen od staroslovanského boha Radegasta. Obcí procházela v minulosti stará normanská a poštovní magistrála z Polska přes Mělník a Loun do Německa. V počátcích historické epochy náleželo území rodu Vršovců. První písemné zmínky pochází z roku 1176, kdy se v análech uvádí Bořita z Ředhoště.

Z dalších majitelů jmenujme pražského arcibiskupa Jana Očka z Vlašimi, Libštejnské z Kolovrat, rod pánů Zajíců z Hazmburka, rod Lobkoviců a Boryňů ze Lhoty. V roce 1679 byla Ředhošť prodána proboštu dolanského kláštera, v jehož majetku setrvala až do jeho zrušení v roce 1782. Klášterní majetek si potom pronajala kněžna Terezie Poniatovská, rozená Kinská, po ní baron Jakub Wimmer a nakonec rod pánů z Aerenthalu. Nejvýznamnější památkou ve vsi je bývalý farní kostel Sv. Jiljí, původně románský ze 12. stol. (Mšené-lázně a okolí na starých pohlednicích 2001).

katastrální území Ředhošť



Obr. 8.5 – Mapa k.ú. Ředhošť

8.2.3. Ječovice

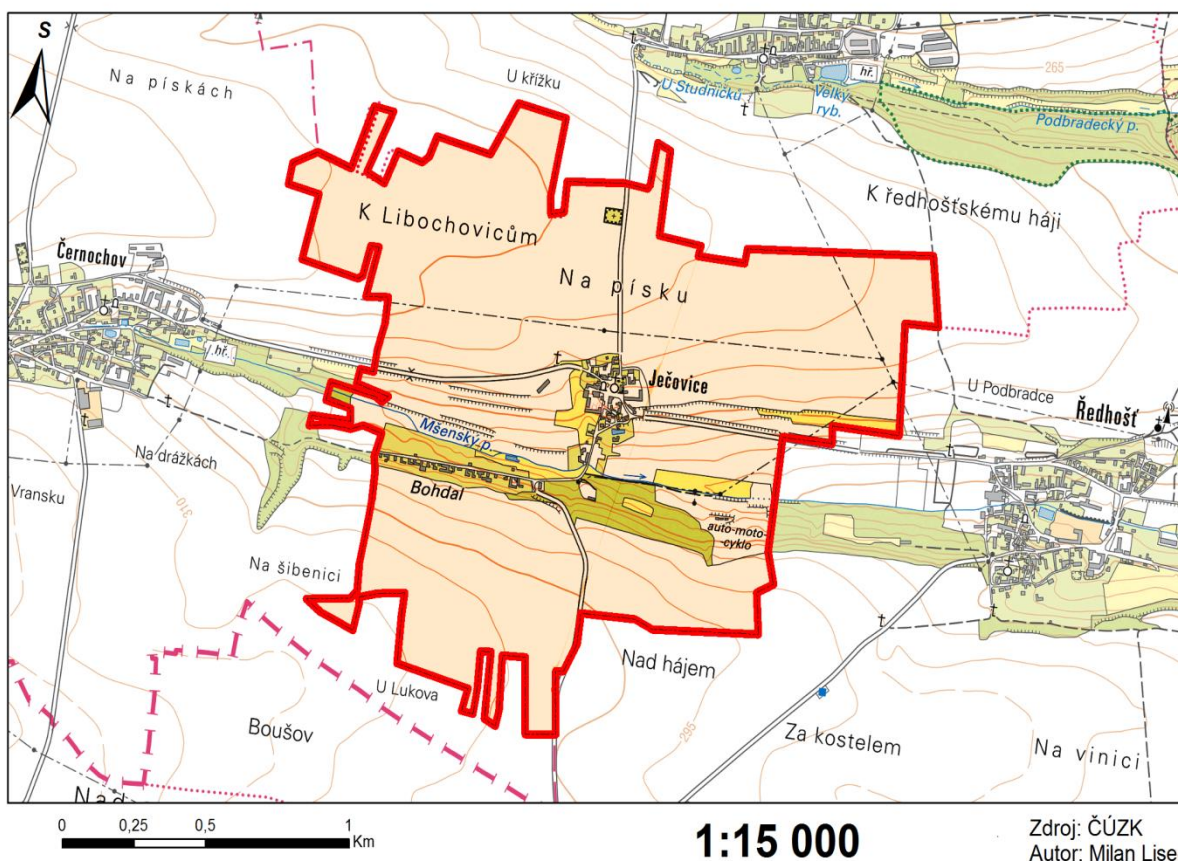
Přírodní podmínky

Ječovice se rozkládají rovněž u Mšenského potoka na mírném svahu v nadmořské výšce 260 - 290 m n. m. Jsou necelé 2 km na západ od Ředhoště. Součástí vesnice je osada Bohdal, která je na protějším svahu při silnici na Lukov. Katastrální území sousedí s Ředhoší, Podbradcem a Černochovem. Do roku 1981 byly Ječovice místní částí sousedního Podbradce, po té připadly ke Mšeným-lázním. Převážnou nezastavěnou část katastru tvoří orná půda, pouze podél potoka je zalesnění. Mezi Ředhoští a Ječovicemi se ve svahu nachází závodní dráha, kde se konají automobilové závody. Z vesnice vedou komunikace směrem na Černochovo, Ředhošť, Lukov a Podbradec.

Historie

První bezpečná zmínka o obci je datována k roku 1318. Četné majetkové převody trvaly až do 17. století, kdy Gundakar z Dietichsteina Ječovice na dlouho připojil k pozemkovému dominiu v Libochovicích. Nejvýznamnější památkou v obci se stal farní kostel sv. Barbory z roku 1783. Vznikl na místě starší vyhořelé stavby. Památkově chráněný je celý církevní komplex včetně fary, hospodářských objektů a starého hřbitova s náhrobky. Přímo v centru obce bylo v roce 1782 objeveno kostelní pohřebiště s četnými bronzovými šperky, což dokumentuje slovanské osídlení již asi v 11. stol. Ječovickou faru navštěvoval kolem roku 1840 Karel Havlíček Borovský. Na zdejší škole působil jako učitel Josef Jaromír Pleva, který zde vytvořil koncept své slavné knížky pro děti „Malý Bobeš“.

katastrální území Ječovice



Obr. 8.6 – Mapa k.ú. Ječovice

8.2.4. Podbradec

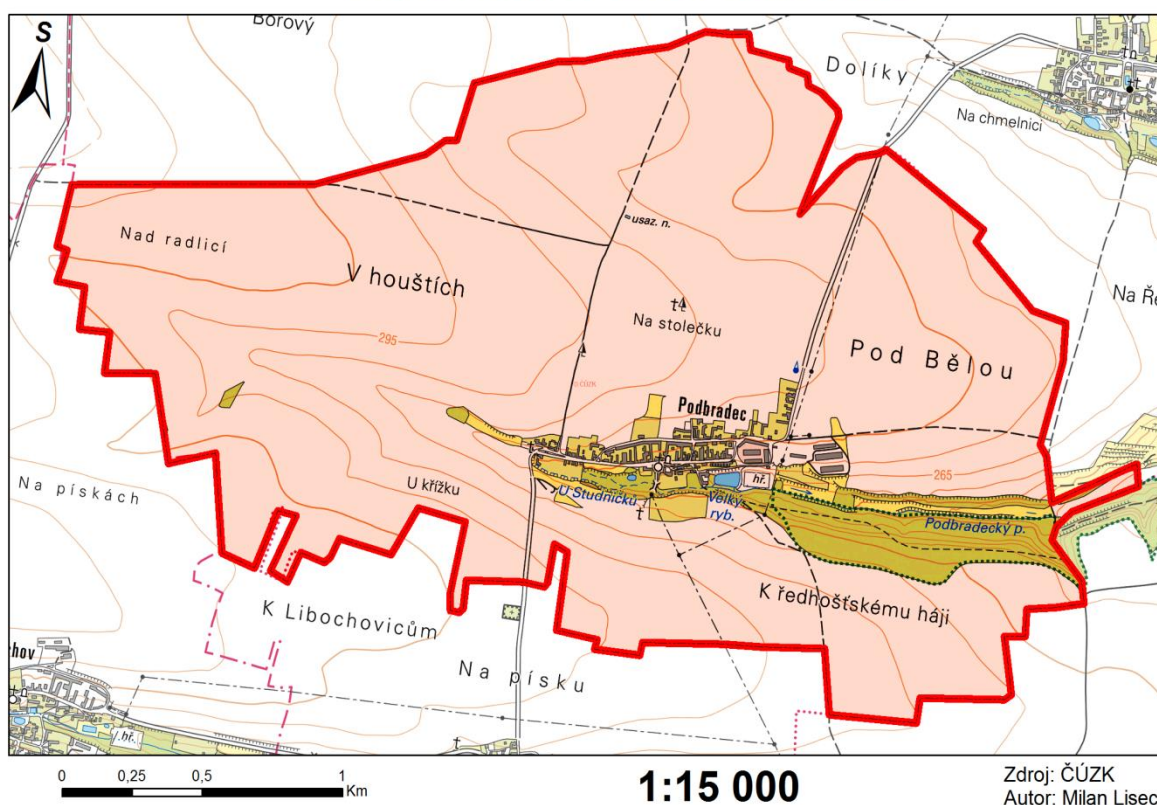
Přírodní podmínky

Podbradec je protáhlá obec položená v údolí, kde pramení stejnojmenný potok. Nachází se 2 km severně od Ječovic. Katastrální území sousedí s Ječovicemi, Ředhoští, Černochovem a Brníkovem. Až do roku 1981 se jednalo o sousední obec, jejíž součástí byly ještě i Ječovice a Brníkov. Nejnižší místo je v údolí potoka na východě k.ú. – 233 m n. m. Naopak nevyšší místo je na protější straně směrem na Černochoh a to 305 m n. m. Podobně jako Ječovice je převážná část území využívána jako orná půda. Pouze v údolí Podbradeckého potoka je les. Vesnicí prochází komunikace z Ječovic na Brníkov. Na východním okraji je zemědělský areál.

Historie

V roce 1992 slavila obec 600. výročí, které odplynuly od 1. písemné zmínky. V ní je vzpomínán Řehoř z Podbradce. Název vsi zřejmě souvisí s pojmenováním vyvýšeniny, zvané kdysi „Brada“. Existence zdejší tvrze byla potvrzena roku 1492, kdy se uvádí její vlastník Erhart z Hartenberka. Dalšími majiteli byli Jiřík z Pouchova, Krajiřové z Krajku a Peruce, Lobkovicové, Adam Pfefferkon z Odtopachu, a další. V roce 1790 byl postaven kostel sv. Floriána. Do podvědomí zdejších obyvatel se zapsal zejména farář Josef V. Commersi, který zde v roce 1884 založil hasičský sbor a proslul jako lidumil a vlastenec. V roce 1925 se v Podbradci usídlil akademický malíř Josef Antonín Zázvorka (1894-1980). Jeho nejvýznamnější dílo – nástěnný obraz „Žně pod Hazmburkem“ – lze spatřit v libochovické spořitelně.

katastrální území Podbradec



Obr. 8.7 – Mapa k.ú. Podbradec

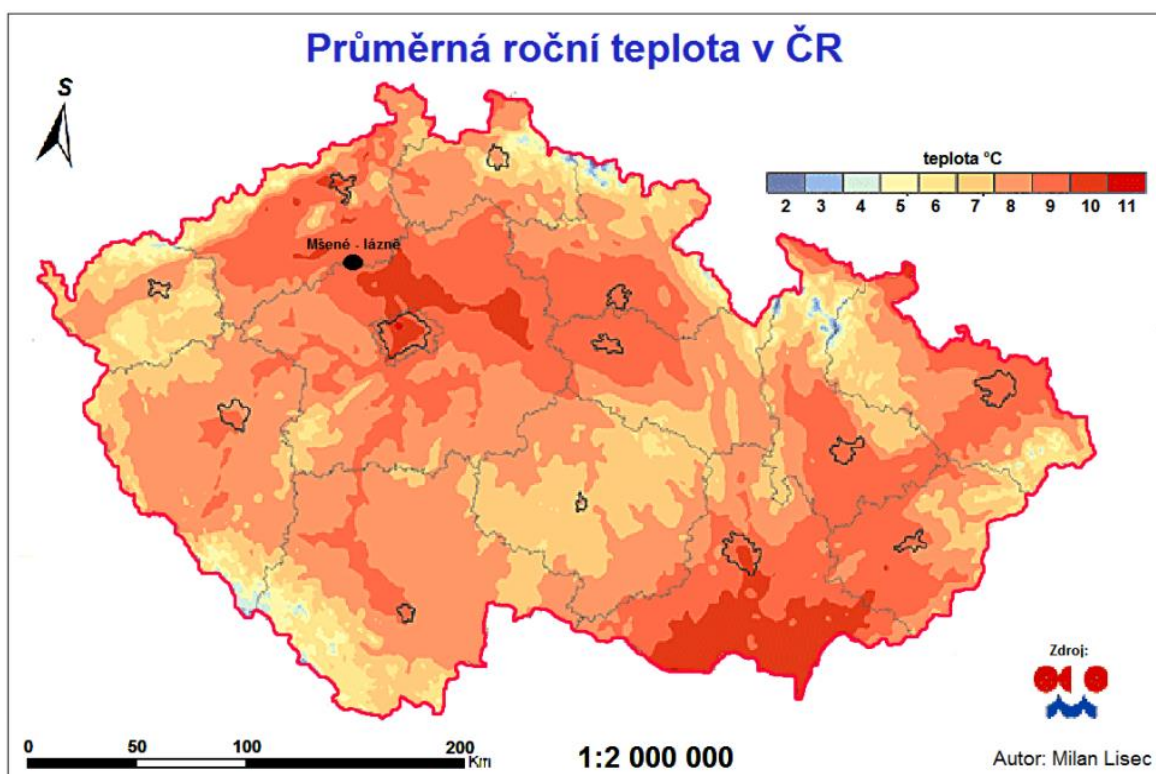
8.2.5. Brníkov

Přírodní podmínky

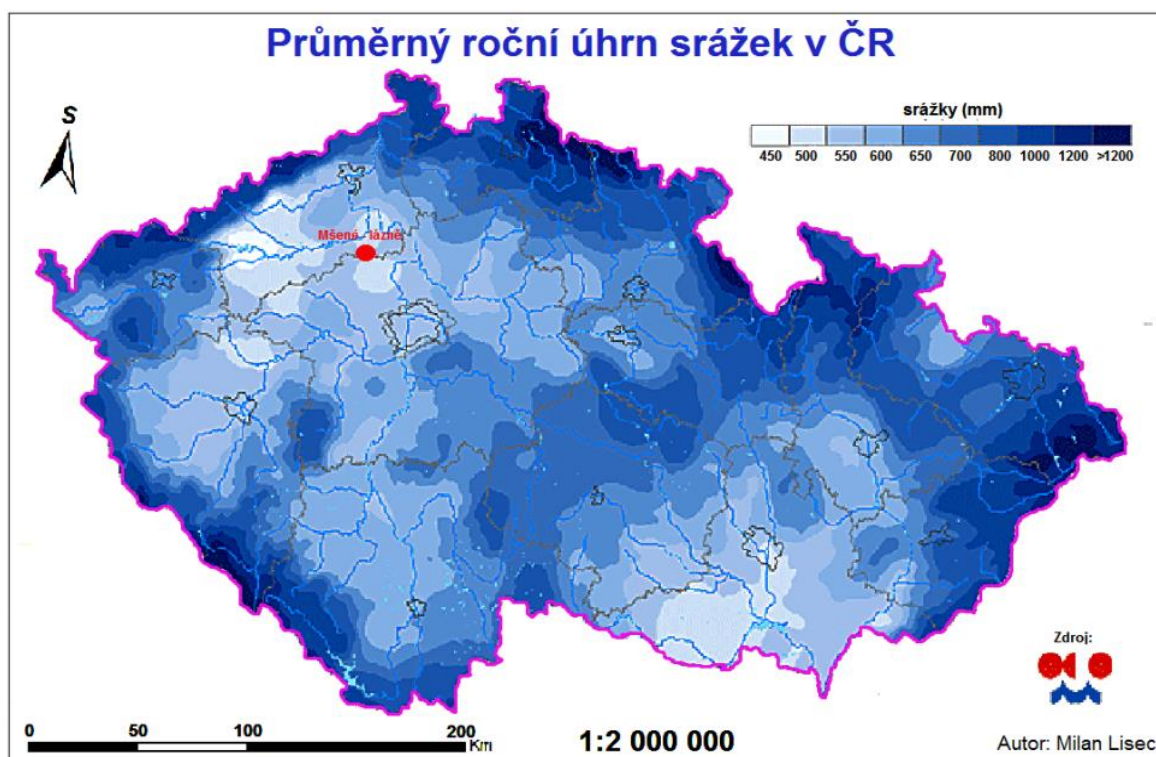
Brníkov je středně velká zemědělská obec na náhorní křídové a na svahu údolí Brníkovského potoka, který zde pramení. Katastrální území sousedí s Ředhoštěm, Mšenými – lázněmi, Podbradcem, Evaní, Kostelcem nad Ohří a Roudníčkem. Do roku 1961 byl samostatnou obcí. Mezi lety 1961-1980 byl součástí sousedního Podbradce a od 1981 byl připojen ke Mšeným – lázním. Nejnižší místo je u Brníkovského potoka 210 m n. m. Nejvyšší místo je podobně jako u Podbradce na západní straně 308 m n. m. I toto území tvoří s většiny orná půda a svahy podél potoka k Roudníčku jsou zalesněné. Severně od zástavby se nachází úpravna vod, která zásobuje pitnou vodou nejen celou obec Mšené-lázně, ale i Libochovicko. Z Brníkova vedou komunikace na Podbradec, Roudníček a Poplze (Libochovice).

8.3. Klimatické poměry

8.3.1. Průměrná roční teplota a srážky



Obr. 8.9 – Průměrná roční teplota v ČR



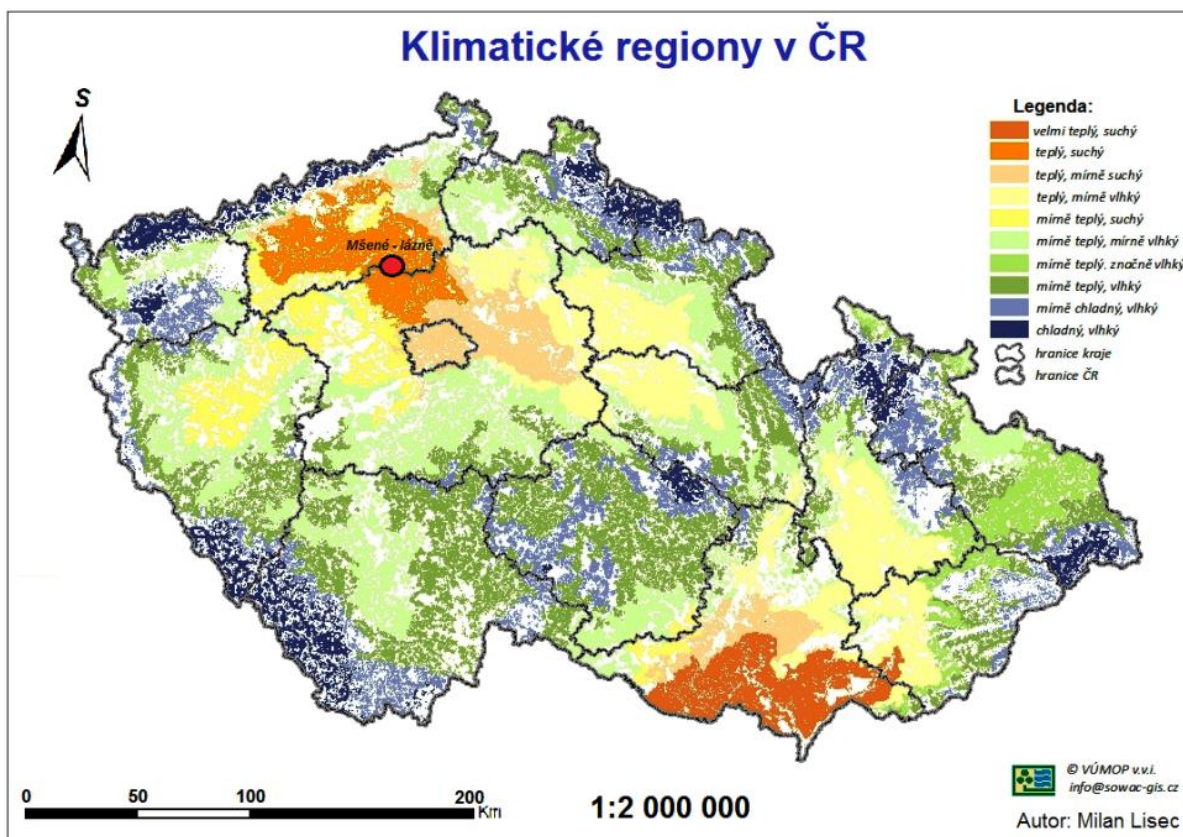
Obr. 8.10 – Průměrné roční srážky v ČR

Mšené – lázně leží na pomezí Dolního Poohří, které je v rámci ČR mezi nejteplejšími a zároveň z hlediska srážek nejsuššími oblastmi. Z mapy vyplývá, že průměrná roční teplota se pohybuje mezi 9 a 10 °C. Průměrné roční srážky jsou obvykle mezi 500 - 550 mm. Na rozdíl od teplot jsou ale u nich velké rozdíly. Například v roce 2002 spadlo dvojnásobné množství srážek oproti následujícímu roku 2003.

Pro tuto oblast jsou charakteristické krátké zimy. Sněhová pokrývka častěji leží jen několik dní a dosahuje maximálně 10 cm. Počet ledových dní (teplota celý den pod bodem mrazu) bývá okolo 20.

Léta jsou velmi teplá, počet tropických dní (max. teplota překročí 30 °C) je rovněž okolo 20. Značné množství srážek je konvekčních, tedy z přeháněk a bouřek, neboť plošnějším srážkám často jdoucích od SZ brání Krušné hory a České středohoří.

Oblast, ve které Mšené - lázně leží, je poměrně větrná. Je to způsobeno rovinatou výše položenou krajinou, navíc s převažující ornou půdou.



Obr. 8.11 – Poloha obce v rámci klimatických regionů ČR

8.3.2. Porovnání s vlastním meteorologickým pozorováním

Konkrétnějších údaje o počasí v lokalitě Mšených – lázní se dají zjistit u profesionálních stanic ČHMÚ. Následující tabulka obsahuje průměrné měsíční teploty a srážky na dvou nejbližších profesionálních stanicích. Mohlo by se zdát, že stanice Doksany je relativně blízko (14 km) a tedy by hodnoty srážek a teplot měly přibližně odpovídat. Jenže tato stanice je až o polovinu níže (150 m.n.m.), než některé části obce Mšené-lázně (až okolo 300 m.n.m. směrem na Peruc), proto často více odpovídají hodnoty ze stanice Praha – Ruzyně, byť je dvojnásobně vzdálenější. Blíže se pak nacházejí srážkoměrné stanice ČHMÚ, které se nachází v obci Straškov – Vodochody (8 km východně) a Zlonice – část Vyšíněk (8 km jižně).

Tab. 8.2 – Průměrné měsíční teploty na profesionálních stanicích ČHMÚ

měsíc	Doksany (150 m.n.m.)		Praha – Ruzyně (350 m.n.m)	
	teploty (°C)	srážky (mm)	teploty (°C)	srážky (mm)
Leden	-0,6	24	-3,0	24
Únor	1,1	18	-0,9	21
Březen	4,6	22	3,3	28
Duben	9,8	20	8,1	32
Květen	14,6	51	12,8	63
Červen	17,9	61	16,1	67
Červenec	19,9	73	17,8	73
Srpen	19,6	63	17,6	64
Září	14,6	39	13,7	37
Říjen	9,4	30	8,4	34
Listopad	4,5	27	3,1	28
Prosinec	0,5	27	-0,3	27

Z vlastního meteorologického pozorování, které je prováděno v sousední obci Martiněves, místní části Radešín (2 km jihovýchodně), je možné porovnat data s těmito stanicemi ČHMÚ. Pozorování srážek a teplot v Radešíně je prováděno od roku 2000, přičemž od roku 2015 je pomocí profesionální automatické meteostanice.

Tyto místní data jsou níže porovnána právě s profesionálními stanicemi ČHMÚ. Z vlastního měření mezi lety 2000-2016 jsou pak spočítány průměrné měsíční teploty a srážky. Z nich pak podle grafu vyplývá, že průměrné teploty se nacházejí skutečně mezi hodnotami z obou profesionálních stanic.

Z měsíčních průměrných teplot jsou v tabulce 8.3 vyznačeny u každého měsíce nejvyšší průměrná teplota (červeně) a nejnižší průměrná teplota (modře). Z ročních průměrných teplot je patrné, že nejteplejší byl rok 2015 s průměrnou teplotou 10,6 °C. Naopak nejnižší teplota 8,1 °C byla v roce 2005.

Tab. 8.3 – Průměrné měsíční teploty amatérského pozorování v obci Radešín

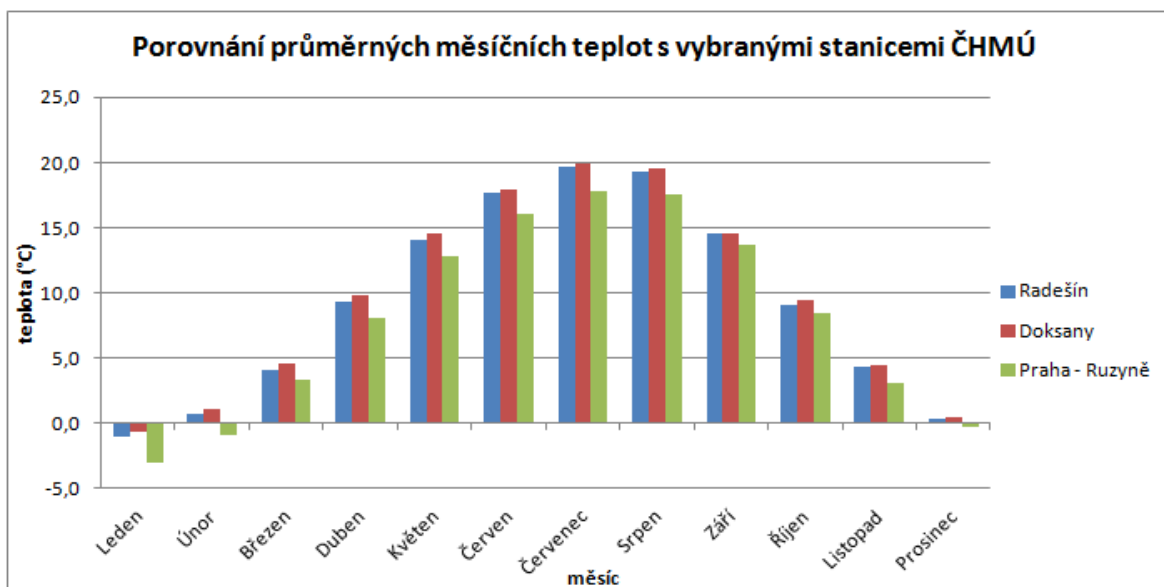
rok	měsíc												průměr rok
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
2000	-1,0	3,7	4,6	10,6	16,7	19,1	16,2	20,1	15,0	11,6	5,4	0,7	10,2
2001	-1,6	0,7	3,4	7,1	14,6	15,5	18,6	19,7	12,0	12,1	2,6	-1,3	8,6
2002	-0,5	3,6	4,7	7,9	16,4	18,4	20,0	20,1	13,7	7,9	4,1	-1,6	9,6
2003	-1,5	-3,3	5,1	7,7	15,7	21,5	19,7	22,8	15,0	5,7	3,9	-0,5	9,3
2004	-4,5	2,1	2,9	8,8	11,5	16,4	18,1	19,7	13,6	8,4	3,4	0,2	8,4
2005	-0,3	-2,6	1,5	8,4	13,1	16,8	18,8	16,3	15,3	9,6	1,8	-1,0	8,1
2006	-6,3	-2,7	0,7	8,2	13,0	17,7	24,6	16,7	17,2	10,9	5,2	2,9	9,0
2007	4,5	4,6	5,5	11,0	14,7	18,9	19,0	18,7	12,1	7,9	2,3	0,3	10,0
2008	1,0	4,1	4,4	8,0	14,1	18,4	19,2	19,1	13,3	8,8	5,0	1,4	9,7
2009	-3,7	0,7	4,9	12,3	13,8	15,1	19,3	19,7	16,2	7,9	5,7	-1,0	9,2
2010	-4,4	-1,5	3,7	9,7	13,0	18,3	21,7	18,5	12,6	7,6	5,0	-6,0	8,2
2011	-1,1	-1,5	4,4	12,1	14,6	18,3	17,6	19,6	16,0	9,4	3,2	2,6	9,6
2012	1,2	-3,9	6,3	9,2	15,7	17,6	19,2	20,0	14,7	7,9	4,5	-1,4	9,3
2013	-1,1	-0,4	-0,5	8,8	12,2	16,6	20,6	18,5	13,2	9,3	4,3	1,2	8,6
2014	0,2	2,1	6,7	10,8	12,7	16,7	20,6	17,1	15,1	10,8	6,1	2,5	10,1
2015	1,8	1,2	5,5	9,0	13,2	16,6	21,2	22,5	14,8	8,9	7,1	5,1	10,6
2016	-0,4	4,4	5,0	9,5	14,9	18,5	20,3	18,7	17,8	9,2	4,4	1,4	10,3
průměr	-1,0	0,7	4,0	9,4	14,1	17,7	19,7	19,3	14,6	9,1	4,4	0,3	9,3

Pokud toto srovnání uděláme s měsíčními srážkovými úhrny, tak lze zjistit, že v případě některých let se střídaly extrémy, kdy jeden rok byl velmi srážkově nadprůměrný, zatímco následující velmi podprůměrný (např. roky 2002 a 2003). Rok 2003 byl ze všech nejsušší. Naopak v roce 2010 spadlo hlavně díky srážkově bohaté zimě 757 mm, což je 150% normálu, který činí pro tuto oblast 505 mm (ČHMÚ). Jako u předchozí tabulky s průměrnými teplotami jsou i zde (tab. 8.3) vyznačeny pro každý měsíc červeně nejvyšší a modře nejnižší hodnoty. Nejvyšší měsíční úhrn je v srpnu 2001, kdy bylo hodně přivalových srážek. V letních měsících jsou tyto hodnoty často způsobeny konvektivními srážkami, ve kterých se v mnohých případech vyskytnou i kroupy.

Tab. 8.4 – Průměrné měsíční srážky amatérského pozorování v obci Radešín

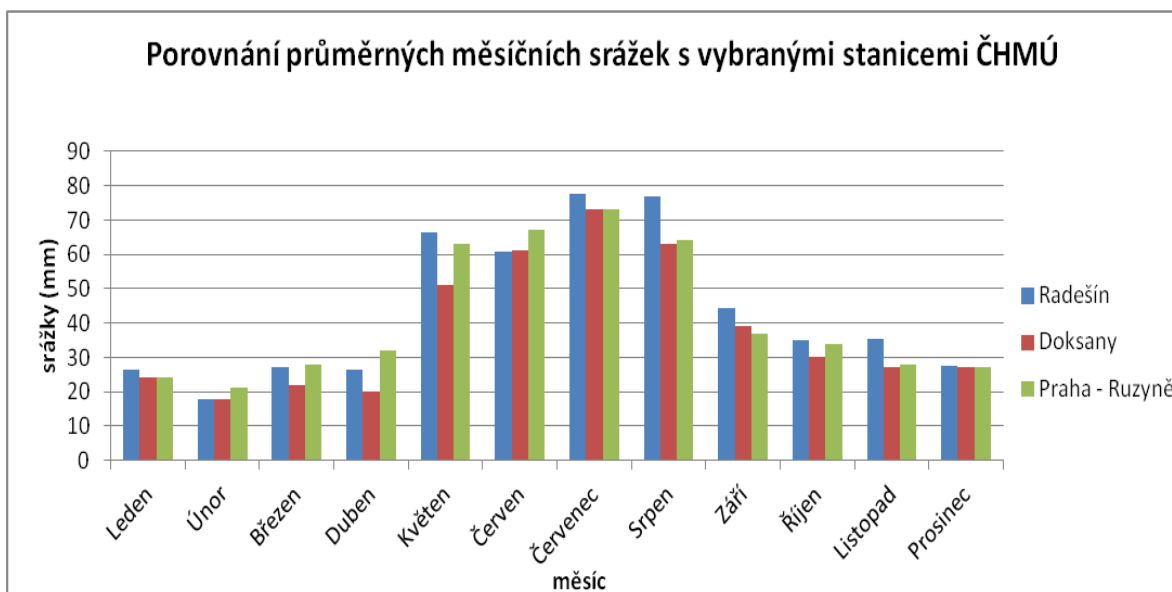
rok	měsíc												suma rok
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
2000	30	26	65	8	46	34	63	38	15	60	27	8	420
2001	12	16	34	40	42	34	57	187	81	27	39	35	604
2002	13	46	12	35	72	95	66	131	53	46	72	37	678
2003	20	2	1	12	75	27	91	24	33	22	6	25	338
2004	54	17	24	15	52	65	43	54	13	22	59	11	429
2005	29	26	2	13	69	55	116	42	39	11	8	33	443
2006	8	16	43	47	56	27	36	74	12	35	17	19	390
2007	38	17	15	3	69	58	45	49	67	11	49	11	432
2008	12	10	44	72	47	60	43	75	17	57	23	36	496
2009	10	26	35	16	75	92	106	23	17	37	40	39	516
2010	47	5	20	25	94	62	90	167	97	6	79	65	757
2011	16	3	27	18	45	63	139	66	34	27	0	39	477
2012	50	15	9	34	32	48	118	53	43	29	44	36	511
2013	27	45	29	21	117	132	25	123	53	57	35	10	674
2014	33	3	34	18	134	30	121	61	108	56	31	33	662
2015	27	4	42	52	27	59	41	82	16	57	51	14	472
2016	22	24	28	21	76	95	120	58	59	37	21	20	581
průměr	26	18	27	26	66	61	78	77	45	35	35	28	522

Pro názorné porovnání teplot s profesionálními stanicemi ČHMÚ v Doksanech a v Praze – Ruzyni je následující graf 8.12. Je vidět, že opravdu hodnoty z amatérského měření v místě jsou ve všech případech právě mezi hodnotami z těchto stanic.



Obr. 8.12 – Porovnání teplot s profi stanicemi ČHMÚ

Při porovnání srážek s těmito stanicemi je v některých měsících o něco vyšší průměr, ale to je způsobeno kratší dobou měření a extrémních srážek (např. v srpnu 2001), která data zkreslily. Srážky se ale jinak více shodují s Prahou – Ruzyní (viz. graf 8.13).

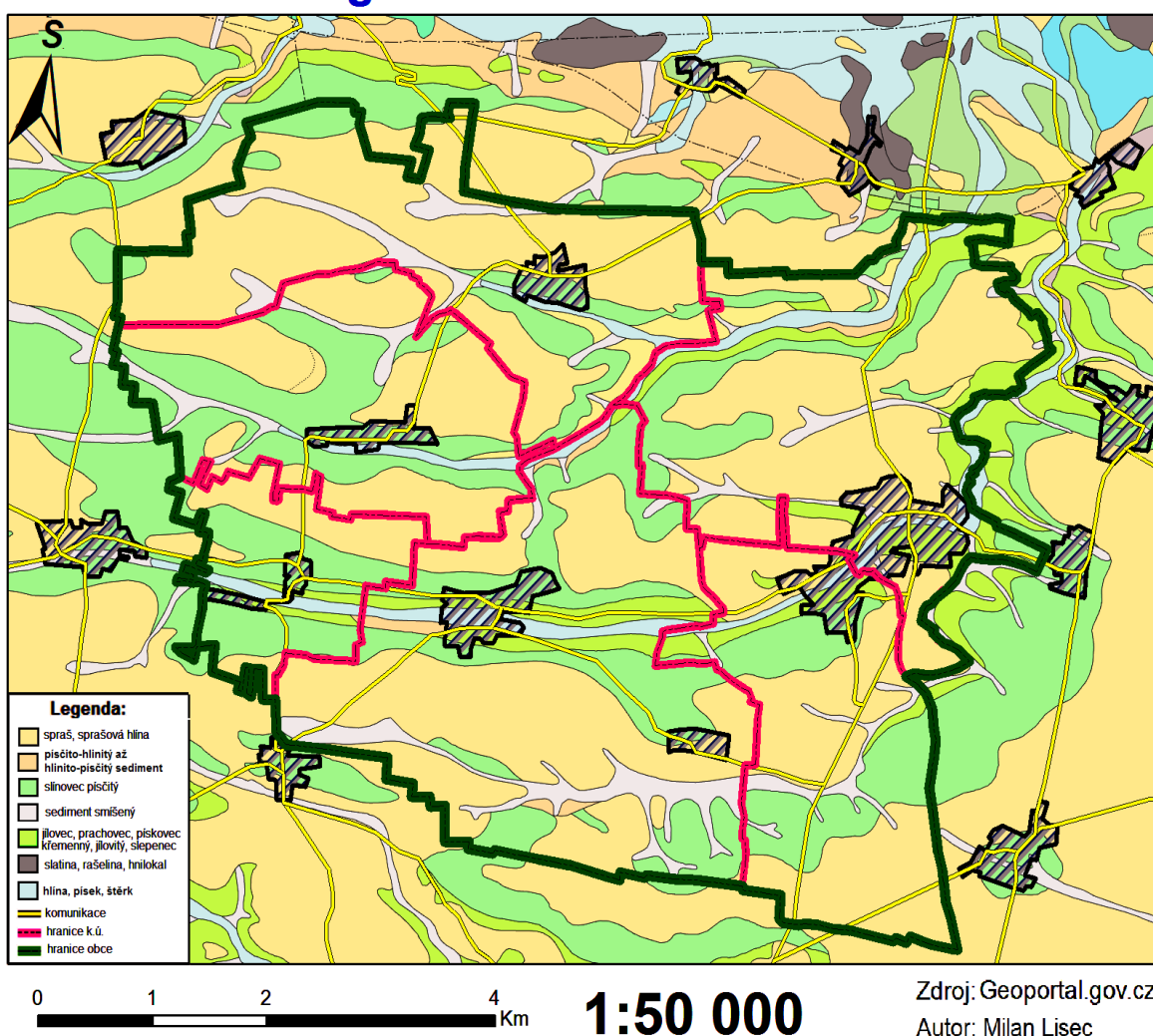


Obr. 8.13 – Porovnání srážek s profi stanicemi ČHMÚ

8.4. Geologické poměry

Oblast patří do České křídové pánve. Geologické složení na celém území obce Mšené – lázně se skládá z několika druhů. Obec je tvořena několika údolími a mezi nimi jsou vždy ve vyšších místech velké půdní celky, které jsou zemědělsky obdělávané. To se projevuje i na geologické mapě, protože právě ve všech místech s půdními celky se vyskytují spraše, či sprašová hlína. Naproti tomu v údolích jsou jílovce, prachovce a pískovce, což prokazuje i těžba pískovce v lomu jižně od Mšených – lázní. Přímo v údolnicích, které tvoří Mšenský, Podbradecký či Brníkovský potok jsou smíšené sedimenty. Ty jsou navíc i v místech před prameny, z čehož jsou patrné směry proudění podzemní vody, které tam skutečně můžeme nalézt.

Geologické složení na území obce



Obr. 8.14 – Obec Mšené – lázně na geologické mapě

8.5. Pedologické poměry

Z pedologické mapy vyplývá, že se na území obce se nachází tři typy půd. Největší plochu zaujímá černozem, která je také nejúrodnějším typem půdy. Té je nejvíce v k.ú. Mšené-lázně a Vrbice a tvoří více než polovinu rozlohy k.ú. Ředhošť. Naopak v západní polovině obce, tedy v k.ú. Ječovice, Podbradec a Brníkov převažují pararendziny a hnědozemě. Naprostá většina území obce je využívána k zemědělství a nachází se zde minimum lesů. Ty jsou pouze v těsné blízkosti všech potoků v údolí.

Pokud porovnáme BPEJ, tedy bonitovanou půdní ekologickou jednotku, tak z hlediska průměrné ceny v katastrálním území je nejvyšší právě v k.ú. Vrbice a také v Brníkově

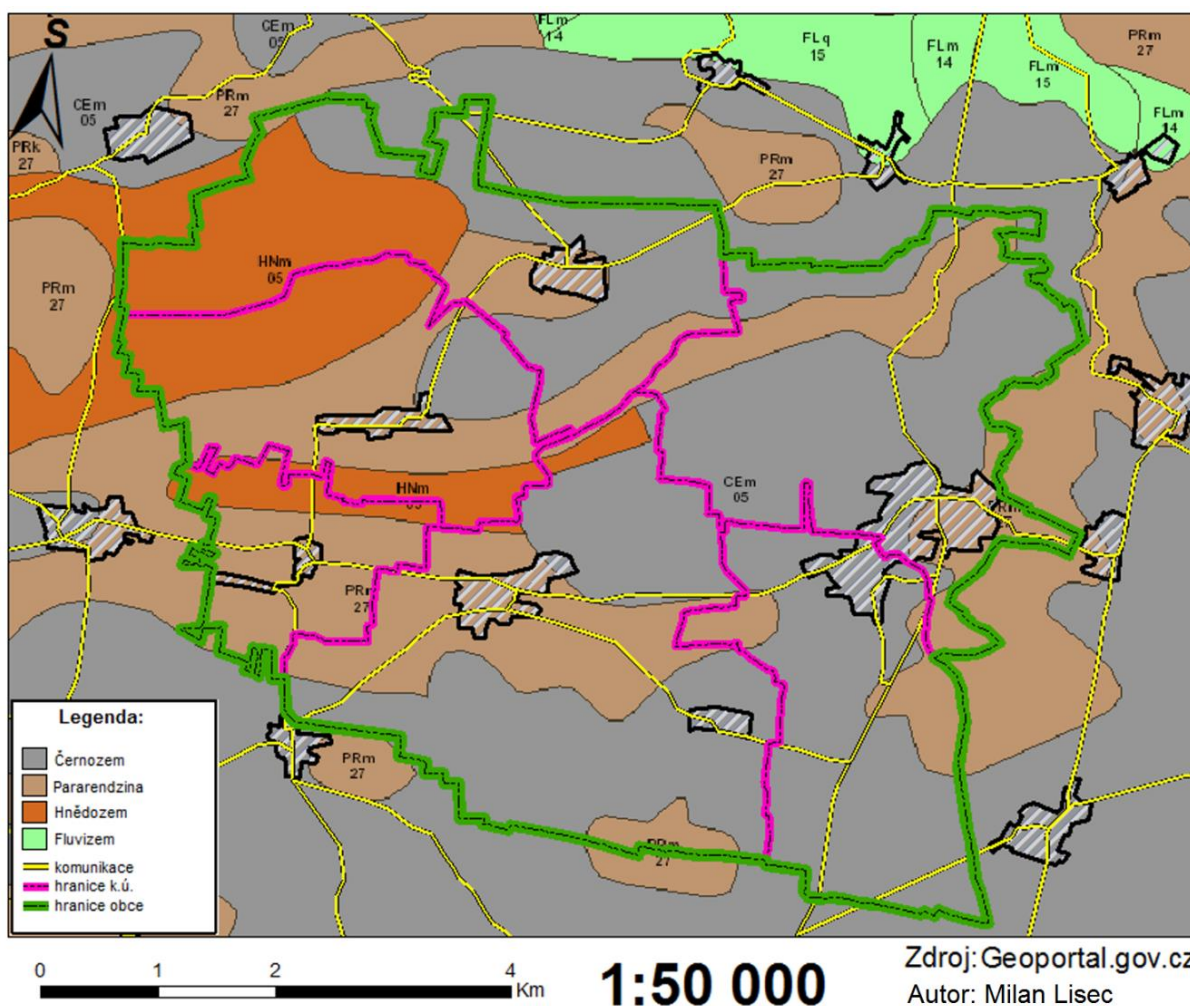
Tab 8.5 – Průměrná cena za m² určená dle BPEJ

Katastrální území	Cena za 1 m ²
Vrbice u Mšeného - lázní	13,21 Kč
Brníkov	13,04 Kč
Ředhošť	12,12 Kč
Mšené - lázně	11,64 Kč
Podbradec	10,80 Kč
Ječovice	9,07 Kč

Na BPEJ a potažmo ocenění půdy ale nemá vliv pouze typ půdy (je jen jedním z určujících faktorů), ale dále např. sklon, skeletovitost, hloubka půdy, atd. I tak ale na území obce převažují půdy s vysokou bonitou, a i proto je potřeba klást důraz na její ochranu před negativními vlivy eroze (zejména vodní).

Bohužel území obce se nachází v hodně členité krajině a vodní eroze je tak značná. Veškerý ornice se pak ukládá zejména ve Mšenském potoce. Ve Mšených – lázních je pak zemina při přívalových srážkách unášena přímo místními ulicemi. Několikrát se tak stalo, že ulice byly zaplaveny bahnem z polí nad obcí. Hlavním problémem je samozřejmě to, že v minulosti byly zasety nesprávné plodiny (např. kukuřice). Nyní se již v bezprostřední blízkosti Mšených-lázní používají

úzkoořádkové plodiny (hlavně pšenice a ječmen). To sice odtokové poměry zlepšuje, ale stále je problémem setí po spádnici. Přitom ve většině případů by nebyl žádný problém zvolit setí kolmým směrem, které by kopírovalo vrstevnice a mělo by tak mnohem větší protierozní funkci.

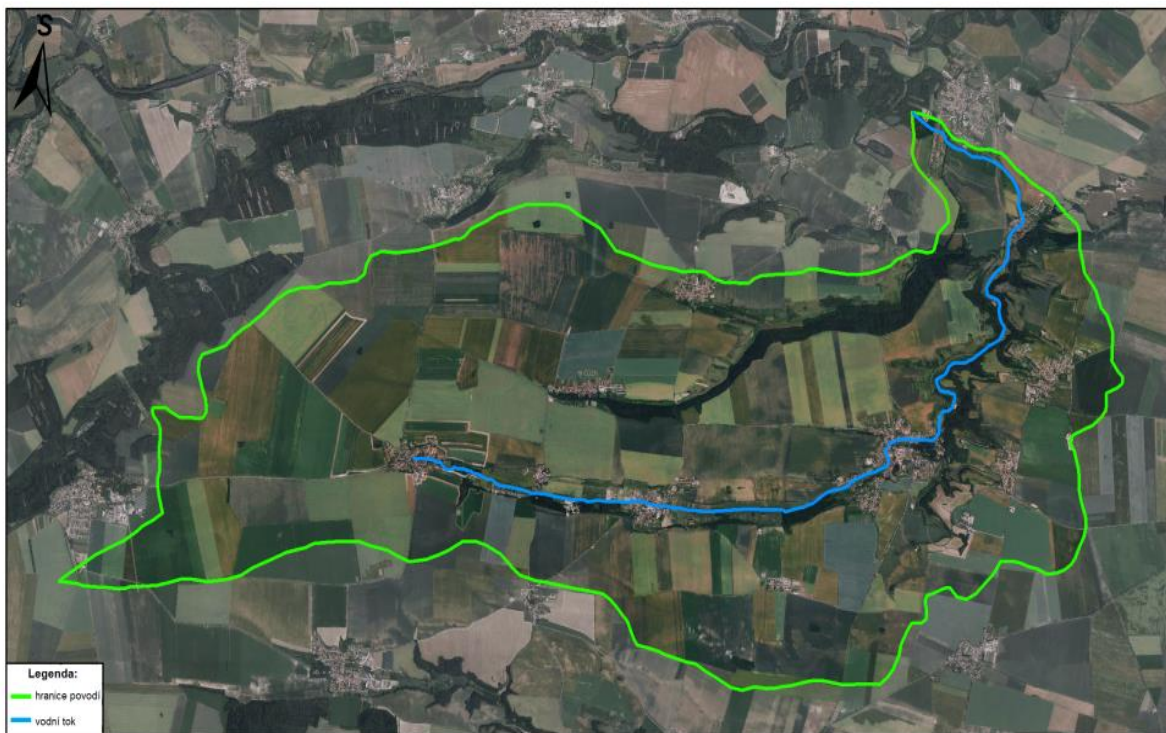
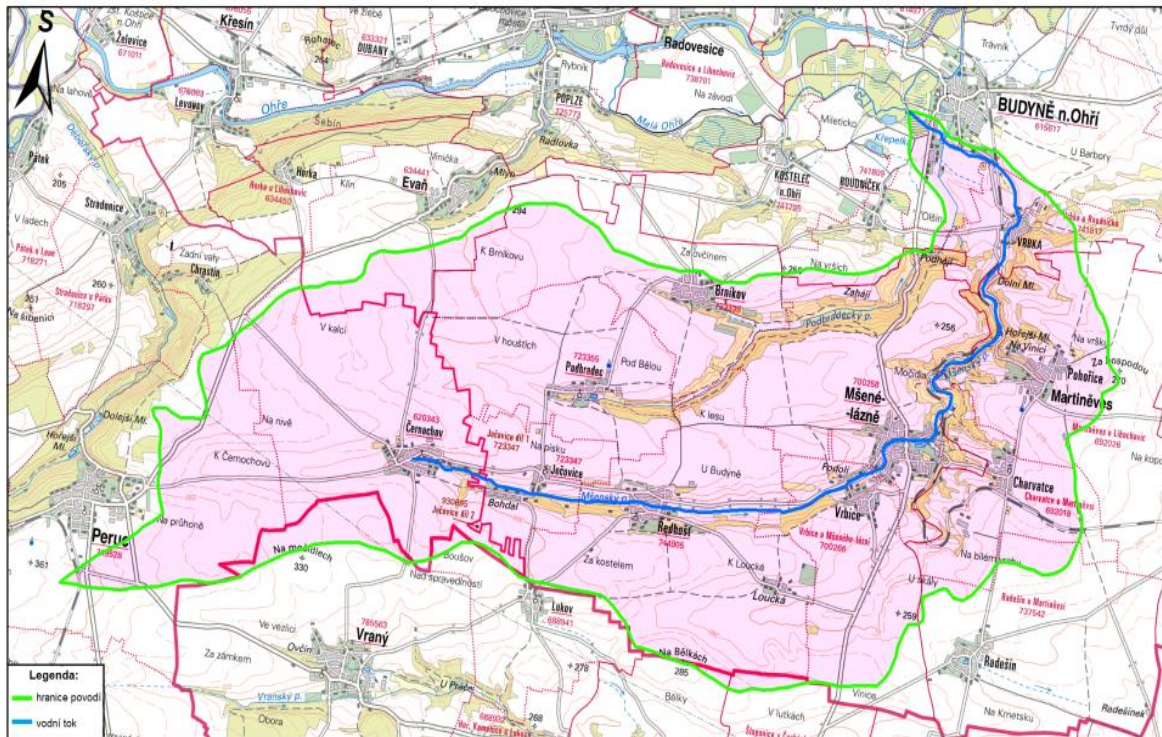


Obr. 8.15 – Obec Mšené – lázně na pedologické mapě

8.6. Mšenský potok

8.6.1. Popis povodí

Povodí Mšenského potoka



0 1 2 4 Km

1:50 000

Zdroj: Geoportal.cuzk.cz
Autor: Milan Lisec

Obr. 8.16 – Povodí Mšenského potoka na mapě a ortofoto snímku

Mšenský potok pramení v Černochově přímo v centru vesnice v nadmořské výšce 290 m n. m. Teče východním směrem přes jižně od Ječovic (ty dělí od osady Bohdal). Dále protéká Ředhoští. Přírodní koryto je v intravilánu zaměněno za betonové. Hned za zastavbou je opět přírodní a pokračuje do Mšených – lázní. Od pramene až po lázně teče podél komunikace III/23741, od které se několikrát vzdaluje a zase přibližuje. Těmi také protéká přímo východním směrem až do místních lázní. Koryto v části Podol je ještě přírodní a dělí komunikaci od sportovišť. Směrem do centra obce je pak koryto nejprve betonové a podél ulice Hlavní a Lázeňské zděné a je několikanásobně zvětšena jeho kapacita. Pod místním zámekem u autobusové zastávky (U kapličky) je koryto v podzemí. U lázní se stáčí z východního směru na severozápad do Močidelského údolí.

Močidelské údolí je významným biocentrem, nachází se zde i Přírodní park „Na Dlouhé stráni“. Žijí zde několik vzácných druhů rostlin (kozince) a živočichů (některé druhy čmeláků a mravenců). V údolí se také nachází bažiny a velmi napomáhají zadržování vody v krajině (Plán péče PP).

Obec má snahu zvýšit atraktivitu této lokality tím, že zde chce vybudovat kaskádu několika rybníků a celkově toto údolí zrevitalizovat.

Potok dále teče v blízkosti železniční trati č. 095 a silnice III/24615 západně od Martiněvsi lesem k Vrbce. Vrbkou přímo protéká a před Budyní nad Ohří se opět stáčí na západ a jižně město míjí. Těsně před ústím do něj vtéká Hvíždálecký potok.

Hvíždálecký potok je součástí povodí Mšenského potoka, byť jeho průtok téměř neovlivňuje. Vzniká jako Podbradecký potok a ústí do něj Brníkovský potok. Teče severovýchodně k Budyni nad Ohří a údolí je Přírodním parkem „Údolí Podbradeckého potoka“. V blízkosti silnice II/118 je vydatný pramen Hvíždalka, u které potok mění název na Hvíždálecký. Protéká ještě jedním Přírodním parkem „Slatiniště u Vrbky“, které je výrazným místem pro těžbu rašeliny. Pak se stáčí také na severozápad k Budyni.

Mšenský potok se nachází v povodí Dolního Ohře a je jejím pravostranným přítokem. Přímo do řeky ale neústí. Na jižním okraji města Budyně nad Ohří vtéká do Malé Ohře v nadmořské výšce 158 m n. m., což je náhon, který se v Libochovicích od řeky odpojuje jižně a naopak v Budyni do ní zase vtéká.



Obr. 8.17 – Pramen Mšenského potoka v centru Černochova



Obr. 8.18 – Pramen Mšenského potoka v centru Černochova

8.6.2. Základní údaje o povodí

Plocha povodí:	67 km ²
Plocha bez Hvízdáleckého potoka:	42 km ²
Délka toku od pramene po ústí:	15 km
Hydrologické číslo povodí:	1-13-04-0501
Počet přítoků:	1 (Hvízdálecký potok)
Nejvyšší místo:	359 m n. m (jižně od Peruce)
Nejnižší místo:	158 m n. m. (jižně od Budyně nad Ohří)

Průměrný dlouhodobý roční průtok: 87,7 l·s⁻¹

Tab.8.6 - M – denní průtoky (Q_{md}) v l·s⁻¹ pro profil Mšené-lázně okraj obce

30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	355	364	třída
200	141	110	89,7	73,9	61,8	51,7	42,9	35	27,4	19,6	11,3	5,4	IV.

Pozn: M-denní průtok je průměrný denní průtok, který je dosažen nebo překročen během M dní v roce. Data ČHMÚ

Tab.8.7 - N – leté průtoky (Q_n) v m³·s⁻¹ pro profil Mšené-lázně pod lázněmi

1	2	5	10	20	50	100	třída
2,9	4,7	7,6	10,3	13,5	18,2	22,4	IV.

Pozn: N-letý průtok je definován jako nejmenší průměrný denní průtok, který je dlouhodobě dosažen nebo podkročen jednou za N let. Data ČHMÚ

Údaje o průtocích jsou vypracovány pro období let 1931 – 1980.

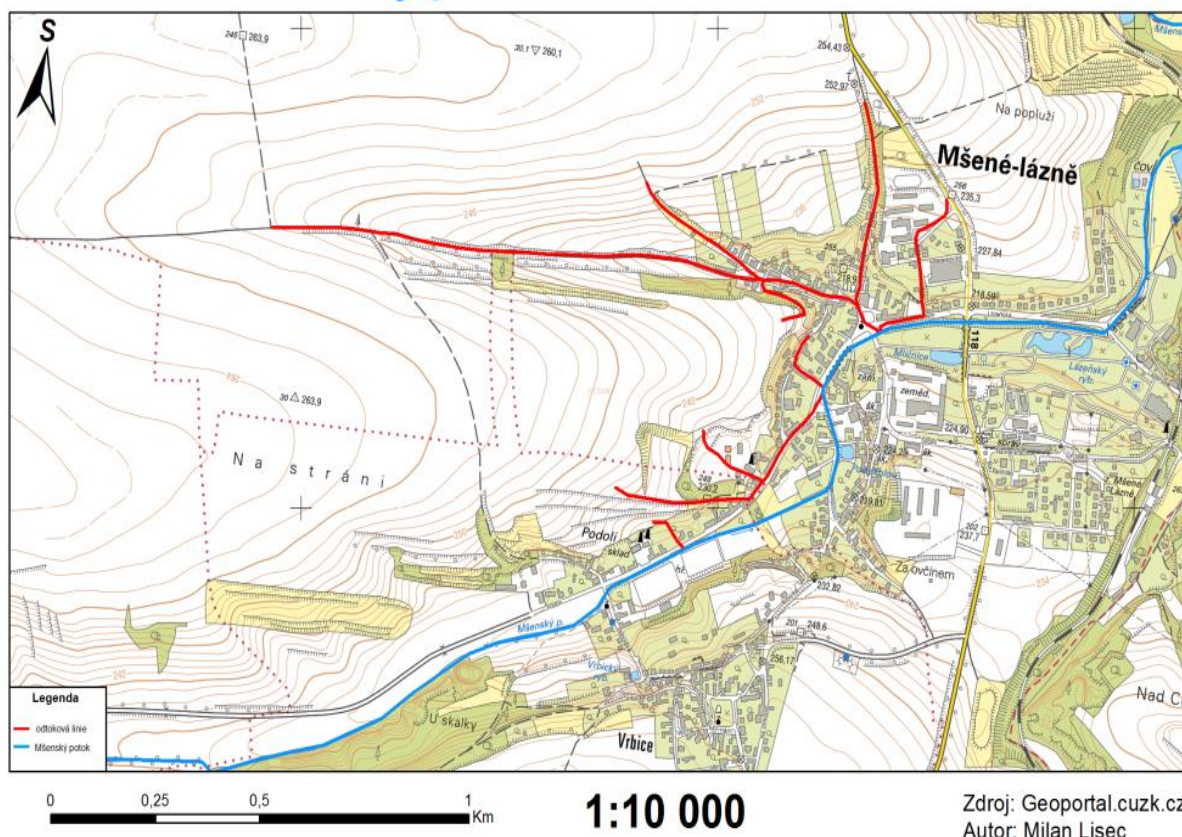
9. Návrh opatření

Pro zlepšení odtokových poměrů budou řešeny celkem čtyři lokality. Tři z toho jsou přímo v obci Mšené – lázně a jedna je na Mšenském potoce před okrajem obce ve směru od Ředhoště.

Všechny opatření mají za cíl řešit neutěšený stav při přívalových deštích, které mají za následek, že nejen voda, ale i bahno z polí již několikrát způsobilo v některých ulicích velké škody.

Míst, které odvádí vodu z obce je mnohem více, ale ne všude to způsobuje tak velké problémy. Následující mapa zobrazuje trasy, kudy odtéká voda z polí od okrajů obce směrem k Mšenskému potoku. Všechny jsou po jeho levém břehu a to hlavně z důvodu, že z tohoto směru není zástavba nijak chráněna od polí a voda tak může volněji téct do obce.

Trasy povrchového odtoku



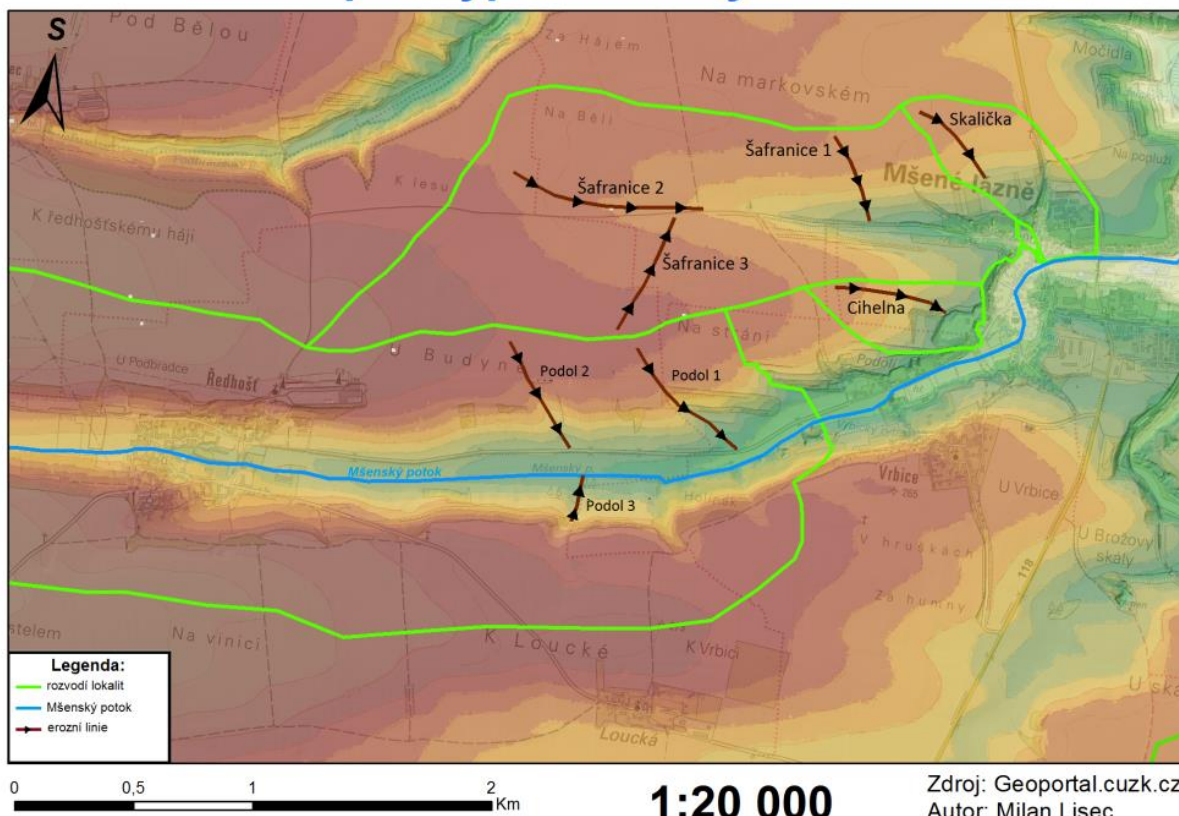
Obr. 9.1 – Trasy povrchového odtoku ve Mšených - lázních

Ve výpočtech řešených lokalit je dále určena erozní ztráta, jelikož většina zemědělské půdy v okolí obce je kvůli své svažitosti mezi kategorií středně až silně ohrožených vodní erozí. Ta je určena jednotlivými faktory z rovnice USLE, které jsou podrobně popsány v kapitole 6.2.

Největší vliv na potenciální erozní ztrátu v daném roce má faktor C, tedy faktor ochranného vlivu vegetace. Plodiny se na polích každoročně mění, na rozdíl od sklonu a délky či typů půdy. V ideálních případech by mělo docházet ke střídání plodin daným osevním postupem, ovšem toho není mnohdy reálné docílit. Proto je spočítána ztráta půdy pro každou plodinu zvlášť. Jsou zvoleny ty nejčastěji používané.

Dalším velkým problémem je obdělávání polí. Většinou se totiž dělá po svahu dolů, ačkoliv by se v rámci organizačních nebo agrotechnických opatření mělo setí probíhat více ve směru vrstevnic a případně aplikovat pásové střídání plodin.

Linie pro výpočet ztráty vodní erozí



Obr. 9.2 – Plánek linií pro výpočet ztráty půdy vodní erozí

9.1. Lokalita Skalička

9.1.1. Popis lokality

Lokalita Skalička se nachází severně od centra obce Mšené – lázně. Z východní strany je hraniční ulice Osvoboditelů (II/118). V místě jsou dále dvě ulice, které odvádí vodu při deštích.

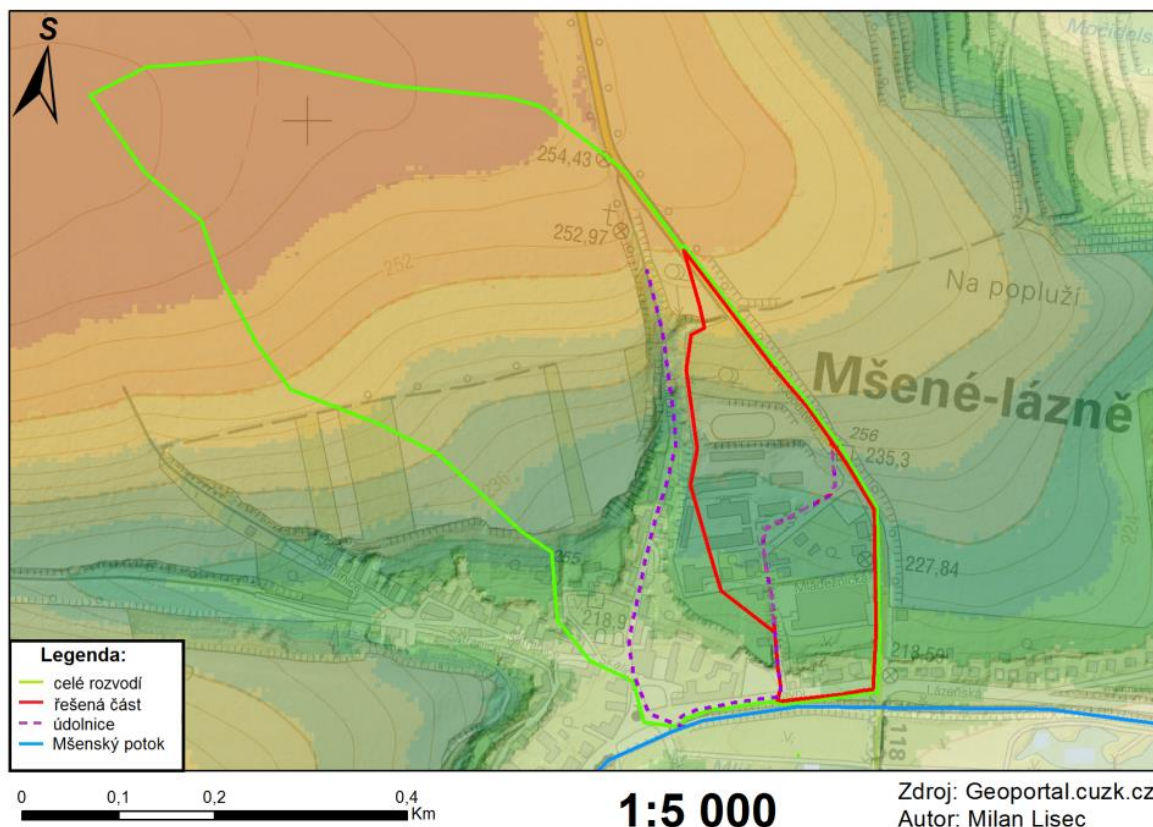
Ulice Skalička vede v úvozu, který se ze severu od silnice II/118 a vede přímo do centra na náves ke kapličce. Voda z pole nad touto částí teče právě do této ulice. Bohužel ale kvůli úvozu nelze tuto ulici řešit. Naštěstí je tato ulice dlážděna tzv. kočičími hlavami, takže nedochází k jejímu vymílání. Odnos půdy z polí zadržuje částečně travní porost podél cesty a zahrady nemovitostní pod svahem.

Druhá ulice je Mládežnická. Ta odvádí vodu z políčka ohraničeného silnicí II/118 a ulicí Skalička, dále pak z areálu bývalého učiliště. To vše teče dolů kolem kulturního domu na ulici Hlavní a směrem na náves do Mšenského potoka. Toto území ale na rozdíl od Skaličky lze řešit.

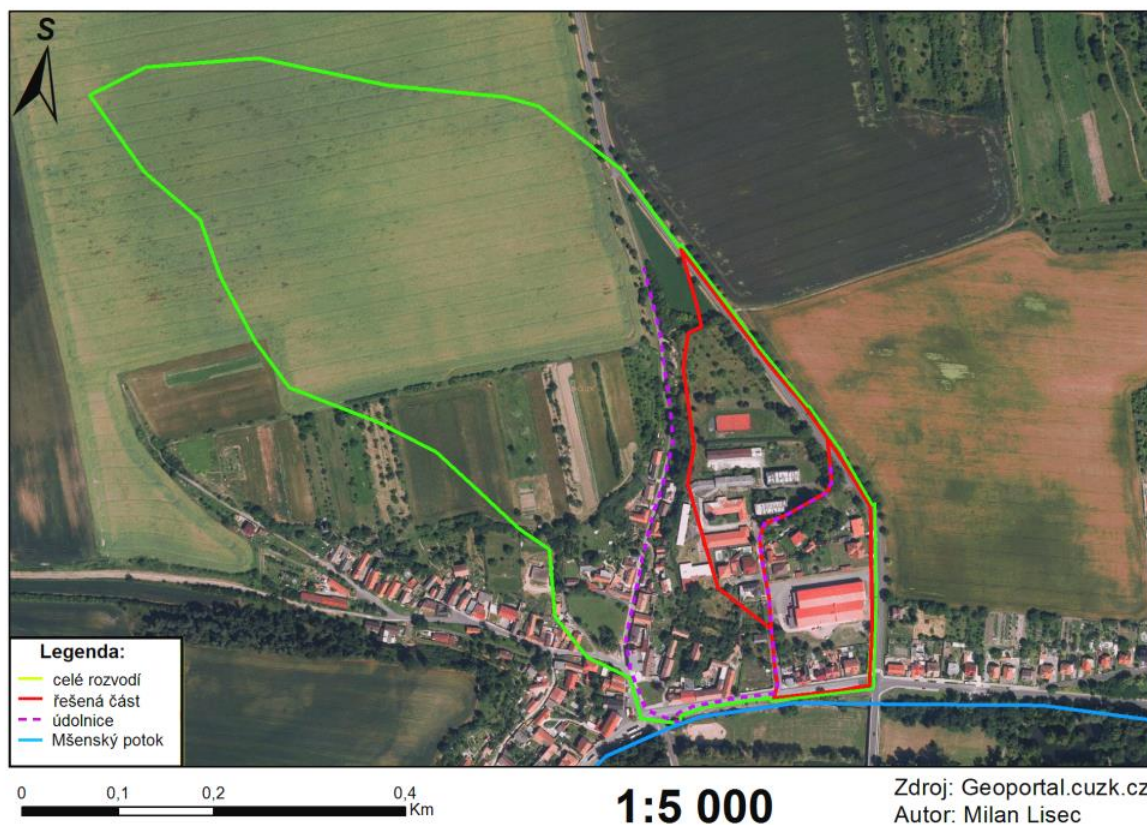
Základní údaje o území řešené části:

plocha lokality:	5,2 ha
zastavěné území:	1,8 ha
trvalý travní porost:	2 ha
délka řešené údolnice:	280 m
nadmořská výška:	min 214 m n. m., max 240 m n. m.
sklon údolnice:	7,5%
sklon svahu:	7,2%

Lokalita Skalička na DMR



Lokalita Skalička na ortofoto



Obr. 9.3 – Mapa lokality Skalička na mapě s DMR 5G a ortofoto snímku

9.1.2. Ohroženost erozí

Lokalita Skalička není příliš rozlehlá, proto toto území není hodně ohroženo erozí. Z pole nad obcí (vlevo od silnice II/118), které se svažuje směrem do ní je jen malá část. Navíc toto pole je jako jedno z mála obděláváno správně, protože setí probíhá ve směru vrstevnic a jsou zde používány úzkořádkové plodiny (hlavně obilí), které zachytí velké množství vody. Problémem jsou pouze zahrady pod tímto polem, protože ty jsou na rozdíl od něj obdělávány po sklonu.

Z části lokality, která je řešena se žádná pole nenachází, proto nejsou navržena žádná protierozní opatření.

Výpočet:

linie Skalička: délka 480 m, průměrný sklon 3,3 %

Tab. 9.1 – Výpočet roční ztráty půdy vodní erozí pro jednotlivé plodiny

lokalita Skalička							
plodina	R	K	L	S	C	P	G [t/ha·rok]
luštěniny	25	0,41	2,73	0,47	0,05	1	0,66
obilniny					0,15		1,97
řepka ozimá					0,22		2,89
mák, brambory					0,5		6,58
slunečnice					0,6		7,89
kukuřice					0,65		8,55

Z tabulky je patrné, že i na poměrně malém kousku pole může u některých širokořádkových plodin dojít až k téměř dvojnásobnému odnosu půdy, než je dopustná hodnota 4 t/ha·rok. Tyto plodiny by proto neměly být pěstovány příliš často.

9.1.3. Odtokové poměry lokality

Tab. 9.2 – Výpočet N-letých maximálních průtoků pro lokalitu Skalička – DES-Q

N-leté maximální průtoky a objemy PV			Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
5	Q_{max}	maximální průtok	0,114	0,072	0,042	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	272	172	100	$[m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d5}	779	489	291	$[m^3]$
10	Q_{max}	maximální průtok	0,18	0,112	0,066	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	339	215	124	$[m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d10}	1,01	0,632	0,374	$[10^3 \cdot m^3]$
20	Q_{max}	maximální průtok	0,253	0,159	0,091	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	399	257	142	$[m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d20}	1,18	0,746	0,436	$[10^3 \cdot m^3]$
50	Q_{max}	maximální průtok	0,333	0,215	0,117	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	452	297	155	$[m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d50}	1,33	0,848	0,482	$[10^3 \cdot m^3]$
100	Q_{max}	maximální průtok	0,423	0,266	0,148	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	503	335	168	$[m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d100}	1,45	0,932	0,521	$[10^3 \cdot m^3]$

Pro oblast Skalička je proveden výpočet pro ulici Mládežnickou, která odvádí vodu od areálu bývalého učiliště a od několika domů v okolí kulturního domu na ulici Hlavní. Modelový výpočet na základě CN odtokových křivek ukazuje, že maximální průtok Q_{100} dosahuje 423 litrů za sekundu, což je bezmála $0,5 m^3 \cdot s^{-1}$.

Důležitá je též hodnota objemu povodňové vlny PV udávaná v m^3 . Podrobnější výpočty ze všech modelových průtoků $Q_5 - Q_{100}$ včetně grafického znázornění a vstupních hodnot jsou umístěny v příloze.

9.1.4. Návrh opatření

Návrh na řešení situace spočívá ve vybudování odvodňovacího příkopu. Ten bude veden podél ulice Mládežnická od kulturního domu dolů k ulici Hlavní. Příkop je navržen z polovegetačních tvárnic se vzrostlým travním drnem, který bude pravidelně udržován sečením.

Příkop bude začínat před domem č.p. 192 a povede přímo dolů travnatým pásem, který vede podél ulice. V současnosti zde jsou v jednom místě pozůstatky po mělkém betonovém příkopu a je tedy patrné, že zde v minulosti již částečně byl. Travnatý pás oddělující zástavbu od komunikace je široký 4 m a umožňuje rovněž vedle příkopu vybudovat chodník, který zde zatím chybí. Je zde ovšem ve spodní části od ulice Hlavní postavené schodiště, které je nyní poničené. Voda nyní tekoucí po komunikaci asfaltový povrch vozovky degraduje a napomáhá tvorbě výmolů.

Na konci bude příkop zaústovat do nové vpusti a odtud zatrubněním pomocí betonové roury bude odvedena do Mšenského potoka. Nyní se zde vpust' nachází těsně vedle křižovatky, ovšem je potřeba její rekonstrukce. Při ní by ta nová byla právě prodloužena ze současného místa o 5 metrů výše.

Kromě příkopů jsou v této ulici navrženy tři sběrné rošty s žlábkem, které zachytí vodu přitékající z dalších míst. Rošty mohou být jak kovové, tak z tvrdého plastu. Komunikaci nebudou přetínat kolmo, ale pod mírným úhlem, aby byl využit dostatečný sklon, který zde je a nemusel se vytvářet uměle. Rošt R1 přetne ulici u křižovatky před domem č.p. 192 a pobere vodu přitékající hlavně z areálu bývalého učiliště. Rošt R2 bude pod schodištěm ke kulturnímu domu a rošt R3 těsně nad křižovatkou s ulicí Hlavní, než příkop zaústuje do vpusti pod ulicí Hlavní. Příjezd k domu č.p. 192 je řešen rovněž rošty odpovídající šířce příkopů. Stejně tak je počítáno i s propojením plánovaného chodníku a komunikace naproti schodišti ke kulturnímu domu.

Pozemek 338/17, na kterém jsou tyto prvky navrženy, je plně ve vlastnictví Obce Mšené – lázně. Propustek pod ulicí Hlavní je v majetku Ústeckého kraje, prostřednictvím jeho Správy a údržby silnic.

Situační nákres lokalita Skalička



Obr. 9.4 – Situační nákres s navrženým řešením lokality Skalička

Návrh parametrů příkopu:

Délka - l :	110 m
Šířka - b : dno	0,3 m
Sklon stěn $1:m =$	1:2
Hloubka - a :	0,3 m
Sklon - i :	9%
drsnostní součinitel - n :	0,033

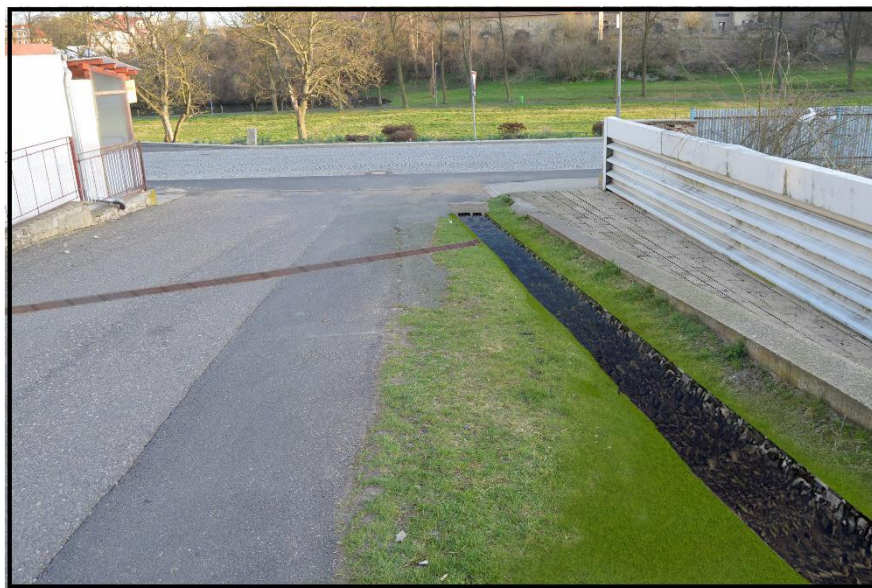
Výpočet průtoku Q:

Omočený obvod:	$O = b + (2 * a * \sqrt{1 + m^2}) =$	1,64 m
Plocha průřezu:	$S = a * (b + (m * a)) =$	0,27 m ²
Hydraulický poloměr:	$R = S/O =$	0,16 m
Chezyho rychlostní součinitel:	$C = \frac{1}{n} * R^{\frac{1}{6}} =$	22,4 m ^{0,5} * s ⁻¹
Chezyho rovnice:	$v = C * \sqrt{R * i} =$	2,71 m * s ⁻¹
Průtok:	$Q = S * v =$	<u>0,73 m³ * s⁻¹</u>

Z výpočtu vyplývá, že koryto je výrazně naddimenzováno ještě nad úroveň Q₁₀₀ v daném místě.

Návrh betonové roury je vypočítán na stejný průtok 0,73 m³ * s⁻¹ a sklon je 5%. Aby převedl vodu z příkopu, musí být o rozměru DN 500 (průměr 500 mm). V případě, že by měl kapacitu podle výpočtu na Q₁₀₀, což je 0,42 m³ * s⁻¹, pak by stačila roura DN 400.

Vizualizace (autor Libor Tomášek)



Obr. 9.5 - vizualizace příkopu v Mládežnické ulici (pohled od ulice Hlavní)

Obr. 9.6 - vizualizace příkopu v Mládežnické ulici (opačný pohled k ulici Hlavní)



Obr. 9.7 - Vizualizace příkopu v Mládežnické ulici (pohled na sever)

Obr. 9.8 - Vizualizace příkopu v Mládežnické ulici se sběrným roštem



Obr. 9.9 - začátek příkopu v Mládežnické ulici (pohled k bývalému učilišti)

Obr. 9.10 - příkop v Mládežnické ulici (pohled dolů k ulici Hlavní)

9.2. Lokalita Šafranice

9.2.1. Popis lokality

Šafranice jsou ulicí, která vede od návsi západním směrem a dále pokračuje jako polní cesta na Ředhošť a i na Podbradec. Jedná se o asfaltovou komunikaci v obci, na okraji pak dlážděnou, která se rozvětňuje na dvě.

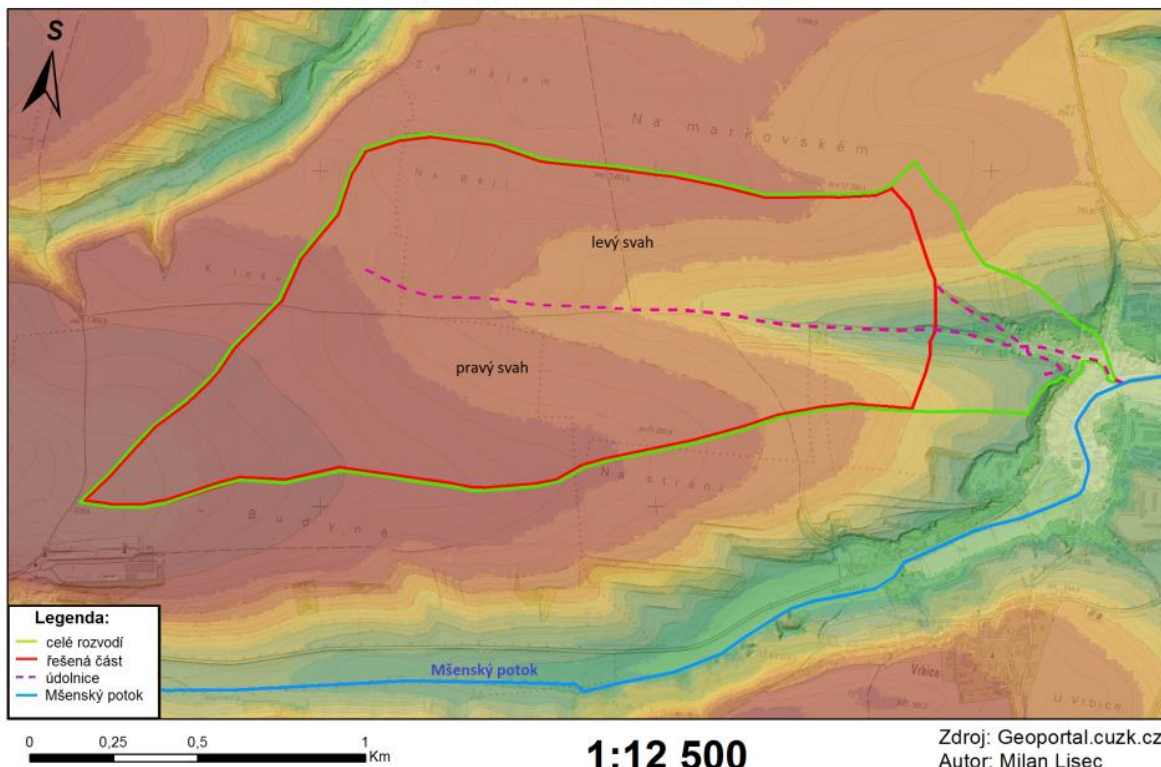
Jedna vede severozápadním směrem a výrazně stoupá do polí. Odvádí vodu jen z malé části této lokality, takže nijak moc neovlivňuje odtokové poměry. Nelze na ní ani provést žádné opatření. Druhá ulice z dlažby přechází po cca 300 m v prašnou cestu a pokračuje na Ředhošť. Ze severu se na tuto cestu svažují všechna pole. Z levé strany ve směru z obce dělí pole několik remízků a jeden větší s lesním porostem. Ty jsou výrazným prvkem v zadržování vody v krajině a zmenšují tak o něco odtoky do obce. Jelikož je ale lokalita plošně rozsáhlá, tak do obce touto ulicí teče nejvíce vody.

Kvůli údolí je lokalita rozdělena na dva svahy. Ty jsou rozděleny na levý a pravý svah, což je určeno po směru odtoku, tedy z polí dolů do obce. Celá lokalita je o něco větší, zasahuje až po návěs a přímo sousedí s lokalitou Skalička a Cihelna. Kvůli zástavbě obce ji ale nelze řešit v celé velikosti, neboť je třeba právě zastavěnou část ochránit před nežádoucími vlivy přívalových srážek.

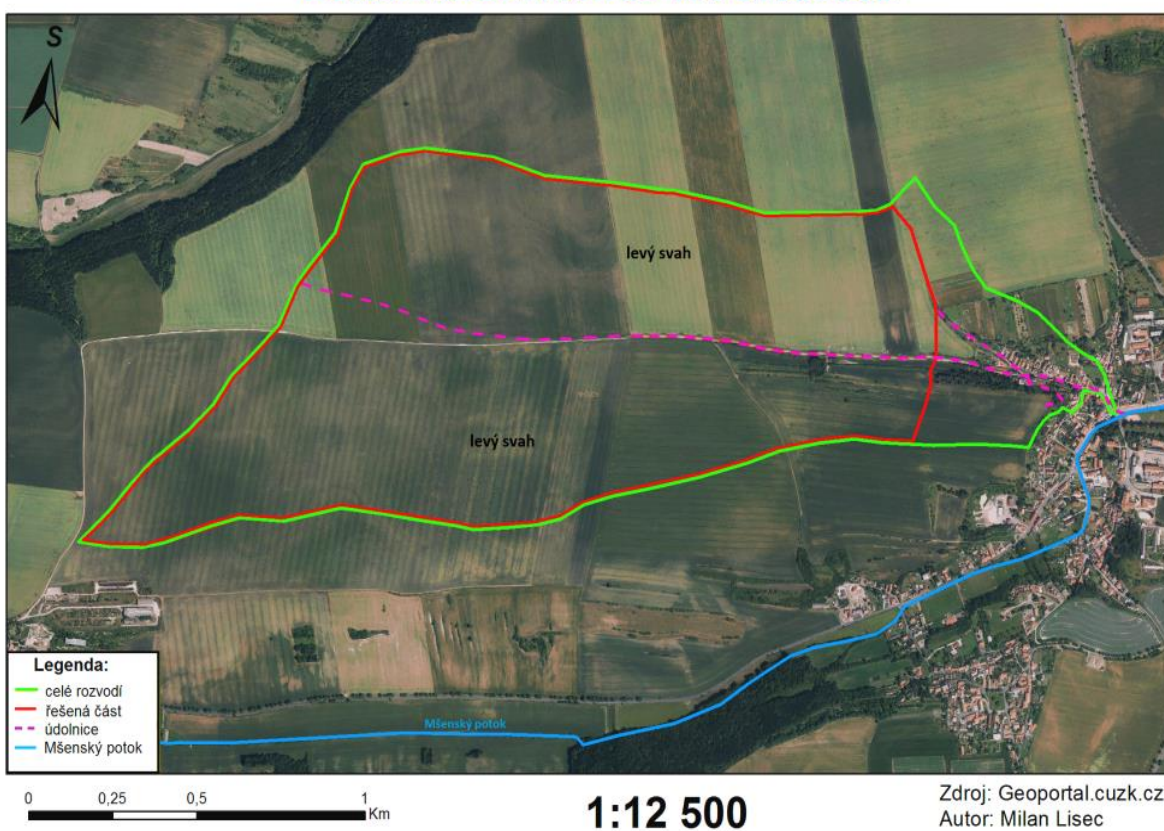
Základní údaje o území řešené části:

	levý svah	pravý svah
plocha lokality:	74 ha	101 ha
zemědělská půda:	73,5 ha	98,3 ha
trvalý travní porost:	0,5 ha	2,7 ha
délka řešené údolnice:	1920 m	
nadmořská výška: min	228 m.n.m.	
max	278 m.n.m.	
sklon údolnice:	2,10%	
sklon svahu:	4,60%	5,30%

Lokalita Šafranice na DMR



Lokalita Šafranice na ortofoto



Obr. 9.11 – Mapa lokality Šafranice na mapě s DMR 5G a ortofoto snímku

9.2.2. Ohroženost erozí

V lokalitě Šafranice jsou pro výpočet ztráty erozí určeny tři linie, kde každá reprezentuje tvar krajiny. První je situována hned nad obcí, kde je terén nejprudší a svažuje se od severu k jihu. Druhá je v místě údolnice, kde je soustředěný odtok z okraje lokality směrem k polní cestě. Ta pak vede v místě údolnice až do obce. Třetí linie je na pravém svahu a vede od prostředku jižní hranice rozvodí a končí v místě rozcestí cest na Ředhošť a Podbradec. Plánek je na obrázku 9.2.

Vodní eroze je zde poměrně velký problémem a je samozřejmě přímoúměrná sklonu svahu. Těsně před obcí je tedy největší. Na pravém svahu, jak již bylo zmíněno, výrazně napomáhají remízky. Ovšem na levém svahu je pouze zemědělsky obdělávaná půda. Bohužel opět se zde setkáváme s nedodržením základního principu pomáhajícího ke snížení eroze, čímž je obdělávání. Z leteckého snímku na obr. 9.11 a také z fotografií v příloze je vidět, že jsou plodiny na polích v oblasti „Na markovském“ mezi obcí a rozcestím na Podbradec pěstovány po svahu dolů. Je to kvůli protáhlému tvaru, kdy se zpravidla pole obdělává po jeho délce. Řešením v tomto případě jsou jediné protierozní opatření agrotechnického či technického rázu, čímž je pásové střídání plodin nebo příkopy a remízky. To ale lze nejlépe řešit v souvislosti s komplexními pozemkovými úpravami v celém k.ú. Mšené – lázně.

Výpočet:

Linie Šafranice č. 1: délka 390 m, průměrný sklon 6,4 %

Tab. 9.3 – Výpočet roční ztráty půdy vodní erozí pro jednotlivé plodiny

lokalita Šafranice - linie 1							
plodina	R	K	L	S	C	P	G [t/ha*rok]
luštěniny	25	0,41	3,56	0,88	0,05	1	1,61
obilniny					0,15		4,82
řepka ozimá					0,22		7,06
mák, brambory					0,5		16,06
slunečnice					0,6		19,27
kukuřice					0,65		20,87

Linie Šafranice č. 2:

délka 830 m, průměrný sklon 1,7 %

Tab. 9.4 – Výpočet roční ztráty půdy vodní erozí pro jednotlivé plodiny

lokality Šafranice - linie 2							
plodina	R	K	L	S	C	P	G [t/ha*rok]
luštěniny	25	0,41	2,15	0,21	0,05	1	0,23
obilniny					0,15		0,69
řepka ozimá					0,22		1,02
mák, brambory					0,5		2,31
slunečnice					0,6		2,78
kukuřice					0,65		3,01

Linie Šafranice č. 3:

délka 540 m, průměrný sklon 2,1 %

Tab. 9.5 – Výpočet roční ztráty půdy vodní erozí pro jednotlivé plodiny

lokality Šafranice - linie 3							
plodina	R	K	L	S	C	P	G [t/ha*rok]
luštěniny	25	0,41	2,17	0,25	0,05	1	0,28
obilniny					0,15		0,83
řepka ozimá					0,22		1,22
mák, brambory					0,5		2,78
slunečnice					0,6		3,34
kukuřice					0,65		3,61

Z vypočtených hodnot je patrné, že zatímco na linii č.1 jsou mimo luštěnin rizikové všechny plodiny, tak u zbývajících linií č. 2 a 3 není problém pěstovat ani širokořádkové plodiny, jako kukuřice. Pole jsou na poměrně rovinatém terénu a navíc daleko od zástavby. Není ani důvod ke změně směru obdělávání.

Na polích těsně nad obcí je doporučeno pěstovat pouze úzkořádkové plodiny. Všechny ostatní jsou za hranicí hodnoty 4 t/ha*rok. Na leteckém snímku je možné vidět, světlá místa, což dokazuje značnou erozi v některých místech.

9.2.3. Odtokové poměry lokality

Výpočet odtokových poměrů v lokalitě Cihelna byl rozdělen na dvě části. Je totiž důležité rozlišit (stejně jako u výpočtu eroze), jaká je zde pěstována plodina. Každá má jiné vlastnosti a zadržuje případný odtok z přívalových srážek jinak. V rámci zjednodušení byly proto plodiny rozděleny na dvě základní kategorie – širokořádkové a úzkořádkové, pro něž byl proveden výpočet. Širokořádkové reprezentuje kukuřice a úzkořádkové obilniny.

Výpočty jsou uvedeny pro levý svah a pro pravý svah a dohromady pro celé povodí pro průtoky s N-letou dobou opakování 5,10,20,50 a 100 let. Průtok v centru obce je ještě vyšší, protože soustředěný odtok přitékající z dalších směrů není započten.

Tab. 9.6 – Výpočet N-letých maximálních průtoků pro lokalitu Šafranice – DES-Q

N-leté maximální průtoky a objemy PV			úzkořádkové			širokořádkové			Jednotky
			Povodí	Levý svah	Pravý svah	Povodí	Levý svah	Pravý svah	
5	Q_{max}	maximální průtok	1,3	0,63	0,671	1,35	0,64	0,71	[m ³ .s ⁻¹]
	W _{PVT}	objem povodňové vlny PV	20	8,47	11,6	26	11	15	[10 ³ .m ³]
	W _{PVT,1d}	objem PV vyvolaný H _{1d5}	32,4	13,7	18,7	38,6	16,3	22,3	[10 ³ .m ³]
10	Q_{max}	maximální průtok	2,24	1,08	1,15	2,29	1,08	1,2	[m ³ .s ⁻¹]
	W _{PVT}	objem povodňové vlny PV	26,3	11,1	15,2	33,8	14,3	19,5	[10 ³ .m ³]
	W _{PVT,1d}	objem PV vyvolaný H _{1d10}	41,9	17,7	24,2	49,9	21,1	28,8	[10 ³ .m ³]
20	Q_{max}	maximální průtok	3,54	1,71	1,83	3,63	1,72	1,92	[m ³ .s ⁻¹]
	W _{PVT}	objem povodňové vlny PV	33,1	14	19,1	42,6	18	24,6	[10 ³ .m ³]
	W _{PVT,1d}	objem PV vyvolaný H _{1d20}	50	21,2	28,9	60,2	25,5	34,7	[10 ³ .m ³]
50	Q_{max}	maximální průtok	5,65	2,73	2,92	5,89	2,79	3,1	[m ³ .s ⁻¹]
	W _{PVT}	objem povodňové vlny PV	41,8	17,7	24,1	54,2	22,9	31,3	[10 ³ .m ³]
	W _{PVT,1d}	objem PV vyvolaný H _{1d50}	58,1	24,6	33,5	71,4	30,2	41,2	[10 ³ .m ³]
100	Q_{max}	maximální průtok	7,55	3,66	3,9	8,05	3,82	4,23	[m ³ .s ⁻¹]
	W _{PVT}	objem povodňové vlny PV	48,3	20,4	27,9	63,3	26,8	36,6	[10 ³ .m ³]
	W _{PVT,1d}	objem PV vyvolaný H _{1d100}	64,8	27,4	37,4	80,5	34	46,5	[10 ³ .m ³]

9.2.4. Návrh opatření

V této lokalitě jsou návrh v místě údolnice nad obcí. Ulice Šafranice, jak již bylo zmíněno v kapitole 9.2.1., tvoří právě údolnici a po ní do obce Mšené - lázně přitéká při přívalových srážkách značné množství vody. Z toho důvodu jsou všechny úpravy navrženy právě v této ulici několik desítek metrů nad zástavbou. Nyní je ulice cca 200 m od posledního domu dlážděná tzv. „kočičími hlavami“. Dále je již prašná cesta, která je značně vymletá právě vodou z přívalových srážek (foto v příloze). Podél ní je sice příkop, ovšem ten při větších srážkách kapacitně nedostačuje. Navíc z pravého svahu vodu nezachycuje příkop, ale cesta.

Z tohoto důvodu je navrženo příkop zkapacitnit. Cesta by měla projít úpravou, aby byla zpevněná již od památného stromu u rozcestí na Podbradec a na Ředhošť. Tedy, aby ve vzdálenosti 1 km od zástavby byla cesta zpevněná. To se provádí například tím, že vozovka je s krytem z penetračního makadamu a asfaltovým nátěrem. Šířka cesty zůstane 3 m a z obou stran budou krajnice o šířce 0,5 m. Aby voda byla odváděna do příkopu, jsou po 100 m navrženy rošty, které vodu průběžně přitékající z pravého svahu odvedou právě do příkopu.

Toto opatření by ale samo o sobě nevedlo ke zmenšení průtoků v obci. V ulici Šafranice je vedle asfaltové komunikace je malý betonový žlab a při větších srážkách tak voda zaplavuje celou komunikaci. Je tedy potřeba, aby byl průtok zmenšen. Jediným možným řešením, kterým lze redukovat průtok, je výstavba suché záchytné nádrže, neboli poldru. Místo, kde by mohl být umístěn, není jednoduché určit. Je totiž důležité, aby byl co nejbližší obci a zachytil tak odtok z co největšího území. Bohužel současná cesta vede úvozem, tak aby bylo možné tuto podmínku zvolit, je nutné místo kompletně upravit. Z hlediska vlastnických práv není žádný problém, jelikož cesta p. č. 1230 a oba břehy p. č. 1229/3 a 1404/5 jsou ve vlastnictví Obce Mšené – lázně.

Vhodné místo, kde by šlo poldr umístit, je 250 m od zástavby. V tomto místě je vedle cesty rozšířený travnatý pás na šířku až 10 metrů. Aby byla veškerá přitékající voda svedena do příkopu, je nutné upravit okolní terén. Cesta bude přeložena o 2 - 3 m vpravo (ve směru do obce) a bude vyvýšena na násyp.

Návrh parametrů příkopu:

Délka - l :	500 m
Šířka - b : dno	0,5 m
Sklon stěn $1:m =$	1:2
Hloubka - a :	1 m
Sklon - i :	2,9%
drsnostní součinitel - n :	0,033

Výpočet průtoku Q:

Omočený obvod:	$O = b + (2 * a * \sqrt{1 + m^2}) =$	4,97 m
Plocha průřezu:	$S = a * (b + (m * a)) =$	2,50 m ²
Hydraulický poloměr:	$R = S/O =$	0,50 m
Chezyho rychlostní součinitel:	$C = \frac{1}{n} * R^{\frac{1}{6}} =$	27,0 m ^{0,5} * s ⁻¹
Chezyho rovnice:	$v = C * \sqrt{R * i} =$	3,26 m * s ⁻¹
Průtok:	$Q = S * v =$	<u>8,16 m³ * s⁻¹</u>

Z výpočtu vyplývá, že koryto příkopu stačí na úroveň Q_{100} v daném místě.

Návrh poldru:

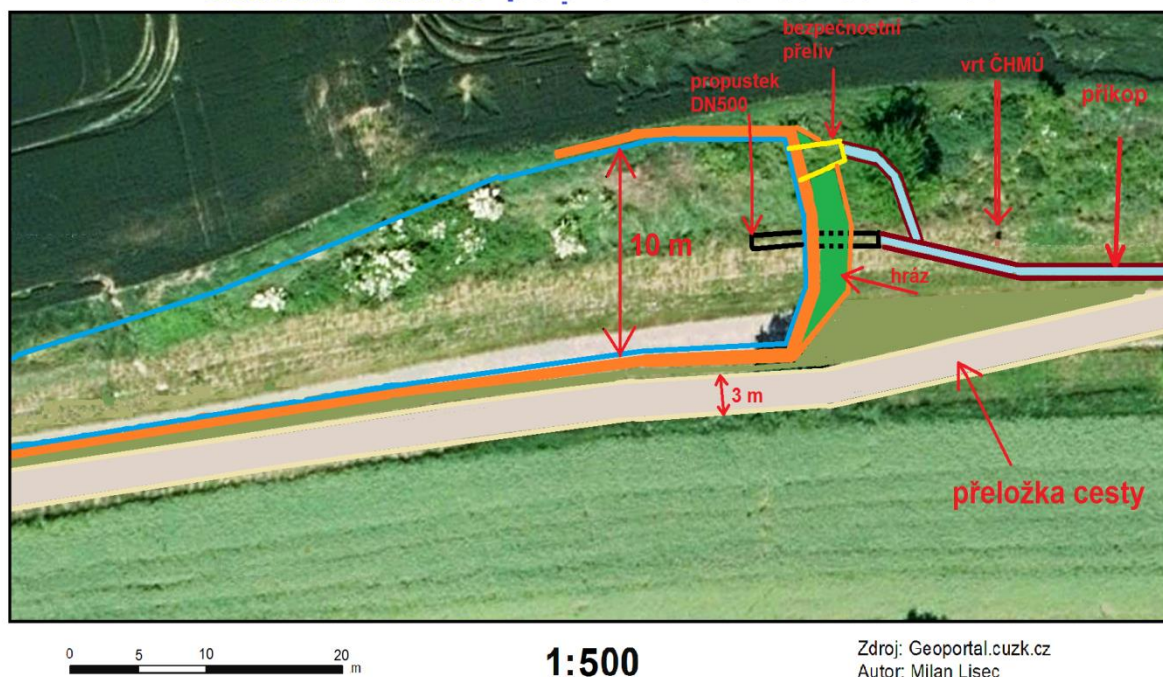
Cílem stavby poldru je zajištění dostatečné retence odtoku povrchové vody ze zemědělsky obhospodařovaného povodí, výrazné snížení kulminačního průtoku povodňové vlny přitékající do zástavby obce a zajištění tak odpovídajícího stupně ochrany zástavby. Suchý poldr má tedy funkci zachytit velké přívalové srážky a transformovat tak povodňovou vlnu. Ve spodní části hráze je výtoková roura, která je dimenzována na tzv. „neškodný odtok“. To je odtok, který jak již název napovídá, nepřináší žádné nebezpečí pro místa pod nádrží.

Maximální hladina zadržené vody je v nadmořské výšce 232 m n. m. a hráz je v nadmořské výšce 227 m n. m. Z toho vyplývá, že maximální hloubka u hráze je 5 m. Poldr bude mít rozměry 10 m na šířku a 800 metrů na délku. Jeho kapacita bude 3200 m³, což by sice nestačilo na celý objem povodňové vlny, ale ve většině případů zde nejsou průtoky na úrovni Q₁₀₀, proto by měl svou funkci splnit. Hráz bude zděná a od cesty ji bude dělit 1 m široký travnatý pás. V místě se nachází vrt ČHMÚ, kde probíhá monitoring hladiny podzemní vody. Z toho důvodu musí být poldr umístěn až nad něj.

Hráz bude zděná a z vnější strany bude zpevněna zeminou a ta bude zatravněna. Uprostřed bude propustek DN 500, což odpovídá průtoku 0,55 m³·s⁻¹. Na levé straně hráze je bezpečnostní přeliv, který bude odvádět vodu při zaplnění poldru. Zeď bude pokračovat podél přeložky cesty, aby byl svah zabezpečen proti případnému sesunutí. Pod poldrem bude pokračovat po levé straně cesty směrem do obce příkop se stejnými parametry, jako na poldrem.

Na schématu je na ortofoto snímku zakreslen zjednodušeně návrh poldru a přeložka cesty.

Situační nákres poldru v lokalitě Šafranice



Obr. 9.12 – Situační nákres s navrženým řešením lokality Šafranice

Vizualizace (autor Libor Tomášek)



Obr. 9.13 - Cesta k Šafranicím a po levé straně nový příkop

Obr. 9.14 - Přeložka cesty a pohled na hráz nového poldru nad Šafranicemi 101



Obr. 9.15 - Vizualizace nového poldru nad Šafranicemi a napravo přeložka cesty

9.3. Lokalita Cihelna

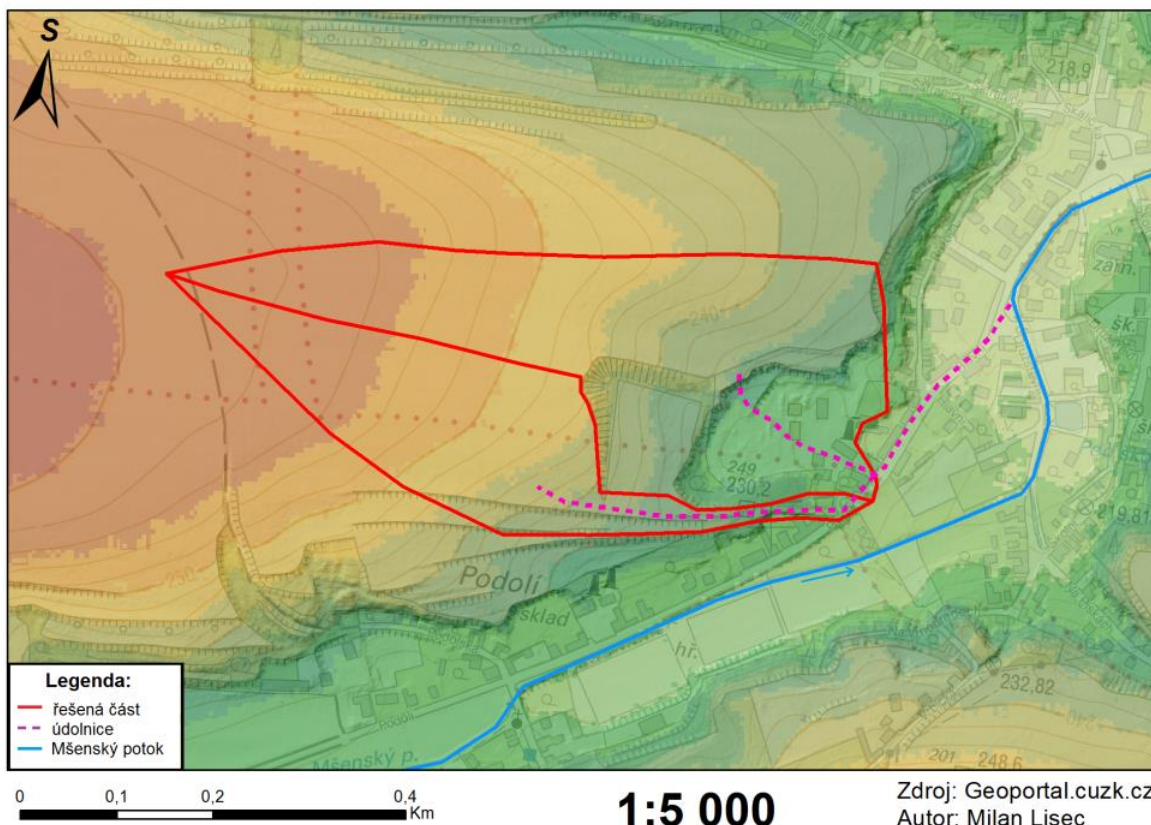
9.3.1. Popis lokality

Název tato část nese podle bývalé cihelny, která se nachází na okraji Podola. Ta je u silnice vedoucí na Ředhošť. Areál cihelny je v hlubokém zářezu, nad kterým se ze severozápadního směru rozprostírají pole a ty jsou spádovány právě do tohoto místa. Odtok je soustředěný směrem k silnici dvěma směry a to jednak přímo do cihelny a druhý odtok je v jejím těsném okolí a cihelnu obtéká se strany. I když se nejedná o rozlehlou lokalitu, tak voda dokáže způsobit problémy. Z cihelny totiž teče po ulici Hlavní, která jak již nese její název je důležitou a frekventovanou ulicí v obci. Do potoka se pak vlévá případný odtok ze srážek až na křižovatce s ulicí Družstevní.

Základní údaje o území řešené části:

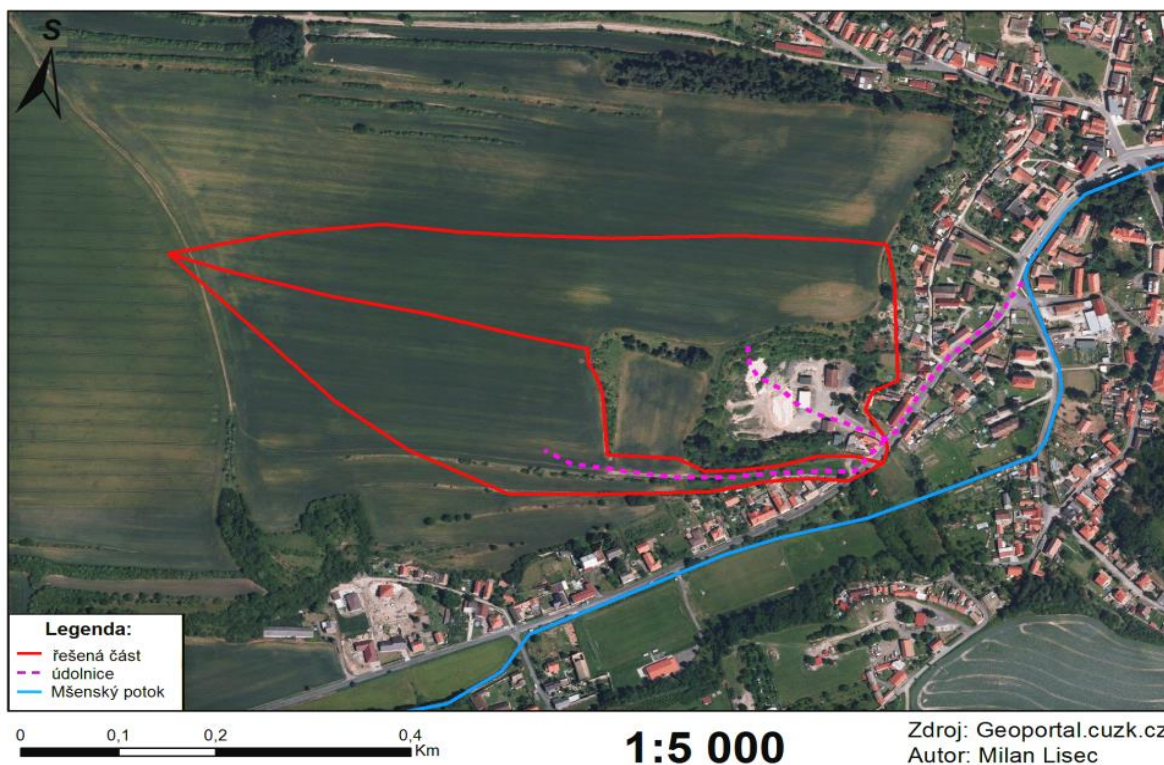
	Přes cihelnu	vedle cihelny
plocha lokality:	10,1 ha	6,2 ha
zastavěné území:	1,4 ha	0,1 ha
trvalý travní porost:	2 ha	6,1 ha
délka řešené údolnice:	400 m	760 m
nadmořská výška: min	220 m.n.m.	
max	259 m.n.m.	
sklon údolnice:	5,50%	
sklon svahu:	5,20%	

Lokalita Cihelna na DMR



Obr. 9.16 – Mapa lokality Cihelna na mapě s DMR 5G

Lokalita Cihelna na Ortofoto



Obr. 9.17 – Mapa lokality Cihelna na ortofoto snímku

9.3.2. Ohroženost erozí

Lokalita Cihelna je na vyvýšenině, která se nachází mezi částí Podol z jižní strany a Skalička ze severní strany. Nachází se zde zemědělská půda, kterou odděluje od zástavby z ulice Skalička úzký pruh lesa. Vedle jsou terasovitě umístěny remízky. Ty jsou rovněž nad Podolem. Alespoň zčásti je tak bráněno odnosu půdy dolů do vesnice. Tyto prvky velmi napomáhají zadržení vody. Bylo by jich ovšem potřeba více, protože chybí umístěné remízky i z východní strany. Jelikož se pole se svažuje rovnoměrně na sever, východ i jih (všemi směry do obce), tak nelze určit směr obdělávání, který by byl ideální. V současnosti je pole obděláváno od západu na východ, jelikož stejným směrem jsou remízky.

Z následující tabulky je vidět, jaké hodnoty může nabývat eroze v případě širokořádkových plodin. Jsou zde dvě skupiny. Zatímco luštěniny, obilniny a i řepka jsou okolo dopustné hodnoty 4 t/ha·rok, tak mák, brambory, slunečnice a kukuřice nesplňují ani limit pro hluboké půdy, který činí 10 t/ha·rok. Jsou tedy velmi rizikové a vůbec se nedoporučuje je zde pěstovat. To se stalo v roce 2011, kdy zde byla zaseta kukuřice. Přívalový déšť 19.5.2011 pak způsobil splavení mnoho kubíků bahna, které zalilo centrum obce. Fotografie z této události jsou v příloze.

Výpočet:

Linie Cihelna: délka 480 m, průměrný sklon 5,0 %

Tab. 9.7 – Výpočet roční ztráty půdy vodní erozí pro jednotlivé plodiny

Lokalita Cihelna							
plodina	R	K	L	S	C	P	G [t/ha·rok]
luštěniny	25	0,41	3,42	0,63	0,05	1	1,10
obilniny					0,15		3,31
řepka ozimá					0,22		4,86
mák, brambory					0,5		11,04
slunečnice					0,6		13,25
kukuřice					0,65		14,36

9.3.3. Odtokové poměry lokality

Výpočet odtokových poměrů v lokalitě Cihelna byl rozdělen na dvě části. Je totiž důležité rozlišit (stejně jako u výpočtu eroze), jaká je zde pěstována plodina. Každá má jiné vlastnosti a zadržuje případný odtok z přívalových srážek jinak. Výsledná hodnota CN křivky je pak rovněž jiná. V rámci zjednodušení byly proto plodiny rozděleny na dvě základní kategorie – širokořádkové a úzkořádkové, pro něž byl proveden výpočet. Širokořádkové reprezentuje kukuřice a úzkořádkové obilniny.

Výpočty jsou uvedeny ve dvou tabulkách, pro každou odtokovou linii zvlášť. První se vztahuje k linii procházející přes reál cihelny a druhá pak pro tu obtékající areál zleva.

Tab. 9.8 – Výpočet N-letých maximálních průtoků přes areál cihelny – DES-Q

N-leté maximální průtoky a objemy PV			úzko - řádkové	široko - řádkové	Jednotky
5	Q_{max}	maximální průtok	0,164	0,176	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	1,04	1,33	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d5}	2,06	2,43	$[10^3 \cdot m^3]$
10	Q_{max}	maximální průtok	0,281	0,303	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	1,36	1,75	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d10}	2,67	3,14	$[10^3 \cdot m^3]$
20	Q_{max}	maximální průtok	0,437	0,477	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	1,7	2,2	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d20}	3,19	3,79	$[10^3 \cdot m^3]$
50	Q_{max}	maximální průtok	0,658	0,753	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	2,09	2,75	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d50}	3,72	4,5	$[10^3 \cdot m^3]$
100	Q_{max}	maximální průtok	0,863	0,995	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	2,38	3,16	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d100}	4,15	5,07	$[10^3 \cdot m^3]$

Tab. 9.9 – Výpočet N-letých maximálních průtoků příkopem okolo cihelny – DES-Q

N-leté maximální průtoky a objemy PV			široko - řádkové	široko - řádkové	Jednotky
5	Q_{max}	maximální průtok	0,065	0,101	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	508	549	$[m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d5}	961	1,14	$[10^3 \cdot m^3]$
10	Q_{max}	maximální průtok	0,111	0,171	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	666	718	$[m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d10}	1,24	1,48	$[10^3 \cdot m^3]$
20	Q_{max}	maximální průtok	0,169	0,267	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	823	899	$[m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d20}	1,47	1,77	$[10^3 \cdot m^3]$
50	Q_{max}	maximální průtok	0,247	0,399	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	993	1,1	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d50}	1,66	2,06	$[10^3 \cdot m^3]$
100	Q_{max}	maximální průtok	0,312	0,524	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	1,12	1,26	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d100}	1,82	2,31	$[10^3 \cdot m^3]$

9.3.4. Návrh opatření

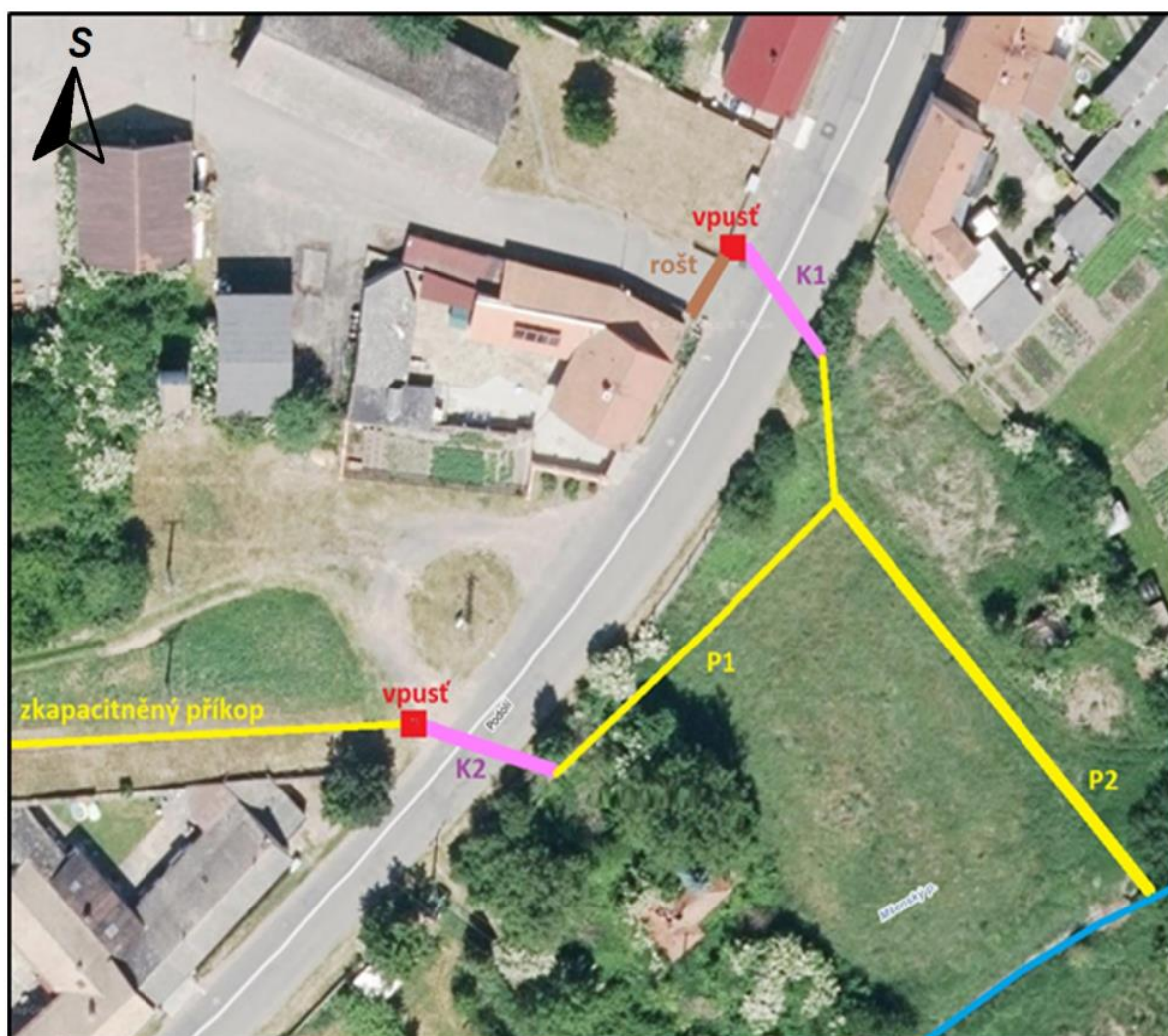
Opatření navržená zde jsou podobná, jako v lokalitě Skalička. Spočívají totiž ve vybudování zcela nového příkopu, který bude z tohoto místa odvádět vodu do Mšenského potoka. V současnosti totiž voda odtéká po ulici Hlavní do centra obce. Při přívalových srážkách vznikají nebezpečné situace pro dopravu po této komunikaci.

Nově bude před vjezdem do areálu cihelny umístěn rošt s dostatečnou kapacitou a vedle vjezdu vpust' do propustku pod ulicí. Ten bude tvořit betonová roura DN 500 (viz výpočet). Hned za tím již voda odteče novým příkopem. Přítok okolo cihelny bude řešen podobně. Zde bude zkapacitněn stávající příkop nad domy, který přivádí vodu z pole. Propustkem pod komunikací DN 400 bude voda převedena na druhou stranu. Aby nebylo nutné budovat dva příkopy směrem k potoku, tak podél silnice bude příkop udělán k níže umístěnému propustku z areálu cihelny a odtud již společně bude voda odvedena jedním příkopem až do Mšenského potoka. Koryto je

přírodní s trvalým travním porostem. Bude mít tak i retenční schopnost. Navržené parametry jsou naddimenzovány, proto by příkop měl bezpečně provést průtok větší než Q_{100} .

Potok je vzdálen od komunikace (ulice Hlavní) 60 m jižněji. Do něj bude veden nový příkop. Pro něj je zde dostatek prostoru, neboť pozemek pod komunikací je bez zástavby a roste zde jen trvalý travní porost. Příkop povede přes pozemky 103/5, 103/6 a 103/8. U všech těchto pozemků není problém s vlastnictvím, neboť u pozemků 103/5 a 103/8 je ve vlastnictví 1/3 stát a u pozemku 103/6 je ve vlastnictví přímo Obec Mšené – lázně (viz. příloha).

Situační nákres lokalita Cihelna



0 10 20 40 m

1:1000

Zdroj: Geoportal.cuzk.cz
Autor: Milan Lisec

Obr. 9.18 – Situační nákres s navrženým řešením lokality Cihelna

Návrh parametrů příkopu:

	příkop P1	příkop P1
Délka - l :	40 m	55 m
Šířka - b : dno	0,3 m	0,4 m
Sklon stěn $1:m =$	1:2	1:2
Hloubka - a :	0,4 m	0,5 m
Sklon - i :	2%	3,6%
drsnostní součinitel - n :	0,033	0,033

Výpočet průtoků Q v příkopech:

	příkop P1	příkop P2
Omočený obvod:	2,64 m	2,09 m
Plocha průřezu:	0,70 m ²	0,44 m ²
Hydraulický poloměr:	0,26 m	0,21 m
Chezyho rychlostní součinitel:	24,3 m ^{0,5} * s ⁻¹	23,4 m ^{0,5} * s ⁻¹
Chezyho rovnice:	2,37 m * s ⁻¹	1,52 m * s ⁻¹
Průtok:	<u>1,66 m³ * s⁻¹</u>	<u>0,66 m³ * s⁻¹</u>

Výpočet průtoků Q v propustcích:

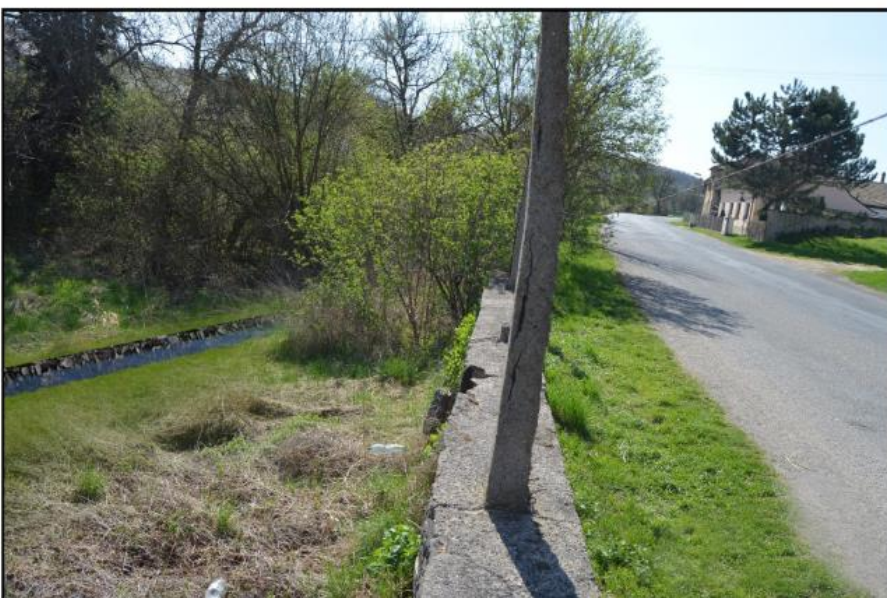
	propustek K1	propustek K2
Průměr průřezu:	DN 500	DN 400
Sklon:	10%	10%
Omočený obvod:	1,57 m	1,25 m
Plocha průřezu:	0,20 m ²	0,12 m ²
Hydraulický poloměr:	0,13 m	0,10 m
Chezyho rychlostní součinitel:	47,1 m ^{0,5} * s ⁻¹	45,4 m ^{0,5} * s ⁻¹
Chezyho rovnice:	5,27 m * s ⁻¹	4,54 m * s ⁻¹
Průtok:	<u>1,03 m³ * s⁻¹</u>	<u>0,57 m³ * s⁻¹</u>

Vizualizace (autor Libor Tomášek)



Obr. 9.19 - vizualizace navrženého roštu u vjezdu a propustku pod ulicí Hlavní

Obr. 9.20 - navržený nový příkop k Mšenskému potoku s plánovanou zástavbou



Obr. 9.21 - Nový příkop podél ulice Hlavní od propustku k Mšenskému potoku

Obr. 9.22 - Zkapacitněný příkop kolem areálu bývalé cihelny ústící do propustku

9.4. Lokalita Mšenský potok Podol

9.4.1. Popis lokality

Lokalita Mšenský potok Podol se nachází právě mezi na okraji Mšených – lázní (části Podol) směrem na Ředhošť. Protéká tudy Mšenský potok východním směrem od Ředhoště. Potok svírá údolí a postupně se přibližuje ke komunikaci III/23741 (která tvoří spojnici Ředhoště a Mšených – lázní) ze vzdálenosti cca 100 m od jeho levého břehu až k ní. Před Podolem se po pravém břehu nachází les tzv. „Holínek“. V obci vede potok přímo souběžně s komunikací a po pravém břehu jsou sportoviště – dvě fotbalová hřiště. První je TJ Sokol Mšené – lázně a je využíván k oficiálním zápasům Okresního přeboru. Druhé hřiště má ve vlastnictví Obec Mšené – lázně. Podél komunikace a i levém břehu potoka jsou rodinné domy. Průtoky jsou zde obvykle velmi malé, pohybují se v jednotkách litrů za sekundu. To se ale razantně mění, když dojde na povodí k přívalové srážce. Odezva toku je poměrně rychlá a kvůli malé kapacitě koryta může dojít k problémům.

Základní údaje o území řešené části:

	levý svah	pravý svah
plocha rozvodí lokality:	612 ha	930 ha
zemědělská půda:	584 ha	820 ha
zastavěná plocha	19 ha	13 ha
trvalý travní porost, lesy:	9 ha	97 ha
délka údolnice:	10 000 m	
délka řešeného úseku:	550 m	
nadmořská výška: min	326 m.n.m.	
max	215 m.n.m.	
sklon údolnice:	1,10%	
průměrný sklon svahu:	6,30%	8,20%

Lokalita Podol na DMR a ortofoto



1:50 000

Zdroj: Geoportal.cuzk.cz
Autor: Milan Lisec

Obr. 9.23 – Mapa lokality Podol na mapě s DMR 5G a ortofoto snímku

9.4.2. Ohroženost erozí

V lokalitě Podol jsou pro výpočet ztráty erozí určeny tři linie, kde každá reprezentuje tvar krajiny v místě. První „Podol č.1“ je situována hned západně od obce, kde je terén nejprudší a svažuje se od severu k jihovýchodu. Druhá je na stejném svahu, pouze o 500 metrů západněji v místě, kde je také soustředěný odtok z okraje lokality směrem do Mšenského potoka, který pak půdu odnáší až do obce. Třetí linie je na pravém svahu. Je sice poměrně krátká, ale svah je velmi prudký. Vede od remízku (táhne se podél potoka) přímo dolů. Plánek je na obrázku 9.2.

Vodní eroze je zde poměrně velký problémem a je samozřejmě přímo úměrná sklonu svahu. Od Peruce se údolí postupně prohlubuje a těsně před obcí je tedy největší sklon. Na pravém svahu výrazně napomáhají remízky. Ovšem na levém svahu je pouze zemědělsky obdělávaná půda. Bohužel opět se zde setkáváme s nedodržením základního principu pomáhajícího ke snížení eroze, čímž je obdělávání. Z leteckého snímku na obr. 9.23 a také z fotografií v příloze je vidět, že jsou plodiny na polích v oblasti „U Bydyně“ mezi obcemi Ředhošť a Mšené - lázně a rozcestím na Podbradec pěstovány po svahu dolů. Dále za Ředhoští na Černochoch jsou pole obdělávány správně. Problém je hlavně tedy u dvou půdních celků. Ty přitom jsou obdělávány po kratší straně.

Výpočet:

Linie Podol č. 1: délka 610 m, průměrný sklon 5,8 %

Tab. 9.10 – Výpočet roční ztráty půdy vodní erozí pro jednotlivé plodiny

lokalita Podol - linie 1							
plodina	R	K	L	S	C	P	G [t/ha·rok]
luštěniny	25	0,41	3,80	0,61	0,05	1	1,19
obilniny					0,15		3,56
řepka ozimá					0,22		5,23
mák, brambory					0,5		11,88
slunečnice					0,6		14,26
kukuřice					0,65		15,44

Linie Podol č. 2: délka 510 m, průměrný sklon 6,5%

Tab. 9.11 – Výpočet roční ztráty půdy vodní erozí pro jednotlivé plodiny

lokality Podol - linie 2							
plodina	R	K	L	S	C	P	G [t/ha·rok]
luštěniny	25	0,41	4,03	0,82	0,05	1	1,69
obilniny					0,15		5,08
řepka ozimá					0,22		7,45
mák, brambory					0,5		16,94
slunečnice					0,6		20,32
kukuřice					0,65		22,02

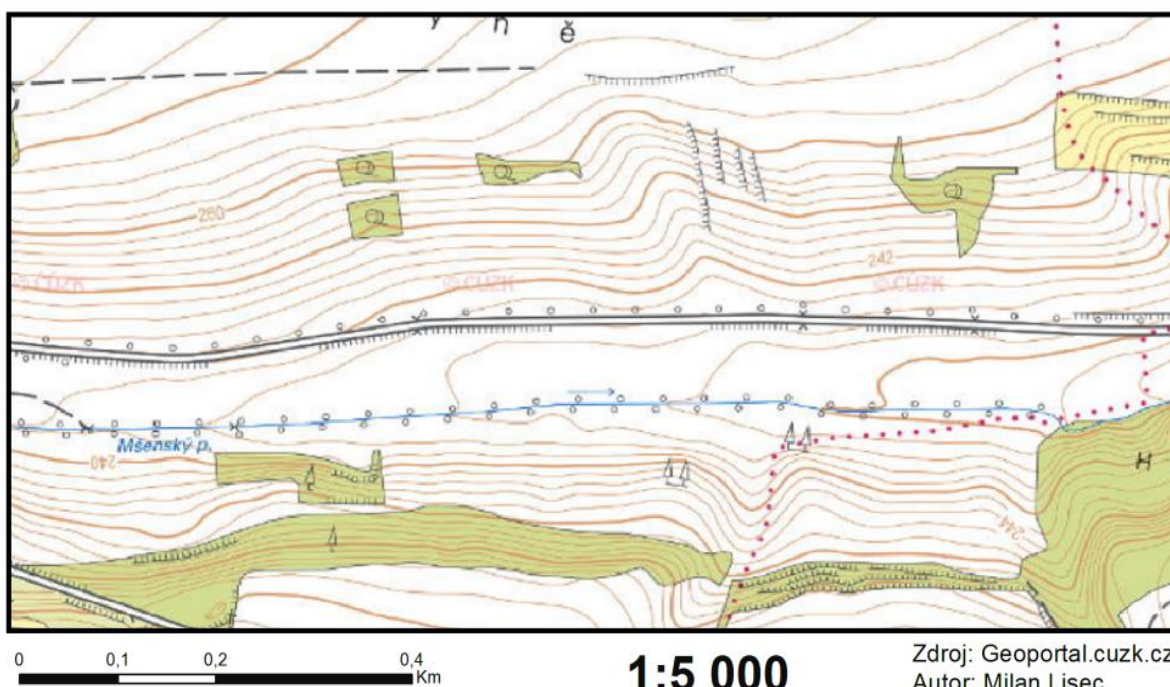
Linie Podol č. 3: délka 210 m, průměrný sklon 9,1 %

Tab. 9.12 – Výpočet roční ztráty půdy vodní erozí pro jednotlivé plodiny

lokality Podol - linie 3							
plodina	R	K	L	S	C	P	G [t/ha·rok]
luštěniny	25	0,41	3,09	0,99	0,05	1	1,57
obilniny					0,15		4,70
řepka ozimá					0,22		6,90
mák, brambory					0,5		15,68
slunečnice					0,6		18,81
kukuřice					0,65		20,38

Z vypočtených hodnot je patrné, že zatímco na linii č.1 nejsou rizikové jen luštěniny a obilniny, tak u zbývajících linií č. 2 a 3 jsou dokonce těsně za hranou i obilniny a širokořádkové plodiny nesplňují ani kritérium pro hluboké půdy, což je 10 t/ha·rok. U kukuřice je limit několikanásobně překročen. Na svažitéch polích těsně před obcí je tedy doporučeno pěstovat pouze úzkořádkové plodiny. Všechny ostatní jsou za hranicí hodnoty 4 t/ha·rok. Byla by možnost také vybudovat nové příkopy či hrázky jakožto opatření technického rázu. Ideální je také pěstování plodin podle určeného osevního postupu. Na to by ale místní zemědělci jen obtížně přistupovali, jelikož v něm je pěstování vojtěšky až na dvě sezóny.

Na přiloženém obrázku s leteckým snímkem je možné vidět, světlá místa, což dokazuje značnou erozi. Tomu hodně přispívá setí po svahu dolů. Odnesená půda se pak hromadí v korytě toku a tím dochází k velkému zanášení. To má pak za následek výrazné snížení jeho kapacity při případných přívalových srážkách. Několikrát se stalo, že voda se splaveninami zaplavila komunikaci z Ředhoště na Mšené – lázně, která pole dělí od Mšenského potoka.



Obr. 9.24 – Ortofoto snímek a podkladová mapa s velmi patrnou vodní erozí

9.4.3. Odtokové poměry lokality

Výpočet odtokových poměrů v lokalitě Podol byl rozdělen stejně jako v Šafranicích na dvě části. Je totiž důležité rozlišit, jaká je zde pěstována plodina. Každá má jiné vlastnosti a zadržuje přívalové srážky jinak. V rámci zjednodušení byly proto plodiny rozděleny na dvě základní kategorie – širokořádkové a úzkořádkové, pro něž byl proveden výpočet. Širokořádkové reprezentuje kukuřice a úzkořádkové obilniny.

Výpočty jsou uvedeny pro levý svah a pro pravý svah a dohromady pro celé povodí pro průtoky s N-letou dobou opakování 5,10,20,50 a 100 let.

Tab. 9.13 – Výpočet N-letých maximálních průtoků pro lokalitu Šafrance – DES-Q

N-leté maximální průtoky a objemy PV			úzkořádkové			širokořádkové			Jednotky
			Povodí	Levý svah	Pravý svah	Povodí	Levý svah	Pravý svah	
5	Q_{max}	maximální průtok	1,7	0,873	0,823	1,92	0,99	0,93	[m ³ .s ⁻¹]
	W _{PVT}	objem povodňové vlny PV	191	75,3	116	231	91,1	140	[10 ³ .m ³]
	W _{PVT,1d}	objem PV vyvolaný H _{1d5}	286	113	174	340	134	206	[10 ³ .m ³]
10	Q_{max}	maximální průtok	3,18	1,63	1,54	3,58	1,84	1,74	[m ³ .s ⁻¹]
	W _{PVT}	objem povodňové vlny PV	262	103	159	316	125	192	[10 ³ .m ³]
	W _{PVT,1d}	objem PV vyvolaný H _{1d10}	371	146	225	439	173	266	[10 ³ .m ³]
20	Q_{max}	maximální průtok	5,16	2,65	2,51	5,94	3,06	2,88	[m ³ .s ⁻¹]
	W _{PVT}	objem povodňové vlny PV	334	131	203	407	160	247	[10 ³ .m ³]
	W _{PVT,1d}	objem PV vyvolaný H _{1d20}	443	174	269	530	209	321	[10 ³ .m ³]
50	Q_{max}	maximální průtok	8,05	4,13	3,92	9,64	4,95	4,69	[m ³ .s ⁻¹]
	W _{PVT}	objem povodňové vlny PV	417	164	253	519	204	315	[10 ³ .m ³]
	W _{PVT,1d}	objem PV vyvolaný H _{1d50}	515	203	313	629	248	381	[10 ³ .m ³]
100	Q_{max}	maximální průtok	10,7	5,49	5,22	13,1	6,73	6,37	[m ³ .s ⁻¹]
	W _{PVT}	objem povodňové vlny PV	481	189	292	605	238	367	[10 ³ .m ³]
	W _{PVT,1d}	objem PV vyvolaný H _{1d100}	574	226	349	709	279	430	[10 ³ .m ³]

Rozvodí Mšenského potoka je rozsáhlé, takže hodnoty průtoků jsou dosti odlišné od předchozích lokalit. Velký rozdíl je také u průtoků mezi širokořádkovými a úzkořádkovými plodinami. Samozřejmě není reálné, aby všude byly pěstovány stejné plodiny, proto skutečné průtoky jsou někde v mezích intervalů v tabulce. Podrobné výpočty jsou v příloze.

9.4.4. Návrh opatření

V lokalitě Podol je hlavním problémem nedostatečné koryto Mšenského potoka. To se při průchodu celou obcí zásadně mění. Zatímco v centru obce je koryto zděné s kapacitou převyšující Q_{100} , tak na okraji právě v části Podol je koryto pouze připomínající obyčejný příkop podél komunikace. Koryto je travnaté ve tvaru trojúhelníku o hloubce kolem 0,6 m a šířce 3 m. To v současnosti stačí na průtok $1 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Stejně tak kapacita propustku pod cestou k hřišti je na podobný průtok. Je zde jen betonová roura DN 300 a to představuje značné komplikace pro plynulý průtok intravilánem. Vedle pravého břehu se nachází sportoviště a jejich terén je o více než 0,5 m pod úrovní dna Mšenského potoka. Ten dělí od sportoviště jen 0,6 m vysoký břeh.

Parametry současného příkopu:

Délka - l :	550 m
Šířka - b : dno	3 m
Sklon stěn $1:m =$	1:1
Hloubka - a :	0,6 m
Sklon - i :	1,1%
drsnostní součinitel - n :	0,033
tvar:	trojúhelník

Výpočet průtoku Q:

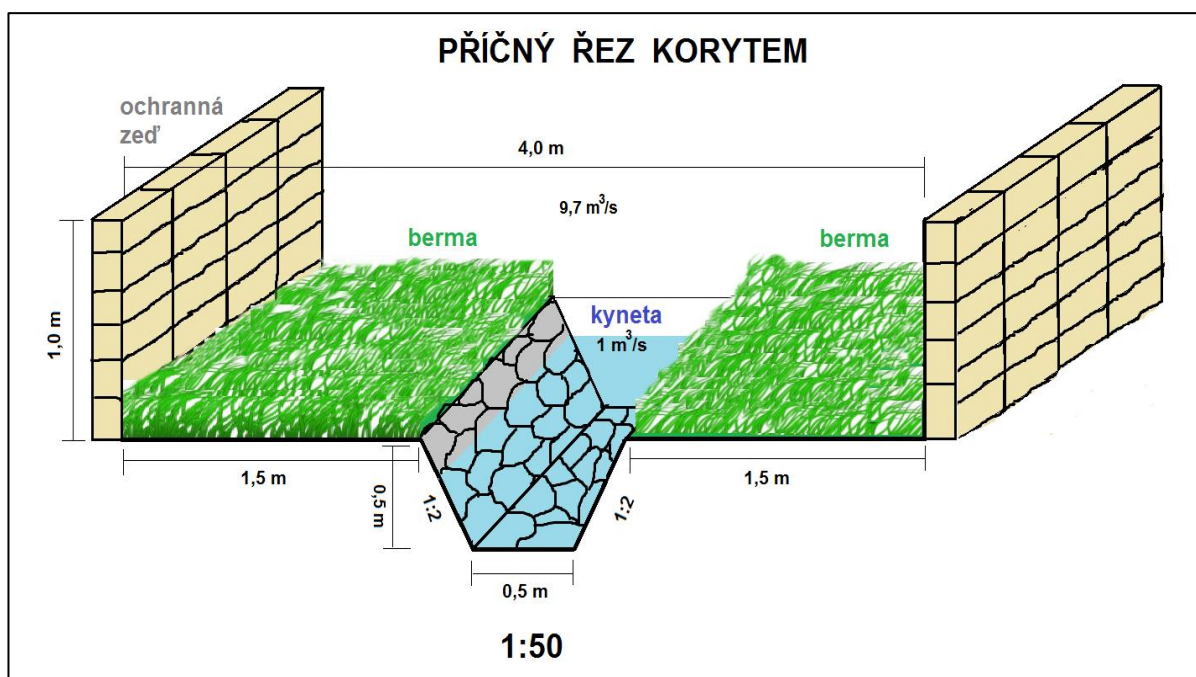
Omočený obvod:	$O = b + (2 * a * \sqrt{1 + m^2}) =$	2,73 m
Plocha průřezu:	$S = a * (b + (m * a)) =$	0,90 m ²
Hydraulický poloměr:	$R = S/O =$	0,33 m
Chezyho rychlostní součinitel: $C = \frac{1}{n} * R^{\frac{1}{6}} =$		25,19 m ^{0,5} * s ⁻¹
Chezyho rovnice:	$v = C * \sqrt{R * i} =$	1,52 m * s ⁻¹
Průtok:	$Q = S * v =$	<u>1,36 m³ * s⁻¹</u>

Z výpočtu vyplývá, že současné koryto stačí jen na úroveň Q_5 v daném místě.

Návrh tedy spočívá ke kompletní úpravě koryta a jeho zkapacitnění na průtok Q_{50} . Začátek úpravy je u mostku, který je na ulici Podolská (spojuje Vrbici s Podolem). Ten je také nevyhovující, protože s rozměry o šířce 2 m a výšce 0,5 m převede průtok $1,1 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, což neodpovídá ani průtoku Q_5 . Kdyby tedy měl provést Q_{100} , musela by být kapacita propustku více než desetinásobná. Propustek tedy bude nutné předělat alespoň na Q_{50} .

Koryto podél sportovišť je navrženo jako složené, ve kterém bude uprostřed umístěná kyneta. Ta se navrhuje obvykle na M-denní průtok, což v tomto případě bude nadhodnoceno. Jako materiál bude použit lomový kámen. Na každou stranu bude berma o šířce 1,5 m. Po obou okrajích bude oddělovat koryto toku zeď vysoká 1 m, která bude na úroveň terénu. Bermy budou zatravněny a zeď je navržena z kostek rovněž z lomového kamene. Takto upravené koryto by mělo stačit na bezpečné provedení průtoků překračujícího Q_{50} .

V souvislosti s úpravou koryta bude nutné předělat všechny propustky. Ty jsou zde kromě již zmíněného v ulici Podolská ještě dva. Nově budou vytvořeny mostky, které budou nad celým upraveným korytem. Dále směrem do centra obce je koryto podél ulice Družstevní již betonové, ovšem na menší průtok Q_{20} . V případě zkapacitnit na stejnou úroveň by tak bylo nutné posunout chodník blíže ke komunikaci a o jeho současné místo rozšířit koryto na dvojnásobnou šířku.



Obr. 9.25 – Příklad příčného řezu navrženým složeným korytem

Návrh parametrů příkopu:

	<u>kyneta</u>	<u>celé koryto</u>
Délka - l:	600 m	600 m
Šířka - b: dno	0,5 m	4 m
Sklon stěn 1:m =	1:2	
Hloubka - a :	0,5 m	1,5 m
Sklon - i:	1,1%	1,1%
drsnostní součinitel - n:	0,033	0,033

Výpočet průtoků Q v příkopech:

	<u>kyneta</u>	<u>celé koryto</u>
Omočený obvod:	2,74 m	8,74 m
Plocha průřezu:	0,75 m ²	4,75 m ²
Hydraulický poloměr:	0,27 m	0,54 m
Chezyho rychlostní součinitel:	24,4 m ^{0,5} * s ⁻¹	27,4 m ^{0,5} * s ⁻¹
Chezyho rovnice:	1,34 m * s ⁻¹	2,12 m * s ⁻¹
Průtok:	<u>1,01 m³ * s⁻¹</u>	<u>10,71 m³ * s⁻¹</u>

Z výpočtů parametrů koryta je patrné, že průtok odpovídá Q_{100} za předpokladu, že budou na povodí před Podolem pěstovány úzkořádkové plodiny. Kapacita bude desetinásobně větší, nežli je v současnosti.

Z územního plánu obce bylo zjištěno, že na loukách za fotbalovými hřišti směrem do obce jsou plochy pro výstavbu rodinných domů. Vzhledem k tomu, že koryto Mšenského potoka připomíná příkop, tak by hrozilo zaplavení pozemků u budoucích nemovitostí. Z toho důvodu je potřeba brát zřetel na jejich ochranu a v tomto úseku koryto zkapacitnit.

Dotčené pozemky:

Koryto Mšenského potoka, kde bude provedena úprava, se nachází na pozemcích p.č. 688/1, 688/7, 688/6 v k.ú. Vrbice u Mšeného- lázní

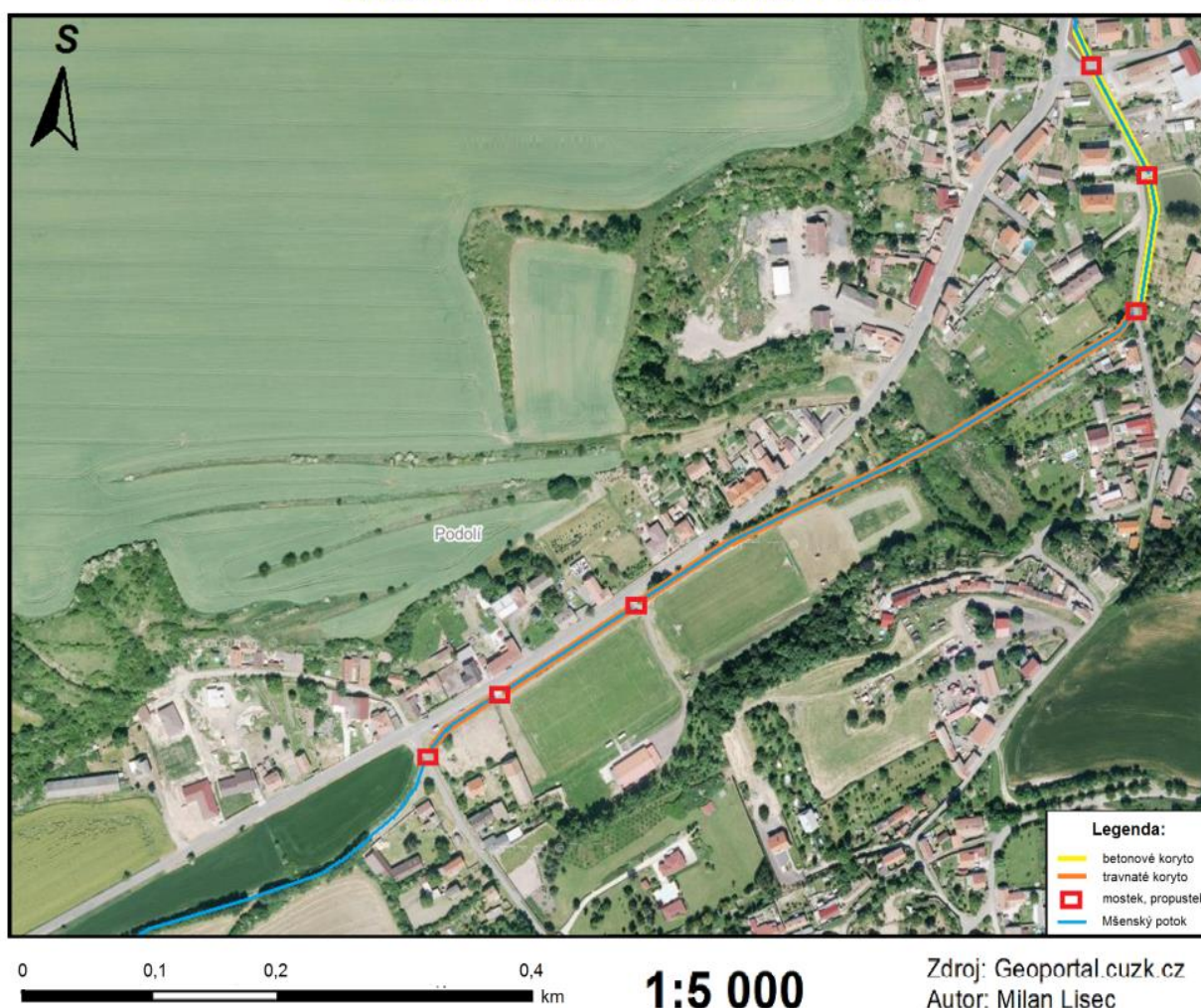
p.č. 107/4, 107/2, 107/3, 1343/20, 1343/21 a 1343/8 v k.ú. Mšené-lázně

V případě úpravy koryta budou dotčené ještě pozemky

p.č. 688/3, 90/3 v k.ú. Vrbice u Mšeného- lázní

p.č. 1343/2 v k.ú. Mšené-lázně

Situační nákres lokalita Podol



Obr. 9.26 – Situační nákres úpravy toku v lokalitě Podol

Vizualizace (autor Libor Tomášek)



Obr. 9.27 - vizualizace rozšíření koryta Mšenského potoka v Družstevní ulici

Obr. 9.28 - vizualizace rozšířeného koryta potoka směrem k loukám v Poldole



9.29 - vizualizace rozšířeného koryta v ulici Družstevní směrem k Hlavní



Obr. 9.30 - rozšířené koryto potoka v Podole směrem do obce





9.31 - vizualizace rozšířeného koryta potoka v Podole směrem na Ředhošť

9.32 - vizualizace rozšířeného koryta potoka podél fotbalového hřiště



Obr. 9.33 – Vizualizace nového mostku v Podolské ulici přes nové koryto

Obr. 9.34 – Začátek nového koryta na okraji Podola směr Ředhošť

10. Diskuze a závěr

Při řešení odtokových poměrů v Obci Mšené – lázně bylo zjištěno, že kvůli kopcovitému terénu je mnoho míst postiženo silným povrchovým odtokem i v případě menších přívalových srážek. Jak ve Mšených – lázních, tak v místní části Vrbice není dostatečně vybudováno odvodnění, které vhodně vodu provedlo. Ještě na počátku tohoto desetiletí byla většina komunikací pouze prašných nebo dlážděných čedičovou dlažbou, což mělo za následek jejich vymílání. Nyní mají komunikace živičný povrch, takže sice k vymílání nedochází, ale zase všechna voda odteče. Některé lokality nelze řešit buďto kvůli blízkosti zástavby anebo nevhodné krajině, kdy je například ulice položena v zářezu.

Při výpočtu průtoků se ukázalo, že v některých lokalitách, jako např. Šafrance, může být značný přítok z okolních svahů a je důležité nějakým způsobem tyto problémy řešit. Většinou lze napomoci zkapacitněním příkopů, které by zabránily odtoku vody po komunikacích. U Mšenského potoka je hlavním problémem nedostatečné koryto v oblasti Podola. Vzhledem k tomu, že sportoviště jsou pod úrovní dna, tak pokud se potok rozlije, pak je zaplaveno hřiště, ale voda nemůže odtéct zpět. Navíc na loukách, kde je plánována výstavba rodinných domů, jsou nyní ohroženy rozlivem. Proto je důležité v celém intravilánu obce mít dostatečně kapacitní koryto.

Dalším velkým problémem je eroze, která je téměř v celém údolí Mšenského potoka velmi výrazná. V některých místech (hlavně mezi Mšenými – lázněmi a Ředhoští) dosahuje hodnota erozní ztráty až 20 t/ha·rok, což je pětinasobně překročena mezní hodnota 4 t/ha ·rok. Liší se to samozřejmě u každé plodiny, ale v minulosti nastala situace, kdy byla obec vyplavená kvůli zasetí nevhodné plodiny na pole v okolí. To způsobilo, že velké množství zeminy zaplavilo několik ulic a došlo i k zatopení pozemků. Stejně tak je často zaplavována komunikace na Ředhošť vodou z přilehlých polí. Může za to i směr obdělávání po svahu dolů.

Cílem opatření je tedy zlepšení, aby nedocházelo k nebezpečným situacím v souvislosti s významným povrchovým odtokem a zamezení případných větších škod s tím souvisejícími.

11. Seznam použitých zdrojů

- Brázdil, R. & kol., 2005: *Historické a současné povodně v České republice*. Masarykova Univerzita v Brně, Český hydrometeorologický ústav v Praze, Brno – Praha, 369s., ISBN 80-210-3864-0.
- *Historický lexikon obcí ČR 1869 - 2005 II. díl*, [online] Český statistický úřad 2013, Praha. [cit. 2016-11-15] Dostupné z: <https://www.czso.cz/documents/10180/20538302/13n106cd2.pdf/ed17fd22-0421-4b48-98ec-9a86f45aec8a?version=1.0> ISBN 978-80-250-2394-5.
- Holý, M. 1978. *Protierozní ochrana*. Státní Nakladatelství technické literatury, ALFA. Praha, Bratislava.
- Chábera S. et KÖSSL R., 1999: *Základy fyzické geomorfologie: přehled hydrogeografie*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Pedagogická fakulta, katedra geografie., ISBN 80-7040-348-9.
- *Infomet ČHMÚ: Nejhorší záplavy na území ČR* [online]. 2012 [cit. 2017-04-16]. Dostupné z: <http://infomet.cz/index.php?id=read&idd=1337942608>
- Janeček, M., Bohuslávek, J., Dumbrovský, M., Gergel, J., Hrádek, F., Kovář, P., Kubátová, E., Pasák, V., Pivcová, J., Tippl, M., Toman, F., Tomanová, O., Váška, J. 2002. *Ochrana zemědělské půdy před erozí*. ISV nakladatelství. Praha. ISBN: 85866-85-8.
- Janeček M., Kovář P., Kubátová E., Kadlec V., Toman F., 2010: Závěrečná zpráva projektu NAZV QH 72085 - *Diferenciace a regionalizace R-faktoru pro území ČR*, Česká zemědělská univerzita v Praze, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v. v. i., Mendelova univerzita Brno.
- JENÍČEK, Michal. *Hydrometrie: Hodnocení průtoků* [online]. Praha, 2011 [cit. 2016-12-18]. Dostupné z: <http://hydro.natur.cuni.cz/jenicek/download.php?akce=dokumenty&cislo=47>. Univerzita Karlova v Praze.
- JANEČEK, Miloslav. *Ochrana zemědělské půdy před erozí: metodika*. Praha: Powerprint, 2012. ISBN 978-80-87415-42-9.

- JUST, Tomáš. *Vodohospodářské revitalizace a jejich uplatnění v ochraně před povodněmi*. Praha: Český svaz ochránců přírody, 2005. ISBN 80-239-6351-1.
- Kubátová E., 2002: *Rozbor erozní účinnosti erozních srážek*. In: Janeček M.: Ochrana zemědělské půdy před erozí. ISV nakladatelství, Praha: 40 – 45.
- Lenka Čamrová, Jiřina Jílková a kolektiv 2006 : *Povodně v území institucionální a ekonomické souvislosti*, Vysoká škola ekonomická v Praze. Institut pro ekonomickou a ekologickou politiku, ISBN 80-7379-000-9
- Luo Z., Deng L., Zan Ch., 2015: *Soil erosion under different plant cover types and its influencing factors in Napahai Catchment, Shangri-La County, Yunnan Province, China*. International journal of sustainable development and word ecology.
- Mapový podklad digitální model terénu 5. generace DMR 5G – Zapůjčil © Český úřad zeměměřický a katastrální, www.cuzk.cz
- Měsíční statistiky stanic ČHMÚ. www.in-pocasi.cz [online]. [cit. 2017-02-05]. Dostupné z: <http://www.in-pocasi.cz/archiv/>
- Město Albrechtice – oficiální webové stránky města, sekce aktuality [cit. 2016-10-05]. <http://www.mesto-albrechtice.cz/mestsky-urad/aktuality/?pageshowing=6&more=731#msg731>
- Miloslav Müller: *Intenzivní srážky a povodě: stálá hrozba*, [online], Ústav fyziky atmosféry AV ČR Praha, [cit. 2016-10-16]. Článek, Dostupné online: <https://www.natur.cuni.cz/geografie/fyzgeo/fyzicka-geografie-popularne/muller2003.pdf>
- MORAVEC, Miroslav. *Mšené-lázně a okolí na starých pohlednicích*. Hostivice: Petr Prášil, 2006. Knihy se starými pohlednicemi. ISBN 80-903067-0-5.
- MORAVEC, Miroslav. *Mšené-lázně a okolí na starých pohlednicích 2. díl*. Hostivice: Petr Prášil, 2006. Knihy se starými pohlednicemi. ISBN 80-86914-08-9.
- www.ochrana-pudy.cz - *Jak zabránit povodním?* : [online]. 2014 [cit. 2016-11-15]. Dostupné z: <http://www.ochrana-pudy.cz/co-se-s-tim-da-delat/otazky-a-odpovedi/>
- PILOUS, Vlastimil a Miloslav BARTOŠ. *Největší povodně v Krkonoších*. Vrchlabí: Správa Krkonošského národního parku, 2014. ISBN 978-80-87706-44-2.

- *PLÁN PÉČE O ZVLÁŠTĚ CHRÁNĚNÉ ÚZEMÍ ROKY 2012-2021: PŘÍRODNÍ PAMÁTKA NA DLOUHÉ STRÁNI*. [Http://www.usteckykraj-priroda.cz](http://www.usteckykraj-priroda.cz) [online]. [cit. 2017-02-05]. Dostupné z: <http://www.usteckykraj-priroda.cz/files/files/Plan%20pece%20dlouha%20stran.pdf>
- PONCE, V. M. a HAWKINS, R. H. 1996. *Runoff curve number: has it reached maturity*. *Journal of hydrology*. 1, 1996, Sv. 11-19, 1.
- *Pozemkové úpravy, 2. aktualizované vydání*, Ministerstvo Zemědělství 2010, [online]. Praha, 2011 [cit. 2016-12-18]. Dostupné z: <http://www.rackova.cz/file.php?nid=4422&oid=2838657>, ISBN 978-80-7084-944-6
- Slavík L., 2000: *Biotechnické úpravy v krajině*. Fakulta životního prostředí UJEP v Ústí nad Labem.
- Tlapák V. & Herynek J. 2002: *Revitalizační opatření a využívání vodních zdrojů v krajině*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno
- Vrána K., Dostál T., Zuna J., Kender J. 1998 : *Krajinné inženýrství*, ČKAIT Praha
- Wawer R., Nowocien E., Podolski B., Kozyra J., Pudelko R., 2013: *Protective role of grassland against soil water erosion caused by extreme rainfall events compared to black fallow*. *Journal Of Food Agriculture & Environment*
- Williams, J. 1975. *Sediment Yield Prediction with Universal Equation using Runoff Energy Factor*. Agricultural Research Service Report ARS-S-40, U.S. Department of Agriculture
- *Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, v platném znění.*
- *Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách (vodní zákon) a související předpisy, v platném znění.*

Mapové podklady

- Geoportál SOWAC-GIS, Dostupné online: <https://geoportal.gov.cz>
- Geoportál ČUZK, Dostupné online <http://geoportal.cuzk.cz/geoprohlizec/>
- Nahlížení do katastru nemovitostí, ČUZK, Dostupné online: <http://nahlizeniidokn.cuzk.cz>
- Mapy.cz, Dostupné online www.mapy.cz

12. Seznam použitých obrázků

- Obr.4.1 – Ryska na kapliče znázorňující dosaženou úroveň vody 20.5.1949
- Obr. 5.1 – Hydrogram typického průběhu vodního stavu při dešťové povodni
- Obr. 5.2 – Hydrogram typického průběhu vodního stavu při přívalové povodni
- Obr. 5.3 – Hydrogram ukazující průběh vodního stavu povodně z tání sněhu
- Obr. 5.4 – Hydrogram typického průběhu vodního stavu při ledové povodni
- Obr. 6.1 – Ukázka pásového střídání plodin
- Obr. 7.1 – Distribuce srážek na povodí
- Obr. 7.2 – Nomogram Vliv obsahu vody v půdě na změnu odtokové křivky (CN)
- Obr. 7.3. – Nomogramy pro určení čísel odtokových křivek (CN) pro zalesněná povodí podle hydrologických skupin půd
- Obr. 7.4 – Nomogram pro zjištění jednotkového kulminačního průtoku (q_{pH}) z doby koncentrace (T_c) a poměru (I_a / H_s)
- Obr. 7.5 – Znázornění částí doby koncentrace T_c
- Obr. 7.6 – Průměrné rychlosti pro stanovení doby doběhu
- Obr. 8.1 – Umístění obce Mšené – lázně v rámci ČR
- Obr. 8.2 – Mapa obce Mšené – lázně
- Obr. 8.3 – Ortofoto pohled na obec Mšené – lázně
- Obr. 8.4 – Mapa k.ú. Mšené – lázně a Vrbice
- Obr. 8.5 – Mapa k.ú. Ředhošť
- Obr. 8.6 – Mapa k.ú. Ječovice
- Obr. 8.7 – Mapa k.ú. Podbradec
- Obr. 8.8 – Mapa k.ú. Brníkov
- Obr. 8.9 – Průměrná roční teplota v ČR
- Obr. 8.10 – Průměrné roční srážky v ČR
- Obr. 8.11 – Poloha obce v rámci klimatických regionů ČR
- Obr. 8.12 – Porovnání teplot s profi stanicemi ČHMÚ

Obr. 8.13 – Porovnání srážek s profi stanicemi ČHMÚ

Obr. 8.14 – Obec Mšené – lázně na geologické mapě

Obr. 8.15 – Obec Mšené – lázně na pedologické mapě

Obr. 8.16 – Povodí Mšenského potoka na mapě a ortofoto snímku

Obr. 8.17 – Pramen Mšenského potoka v centru Černochova

Obr. 8.18 – Pramen Mšenského potoka v centru Černochova

Obr. 9.1 – Trasy povrchového odtoku ve Mšených - lázních

Obr. 9.2 – Plánek linií pro výpočet ztráty půdy vodní erozí

Obr. 9.3 – Mapa lokality Skalička na mapě s DMR 5G a ortofoto snímku

Obr. 9.4 – Situační nákres s navrženým řešením lokality Skalička

Obr. 9.5 – Vizualizace příkopu v Mládežnické ulici (pohled od ulice Hlavní)

Obr. 9.6 – Vizualizace příkopu v Mládežnické ulici (opačný pohled k ulici Hlavní)

Obr. 9.7 – Vizualizace příkopu v Mládežnické ulici (pohled na sever)

Obr. 9.8 – Vizualizace příkopu v Mládežnické ulici se sběrným roštem

Obr. 9.9 – Začátek příkopu v Mládežnické ulici (pohled k bývalému učilišti)

Obr. 9.10 – Příkop v Mládežnické ulici (pohled dolů k ulici Hlavní)

Obr. 9.11 – Mapa lokality Šafrance na mapě s DMR 5G a ortofoto snímku

Obr. 9.12 – Situační nákres s navrženým řešením lokality Šafrance

Obr. 9.13 – Cesta k Šafranicím a po levé straně nový příkop

Obr. 9.14 – Přeložka cesty a pohled na hráz nového poldru nad Šafranicemi

Obr. 9.15 – Vizualizace nového poldru nad Šafranicemi a napravo přeložka cesty

Obr. 9.16 – Mapa lokality Cihelna na mapě s DMR 5G

Obr. 9.17 – Mapa lokality Cihelna na ortofoto snímku

Obr. 9.18 – Situační nákres s navrženým řešením lokality Cihelna

Obr. 9.19 – Vizualizace navrženého roštu u vjezdu a propustku pod ulicí Hlavní

Obr. 9.20 – Navržený nový příkop ke Mšenskému potoku s plánovanou výstavbou

Obr. 9.21 – Nový příkop podél ulice Hlavní od propustku ke Mšenskému potoku

Obr. 9.22 – Zkapacitněný příkop kolem areálu bývalé cihelny ústící do propustku

Obr. 9.23 – Mapa lokality Podol na mapě s DMR 5G a ortofoto snímku

Obr. 9.24 – Ortofoto snímek a podkladová mapa s velmi patrnou vodní erozí

Obr. 9.25 – Příčný řez navrženým složeným korytem

Obr. 9.26 – Situační nákres úpravy toku v lokalitě Podol

Obr. 9.27 – Vizualizace rozšíření koryta Mšenského potoka v Družstevní ulici

Obr. 9.28 – Vizualizace rozšířeného koryta potoka směrem k loukám v Podole

Obr. 9.29 – Vizualizace rozšířeného koryta v ulici Družstevní směrem k Hlavní

Obr. 9.30 – Rozšířené koryto potoka v Podole směrem do obce

Obr. 9.31 – Vizualizace rozšířeného koryta potoka v Podole směrem na Ředhošť

Obr. 9.32 – Vizualizace rozšířeného koryta potoka podél fotbalového hřiště

Obr. 9.33 – Vizualizace nového mostku v Podolské ulici přes nové koryto

Obr. 9.34 – Začátek nového koryta na okraji Podola směr Ředhošť

13. Seznam tabulek

Tab. 4.1: Druhy srážek podle intenzity

Tab. 6.1 - Procentní rozdělení faktoru R v jednotlivých měsících vegetačního období

Tab. 6.2 - Váhy dílčích částí odtokové linie (1. - nejvýše položená desetina, 10. - nejnižší položená desetina)

Tab. 6.3 – Hodnoty L faktoru

Tab. 6.4 – Hodnoty L faktoru podle sklonu svahu

Tab. 6.5 – Hodnoty S faktoru pro přímý svah (Janeček 2007)

Tab. 6.6 – Hodnoty faktoru vegetačního krytu a agrotechniky (Janeček a kol 2007)

Tab. 6.7 – Průměrné hodnoty faktoru C pro jednotlivé plodiny

Tab. 7.1 – hydrologické skupiny půd

Tab. 7.2 – Hydrologické skupiny zemědělských půd podle HPJ

Tab. 7.3 – Průměrná čísla odtokových křivek – CN pro IPS

Tab. 7.4 – Hodnocení nadložního humusu podle metody CN – křivek

Tab. 7.5 – Opravný součinitel (f) pro nádrže, rybníky a bažiny

Tab. 7.6 – Manningův součinitel drsnosti n pro otevřená koryta

Tab. 7.7 – Manningův součinitel drsnosti n pro otevřená koryta

Tab. 8.1 – části obce Mšené – lázně

Tab. 8.2 – Průměrné měsíční teploty na profesionálních stanicích ČHMÚ

Tab. 8.3 – Průměrné měsíční teploty amatérského pozorování v obci Radešín

Tab. 8.4 – Průměrné měsíční srážky amatérského pozorování v obci Radešín

Tab. 8.5 – Průměrná cena za m^2 určená dle BPEJ

Tab. 8.6 - M – denní průtoky (Q_{md}) v $l \cdot s^{-1}$ pro profil Mšené-lázně okraj obce

Tab. 8.7 - N – leté průtoky (Q_n) v $m^3 \cdot s^{-1}$ pro profil Mšené-lázně pod lázněmi

Tab. 9.1 – Výpočet roční ztráty půdy vodní erozí pro jednotlivé plodiny

Tab. 9.2 – Výpočet N-letých maximálních průtoků pro lokalitu Skalička – DES-Q

Tab. 9.3 – Výpočet roční ztráty půdy vodní erozí pro jednotlivé plodiny

Tab. 9.4 – Výpočet roční ztráty půdy vodní erozí pro jednotlivé plodiny

Tab. 9.5 – Výpočet roční ztráty půdy vodní erozí pro jednotlivé plodiny

Tab. 9.6 – Výpočet N-letých maximálních průtoků pro lokalitu Šafranice – DES-

Tab. 9.7 – Výpočet roční ztráty půdy vodní erozí pro jednotlivé plodiny

Tab. 9.8 – Výpočet N-letých maximálních průtoků přes areál cihelny – DES-Q

Tab. 9.9 – Výpočet N-letých maximálních průtoků příkopem okolo cihelny – DES-Q

Tab. 9.10 – Výpočet roční ztráty půdy vodní erozí pro jednotlivé plodiny

Tab. 9.11 – Výpočet roční ztráty půdy vodní erozí pro jednotlivé plodiny

Tab. 9.12 – Výpočet roční ztráty půdy vodní erozí pro jednotlivé plodiny

Tab. 9.13 – Výpočet N-letých maximálních průtoků pro lokalitu Šafranice – DES-Q

Přílohy

Příloha č. 1 - lokalita Skalička

- a) výpočty průtoků
- b) fotografie lokality

Příloha č. 2 - lokalita Šafranice

- a) výpočty průtoků
- b) fotografie lokality

Příloha č. 3 - lokalita Cihelna

- a) výpočty průtoků přes areál bývalé cihelny
- b) fotografie lokality

Příloha č. 4 - lokalita Podol

- a) výpočty průtoků
- b) fotografie lokality

Příloha č. 5 – snímky porovnávající stav s povodňovou situací

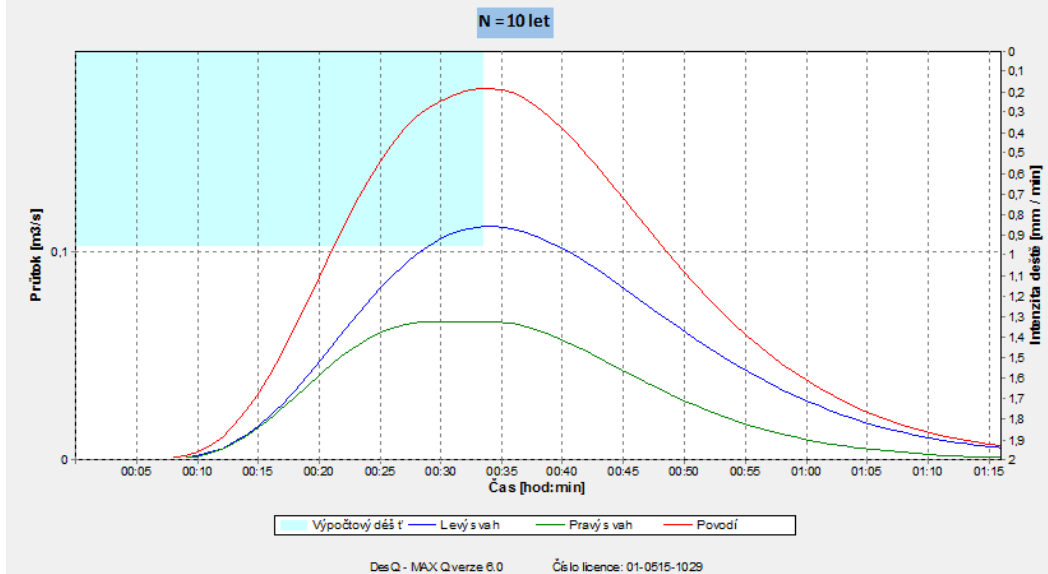
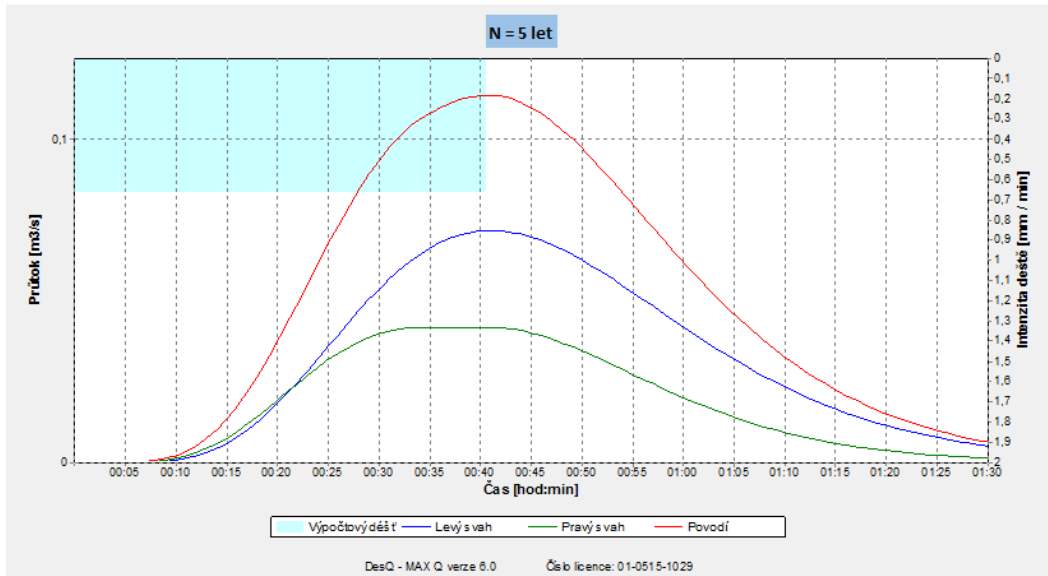
Příloha č. 1 - lokalita Skalička

a) výpočty průtoků

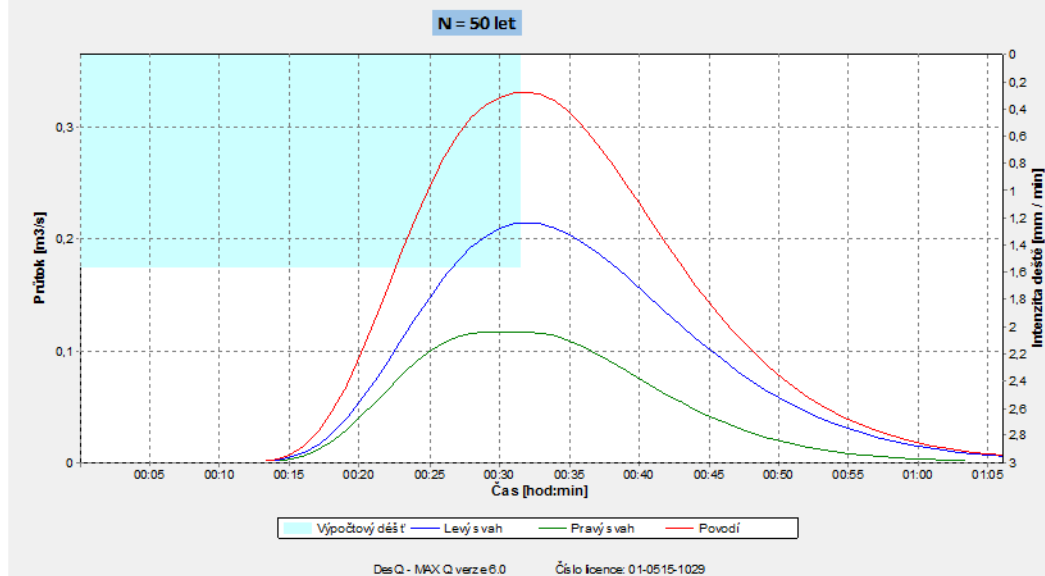
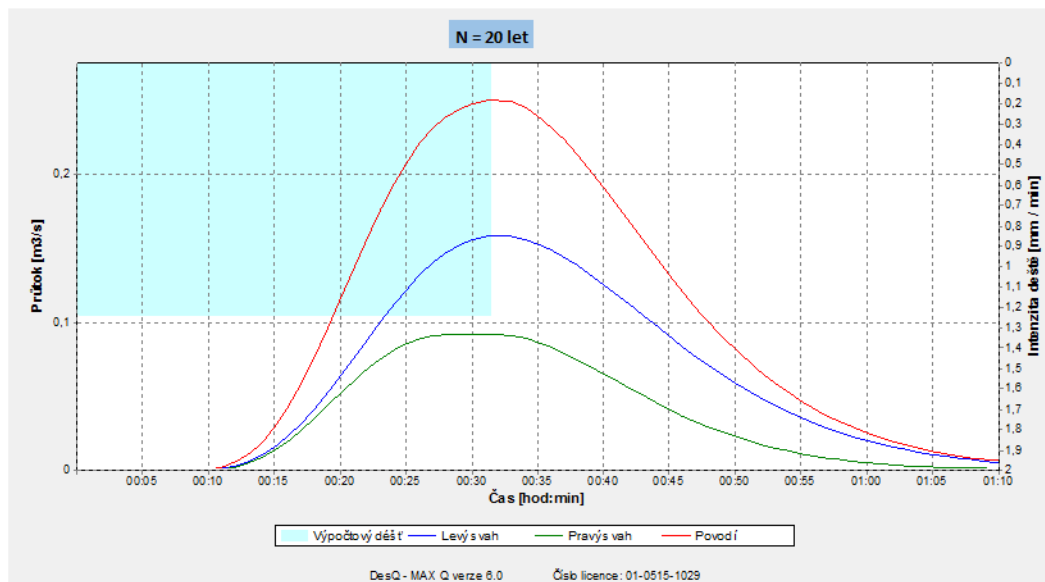
VSTUPNÍ VELIČINY		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
F	plocha povodí	0,05			[km ²]
F _s	plocha svahu		0,03	0,02	[km ²]
I _s	průměrný sklon svahu		7,5	7,2	[%]
γ	drsnostní charakteristika		2,47	2,12	[sec]
L _u	délka údolnice	0,28			[km]
I _u	průměrný sklon údolnice	7,5			[%]
CN _{typ}	typ odtokové křivky(1,2,3)		2	2	[...]
CN	číslo odtokové křivky		72,3	68,9	[...]
N	doba opakování	5,10,20,50,100			[roky]
H _{1d5}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=5	49,2			[mm]
H _{1d10}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=10	59,2			[mm]
H _{1d20}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=20	69,5			[mm]
H _{1d50}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=50	82,2			[mm]
H _{1d100}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=100	92,1			[mm]

VÝSTUPNÍ VELIČINY N = 5 let		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
CN _{pr}	přepočtené číslo CN - typ		72,3	68,9	[...]
R _p	potenciální retence povodí		97,2	114,5	[mm]
L _s	průměrná délka svahu		0,11	0,07	[km]
L _{so}	průměrná délka dráhy svahového odtoku		0,13	0,09	[km]
Kritický déšť					
t _{dk}	doba trvání deště		41	32	[min]
i _{dk}	intenzita deště		0,661	0,775	[mm.min ⁻¹]
H _{dk}	výška deště		27,1	24,8	[mm]
t _{1dk}	doba bezodtokové fáze		1	1	[min]
t _{spk}	doba trvání přítoku		40	31	[min]
i _{spk}	intenzita přítoku		0,143	0,137	[mm.min ⁻¹]
H _{spk}	výška přítoku		5,7	4,3	[mm]
Výpočtový déšť					
t _d	doba trvání deště	41			[min]
i _d	intenzita deště	0,661			[mm.min ⁻¹]
H _d	výška deště	27,1			[mm]
t ₁	doba trvání bezodtokové fáze	1	1	1	[min]
t _{sp}	doba trvání přítoku		40	40	[min]
i _{sp}	intenzita přítoku		0,143	0,125	[mm.min ⁻¹]
H _{sp}	výška přítoku		5,7	5	[mm]
t _{sk}	doba koncentrace		40	33	[min]
i _{sk}	intenzita odtoku v době t _{sk}		0,142	0,122	[mm.min ⁻¹]
H _{so}	výška odtoku		5,7	5	[mm]
max i _{so}	max. intenzita odtoku ze svahu		0,143	0,125	[mm.min ⁻¹]
Q _{max}	maximální průtok	0,114	0,072	0,042	[m ³ .s ⁻¹]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané výpočtovým deštěm					
W _{PVT}	objem povodňové vlny	272	172	100	[10 ³ .m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	40	40	33	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	50	50	36	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	0	7	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	90	90	76	[min]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané H _{1d5}					
W _{PVT}	objem povodňové vlny	779	489	291	[10 ³ .m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	40	40	33	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	192	192	168	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	0	7	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	232	232	208	[min]

VÝSTUPNÍ VELIČINY N = 10 let		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
CN _{pr}	přepočtené číslo CN - typ		72,3	68,9	[...]
R _p	potenciální retence povodí		97,2	114,5	[mm]
L _s	průměrná délka svahu		0,11	0,07	[km]
L _{so}	průměrná délka dráhy svahového odtoku		0,13	0,09	[km]
Kritický déšť					
t _{dk}	doba trvání deště		34	28	[min]
i _{dk}	intenzita deště		0,955	1,084	[mm.min ⁻¹]
H _{dk}	výška deště		32,5	30,4	[mm]
t _{1dk}	doba bezodtokové fáze		2	2	[min]
t _{spk}	doba trvání přítoku		32	26	[min]
i _{spk}	intenzita přítoku		0,224	0,208	[mm.min ⁻¹]
H _{spk}	výška přítoku		7,2	5,4	[mm]
Výpočtový déšť					
t _d	doba trvání deště	34			[min]
i _d	intenzita deště	0,955			[mm.min ⁻¹]
H _d	výška deště	32,5			[mm]
t ₁	doba trvání bezodtokové fáze	2	2	3	[min]
t _{sp}	doba trvání přítoku		32	31	[min]
i _{sp}	intenzita přítoku		0,224	0,199	[mm.min ⁻¹]
H _{sp}	výška přítoku		7,2	6,2	[mm]
t _{sk}	doba koncentrace		32	26	[min]
i _{sk}	intenzita odtoku v době t _{sk}		0,221	0,197	[mm.min ⁻¹]
H _{so}	výška odtoku		7,2	6,2	[mm]
max i _{so}	max. intenzita odtoku ze svahu		0,224	0,199	[mm.min ⁻¹]
Q _{max}	maximální průtok	0,18	0,112	0,066	[m ³ .s ⁻¹]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané výpočtovým deštěm					
W _{PVT}	objem povodňové vlny	339	215	124	[10 ³ .m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	32	32	26	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	43	43	32	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	0	5	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	75	75	63	[min]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané H _{1d10}					
W _{PVT}	objem povodňové vlny	1,01	0,632	0,374	[10 ³ .m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	32	32	26	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	178	178	157	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	0	5	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	210	210	188	[min]

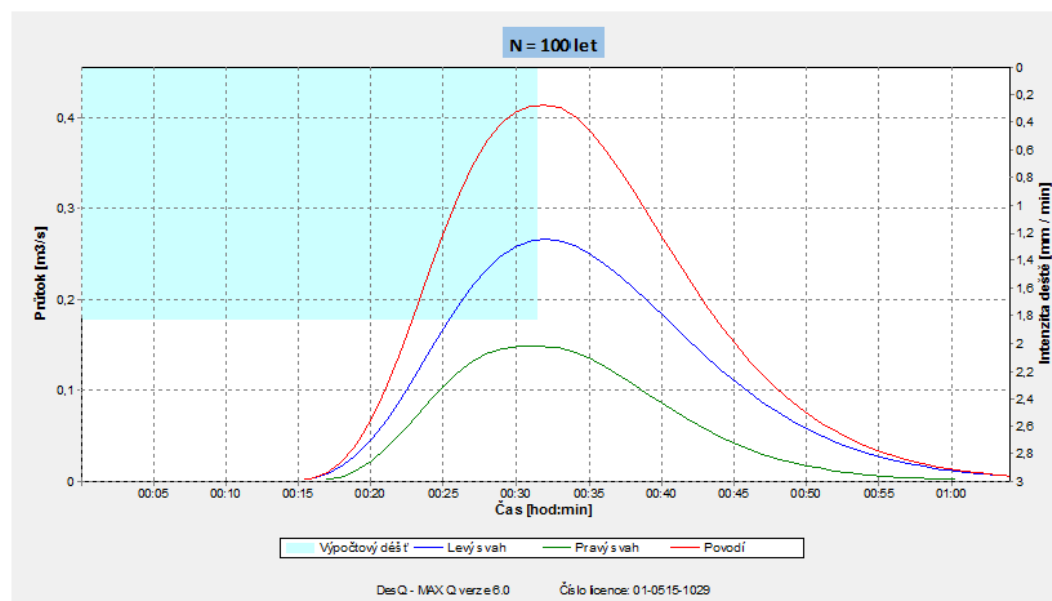


VÝSTUPNÍ VELIČINY N = 20 let		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
CN _{pr}	přepočtené číslo CN - typ		72,3	68,9	[...]
R _p	potenciální retence povodí		97,2	114,5	[mm]
L _s	průměrná délka svahu		0,11	0,07	[km]
L _{so}	průměrná délka dráhy svahového odtoku		0,13	0,09	[km]
Kritický dešť					
t _{dk}	doba trvání deště		32	27	[min]
i _{dk}	intenzita deště		1,243	1,388	[mm.min ⁻¹]
H _{dk}	výška deště		39,8	37,5	[mm]
t _{1dk}	doba bezodtokové fáze		5	5	[min]
t _{spk}	doba trvání přítoku		27	22	[min]
i _{spk}	intenzita přítoku		0,317	0,283	[mm.min ⁻¹]
H _{spk}	výška přítoku		8,6	6,2	[mm]
Výpočtový dešť					
t _d	doba trvání deště	32			[min]
i _d	intenzita deště	1,243			[mm.min ⁻¹]
H _d	výška deště	39,8			[mm]
t ₁	doba trvání bezodtokové fáze	5	5	6	[min]
t _{sp}	doba trvání přítoku		27	26	[min]
i _{sp}	intenzita přítoku		0,317	0,274	[mm.min ⁻¹]
H _{sp}	výška přítoku		8,6	7,1	[mm]
t _{sk}	doba koncentrace		27	22	[min]
i _{sk}	intenzita odtoku v době t _{sk}		0,311	0,275	[mm.min ⁻¹]
H _{so}	výška odtoku		8,6	7,1	[mm]
max i _{so}	max. intenzita odtoku ze svahu		0,317	0,274	[mm.min ⁻¹]
Q_{max}	maximální průtok	0,253	0,159	0,091	[m³.s⁻¹]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané výpočtovým deštěm					
W _{PVT}	objem povodňové vlny	399	257	142	[10 ³ .m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	27	27	22	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	39	39	29	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	0	4	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	66	66	55	[min]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané H_{1d20}					
W _{PVT}	objem povodňové vlny	1,18	0,746	0,436	[10 ³ .m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	27	27	22	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	160	160	144	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	n	n	4	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	187	187	170	[min]

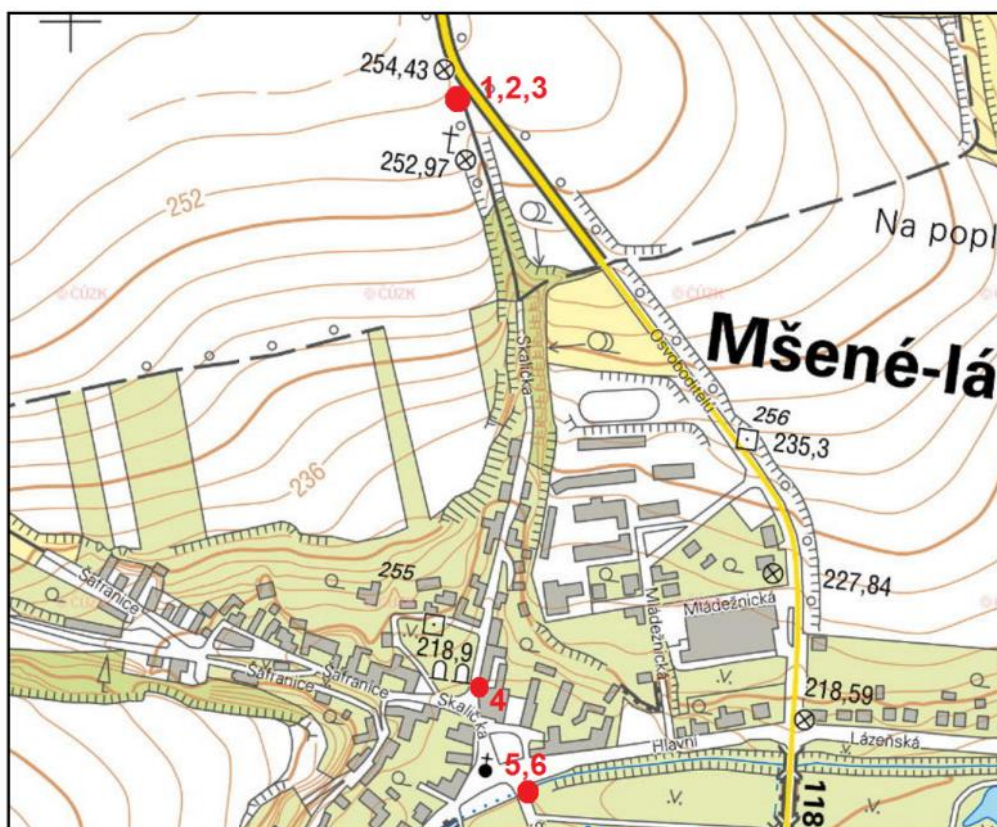


VÝSTUPNÍ VELIČINY N = 50 let		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
CN _{pr}	přepočtené číslo CN - typ		72,3	68,9	[...]
R _p	potenciální retenční povodí		97,2	114,5	[mm]
L _s	průměrná délka svahu		0,11	0,07	[km]
L _{so}	průměrná délka dráhy svahového odtoku		0,13	0,09	[km]
Kritický dešť					
t _{dk}	doba trvání deště		32	29	[min]
i _{dk}	intenzita deště		1,567	1,669	[mm.mi.n ⁻¹]
H _{dk}	výška deště		50,2	48,4	[mm]
t _{1dk}	doba bez zdtokové fáze		9	10	[min]
t _{spk}	doba trvání přítoku		23	19	[min]
i _{spk}	intenzita přítoku		0,43	0,371	[mm.mi.n ⁻¹]
H _{spk}	výška přítoku		9,9	7	[mm]
Výpočtový dešť					
t _d	doba trvání deště	32			[min]
i _d	intenzita deště	1,567			[mm.mi.n ⁻¹]
H _d	výška deště	50,2			[mm]
t ₁	doba trvání bez zdtokové fáze	9	10		[min]
t _{sp}	doba trvání přítoku	23	22		[min]
i _{sp}	intenzita přítoku	0,43	0,352		[mm.mi.n ⁻¹]
H _{sp}	výška přítoku	9,9	7,7		[mm]
t _{sk}	doba koncentrace	23	19		[min]
i _{sk}	intenzita odtoku v době t _{sk}	0,429	0,369		[mm.mi.n ⁻¹]
H _{so}	výška odtoku	9,9	7,7		[mm]
max i _{so}	max. intenzita odtoku ze svahu	0,43	0,352		[mm.mi.n ⁻¹]
Q_{max}	maximální průtok	0,333	0,215	0,117	[m³.s⁻¹]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané výpočtovým deštěm					
W _{PVT}	objem povodňové vlny	452	297	155	[10 ³ .m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	23	23	19	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	35	35	26	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	0	3	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	58	58	48	[min]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané H_{1d50}					
W _{PVT}	objem povodňové vlny	1,33	0,848	0,482	[10 ³ .m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	23	23	19	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	141	141	132	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	0	3	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	164	164	154	[min]

VÝSTUPNÍ VELIČINY N = 100 let		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
CN _{pr}	pře počtené číslo CN - typ		72,3	68,9	[...]
R _p	potenciální retence povodí		97,2	114,5	[mm]
L _s	průměrná délka svahu		0,11	0,07	[km]
L _{so}	průměrná délka dráhy svahového odtoku		0,13	0,09	[km]
Kritický déšť					
t _{dk}	doba trvání deště		32	30	[min]
i _{dk}	intenzita deště		1,826	1,902	[mm.min ⁻¹]
H _{dk}	výška deště		58,4	57	[mm]
t _{1dk}	doba bezodtokové fáze		11	12	[min]
t _{spk}	doba trvání přítoku		21	18	[min]
i _{spk}	intenzita přítoku		0,532	0,436	[mm.min ⁻¹]
H _{spk}	výška přítoku		11,2	7,8	[mm]
Výpočtový déšť					
t _d	doba trvání deště	32			[min]
i _d	intenzita deště	1,826			[mm.min ⁻¹]
H _d	výška deště	58,4			[mm]
t ₁	doba trvání bezodtokové fáze	11	11	13	[min]
t _{cp}	doba trvání přítoku		21	19	[min]
i _{sp}	intenzita přítoku		0,532	0,443	[mm.min ⁻¹]
H _{sp}	výška přítoku		11,2	8,4	[mm]
t _{sk}	doba koncentrace		21	17	[min]
i _{sk}	intenzita odtoku v době t _{sk}		0,514	0,461	[mm.min ⁻¹]
H _{so}	výška odtoku		11,2	8,4	[mm]
max i _{so}	max. intenzita odtoku ze svahu		0,532	0,443	[mm.min ⁻¹]
Q_{max}	maximální průtok	0,423	0,266	0,148	[m³.s⁻¹]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané výpočtovým deštěm					
W _{pVT}	objem povodňové vlny	503	335	168	[10 ³ .m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	21	21	17	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	33	33	24	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	0	2	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	54	54	43	[min]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané H _{1d100}					
W _{pVT}	objem povodňové vlny	1,45	0,932	0,521	[10 ³ .m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	21	21	17	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	130	130	120	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	0	2	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	151	151	139	[min]



b) fotografie lokality



Obr. 1 - křižovatka Skaličky se silnicí III/118



Obr. 2 - Ulice Skalička v zářezu nad obcí



Obr. 3 - Pohled od silnice II/118 směrem na Podol (v údolí Šafranice)



Obr. 4 - Ulice Skalička za obchodním domem (pohled severním směrem)



Obr. 5 - Dílčdný žlab přívádějící vodu ze Skaličky a Šafranic do potoka



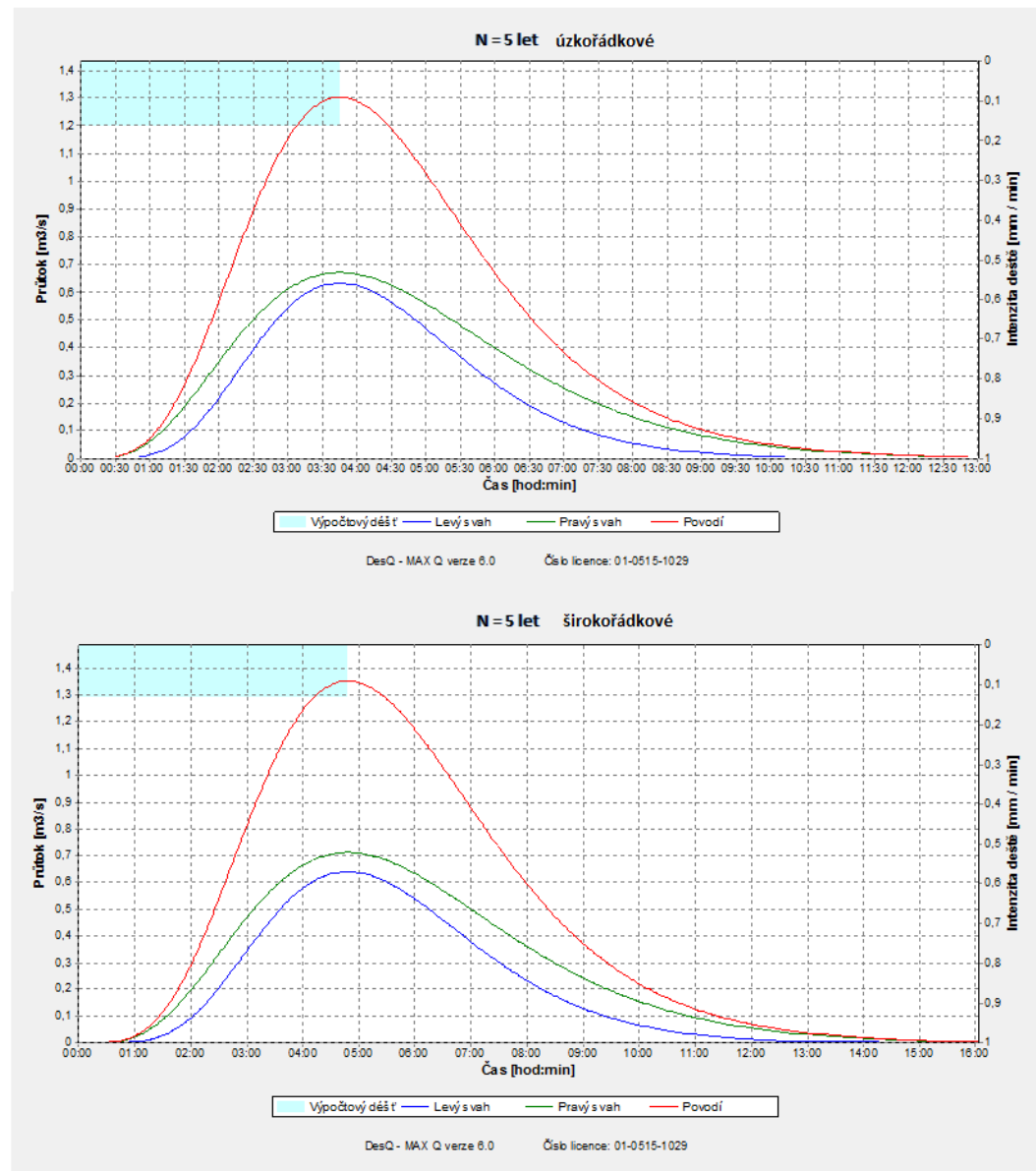
Obr. 6 - Zděné koryto Mšenského potoka v centru obce

Příloha č. 2 - lokalita Šafranice

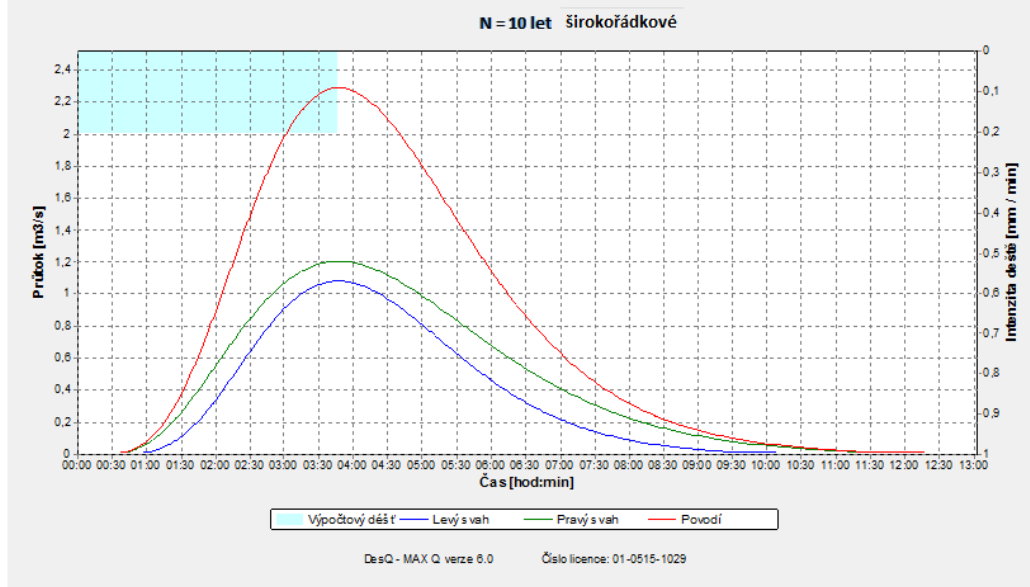
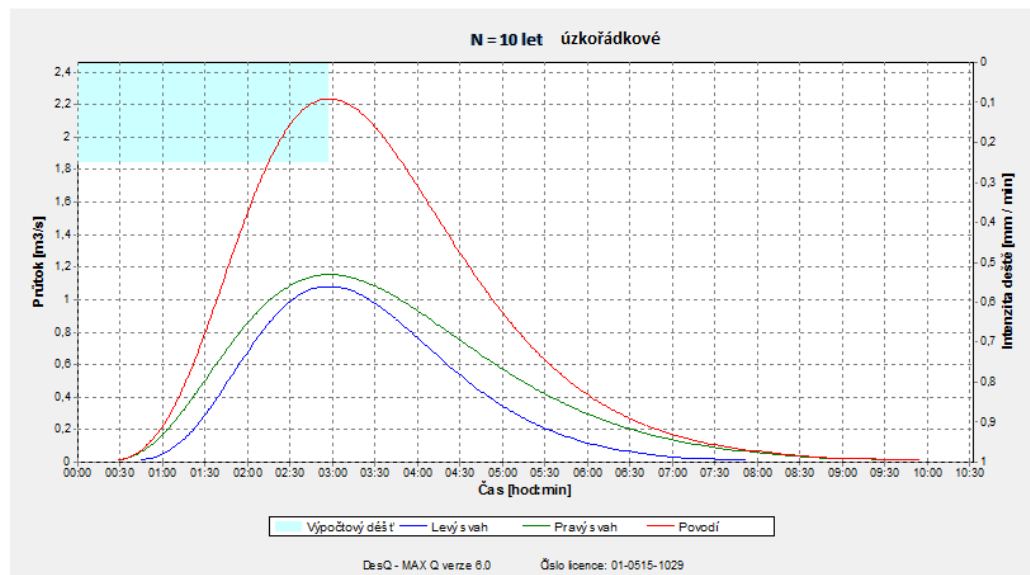
a) výpočty průtoků

VSTUPNÍ VELIČINY		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
F	plocha povodí	1,75			[km ²]
F _s	plocha svahu		0,74	1,01	[km ²]
I _s	průměrný sklon svahu		4,6	5,3	[%]
γ	drsnostní charakteristika		6	6,3	[sec]
L _u	délka údolnice	1,94			[km]
I _u	průměrný sklon údolnice	4,9			[%]
CN _{typ}	typ odtokové křivky(1,2,3)		2	2	[...]
CN	číslo odtokové křivky	úzkoořádkové	76	76	[...]
		širokořádkové	81	81	
N	doba opakování	5,10,20,50,100			[roky]
H _{1d5}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=5	49,2			[mm]
H _{1d10}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=10	59,2			[mm]
H _{1d20}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=20	69,5			[mm]
H _{1d50}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=50	82,2			[mm]
H _{1d100}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=100	92,1			[mm]

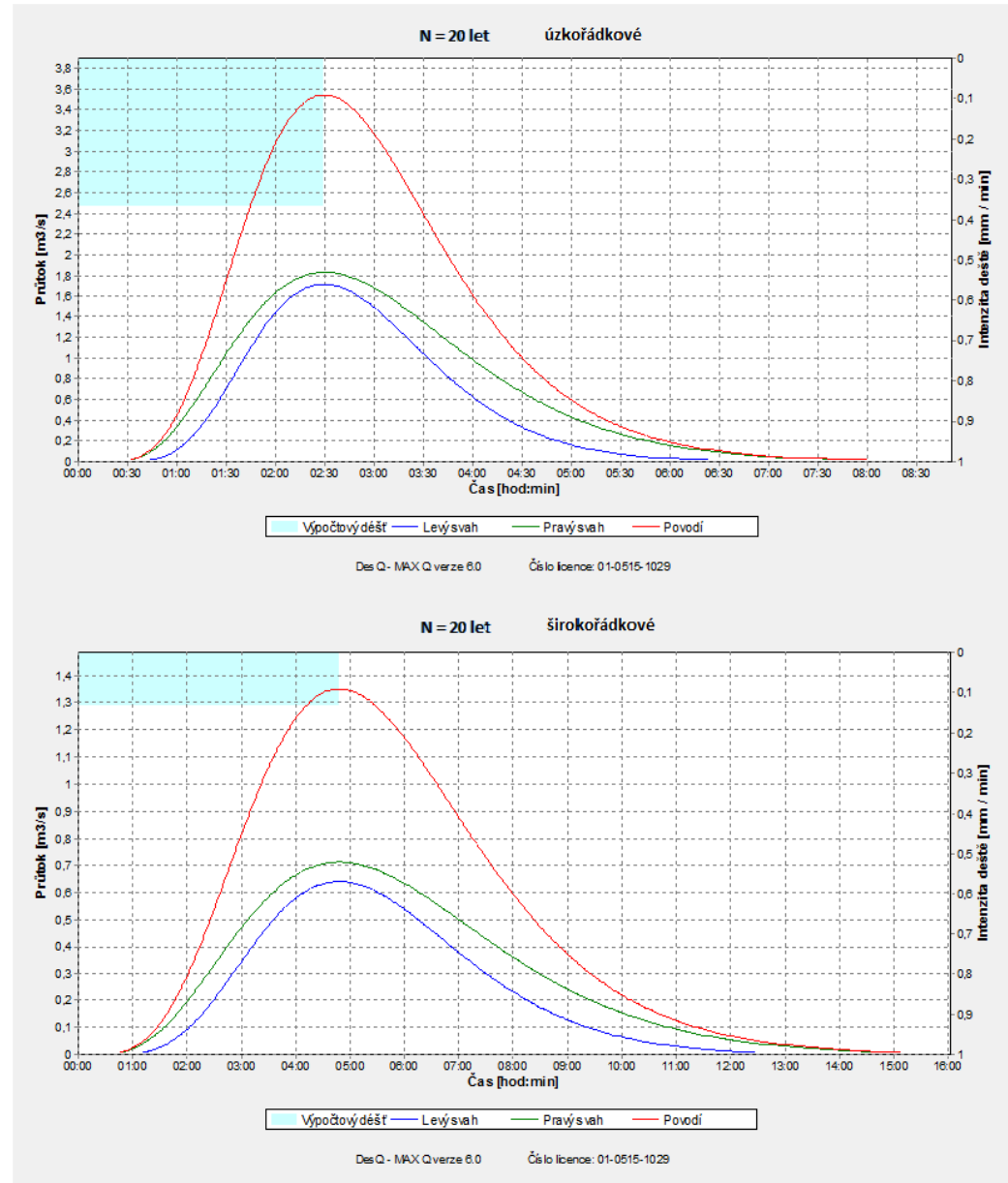
VÝSTUPNÍ VELIČINY N = 5 let		úžkořádkové		širokořádkové		Jednotky		
		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Povodí		Levý svah	Pravý svah
CN _{pr}	přepočtené číslo CN - typ		76	76		81	81	[...]
R _p	potenciální retence povodí		80,2	80,2		59,6	59,6	[mm]
L _s	průměrná délka svahu		0,38	0,52		0,38	0,52	[km]
L _{so}	průměrná délka dráhy svahového odtoku		0,47	0,63		0,47	0,63	[km]
Kritický déšť								
t _{dk}	doba trvání deště		225	276		288	340	[min]
i _{dk}	intenzita deště		0,16	0,138		0,13	0,116	[mm.min ⁻¹]
H _{dk}	výška deště		36,9	38,1		38,3	39,3	[mm]
t _{1dk}	doba bezodtokové fáze		2	3		2	2	[min]
t _{spk}	doba trvání přítoku		223	273		286	338	[min]
i _{spk}	intenzita přítoku		0,05	0,044		0,05	0,046	[mm.min ⁻¹]
H _{spk}	výška přítoku		11,4	12,1		14,8	15,5	[mm]
Výpočtový déšť								
t _d	doba trvání deště		225			288		[min]
i _d	intenzita deště		0,164			0,133		[mm.min ⁻¹]
H _d	výška deště		36,9			38,3		[mm]
t ₁	doba trvání bezodtokové fáze		2	2	2	2	2	[min]
t _{sp}	doba trvání přítoku		223	223		286	286	[min]
i _{sp}	intenzita přítoku		0,05	0,051		0,05	0,052	[mm.min ⁻¹]
H _{sp}	výška přítoku		11,4	11,4		14,8	14,8	[mm]
t _{sk}	doba koncentrace		223	253		286	317	[min]
i _{sk}	intenzita odtoku v době t _{sk}		0,05	0,051		0,05	0,052	[mm.min ⁻¹]
H _{so}	výška odtoku		11,4	11,4		14,8	14,8	[mm]
max i _{so}	max. intenzita odtoku ze svahu		0,05	0,04		0,05	0,042	[mm.min ⁻¹]
Q _{max}	maximální průtok	1,3	0,63	0,671	1,35	0,64	0,712	[m³.s⁻¹]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané výpočtovým deštěm								
W _{PVT}	objem povodňové vlny	20	8,47	11,6	26	11	15	[10 ³ .m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	223	223	223	286	286	286	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	557	396	557	676	508	676	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	0	0	0	0	0	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	780	619	780	962	794	962	[min]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané H _{1d5}								
W _{PVT}	objem povodňové vlny	32,4	13,7	18,7	38,6	16,3	22,3	[10 ³ .m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	223	223	223	286	286	286	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	1076	751	1076	1160	861	1160	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	0	0	0	0	0	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	1299	974	1299	1446	1147	1446	[min]



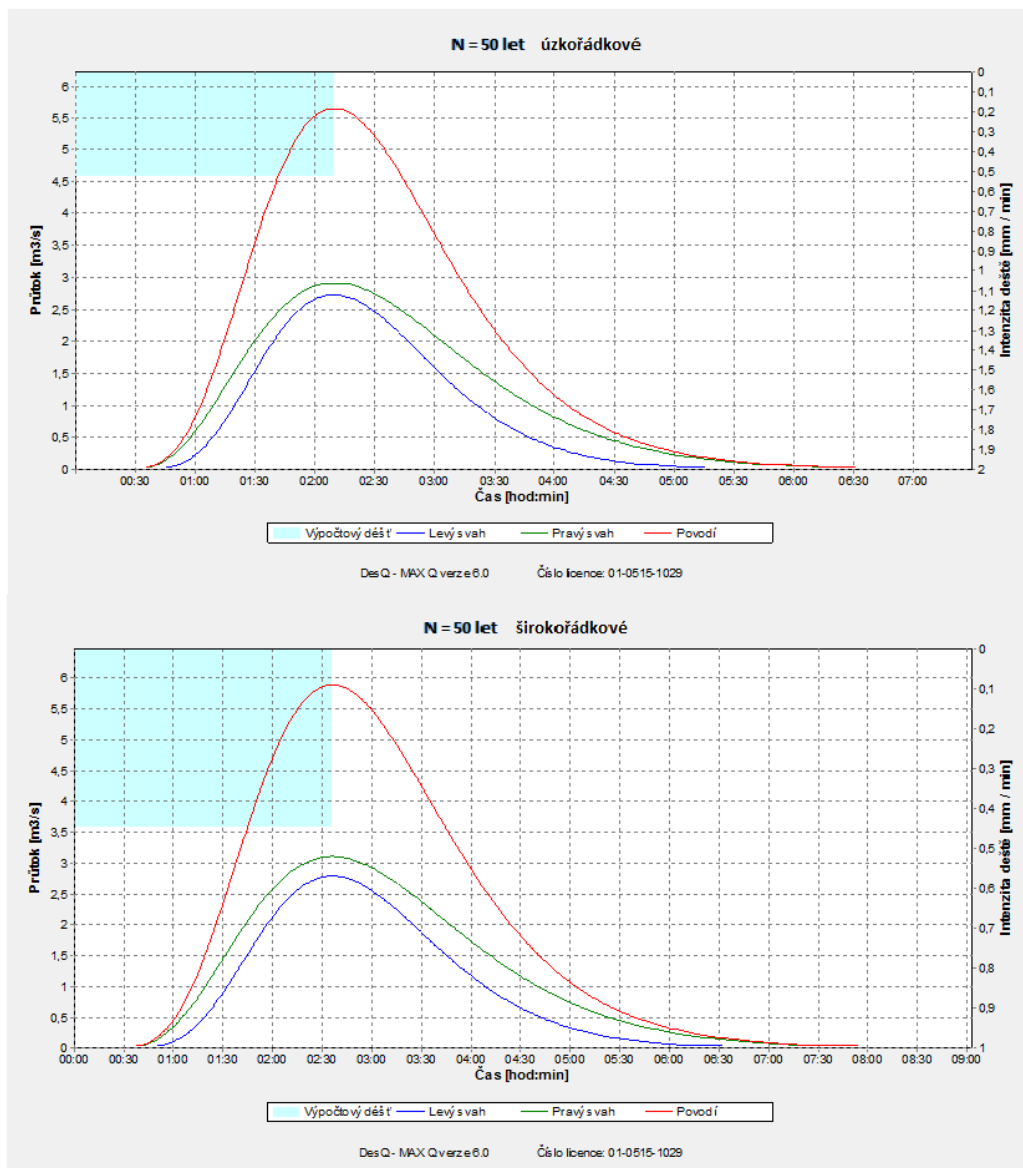
		úzkoořádkové			širokořádkové			
VÝSTUPNÍ VELIČINY N = 10 let		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
CN _{pr}	přepočtené číslo CN - typ		76	76		81	81	[...]
R _p	potenciální retence povodí		80,2	80,2		59,6	59,6	[mm]
L _s	průměrná délka svahu		0,38	0,52		0,38	0,52	[km]
L _{so}	průměrná délka dráhy svahového odtoku		0,47	0,63		0,47	0,63	[km]
Kritický dešť								
t _{dk}	doba trvání deště		178	218		227	269	[min]
i _{dk}	intenzita deště		0,252	0,211		0,2	0,176	[mm.min ⁻¹]
H _{dk}	výška deště		44,8	46		46,3	47,3	[mm]
t _{1dk}	doba bezodtokové fáze		7	9		7	8	[min]
t _{spk}	doba trvání přítoku		171	209		220	261	[min]
i _{spk}	intenzita přítoku		0,088	0,075		0,09	0,077	[mm.min ⁻¹]
H _{spk}	výška přítoku		15	15,7		19,3	20	[mm]
Výpočtový dešť								
t _d	doba trvání deště		178			227		[min]
i _d	intenzita deště		0,252			0,204		[mm.min ⁻¹]
H _d	výška deště		44,8			46,3		[mm]
t ₁	doba trvání bezodtokové fáze	7	7	7	7	7	7	[min]
t _{sp}	doba trvání přítoku		171	171		220	220	[min]
i _{sp}	intenzita přítoku		0,088	0,088		0,09	0,088	[mm.min ⁻¹]
H _{sp}	výška přítoku		15	15		19,3	19,3	[mm]
t _{sk}	doba koncentrace		170	194		220	244	[min]
i _{sk}	intenzita odtoku v době t _{sk}		0,088	0,087		0,09	0,088	[mm.min ⁻¹]
H _{so}	výška odtoku		15	15		19,3	19,3	[mm]
max i _{so}	max. intenzita odtoku ze svahu		0,088	0,068		0,09	0,072	[mm.min ⁻¹]
Q _{max}	maximální průtok	2,24	1,08	1,15	2,29	1,08	1,2	[m ³ .s ⁻¹]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané výpočtovým deštěm								
W _{pVT}	objem povodňové vlny	26,3	11,1	15,2	33,8	14,3	19,5	[10 ³ .m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	171	170	171	220	220	220	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	456	324	456	557	419	557	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	1	0	0	0	0	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	627	495	627	777	639	777	[min]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané H _{1d10}								
W _{pVT}	objem povodňové vlny	41,9	17,7	24,2	49,9	21,1	28,8	[10 ³ .m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	171	170	171	220	220	220	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	871	609	871	951	705	951	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	1	0	0	0	0	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	1042	780	1042	1171	925	1171	[min]



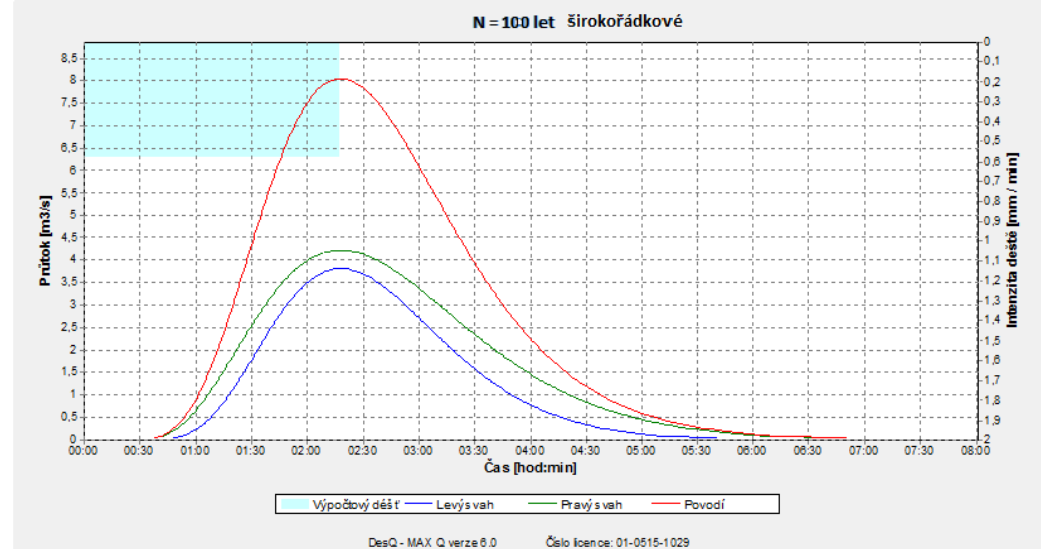
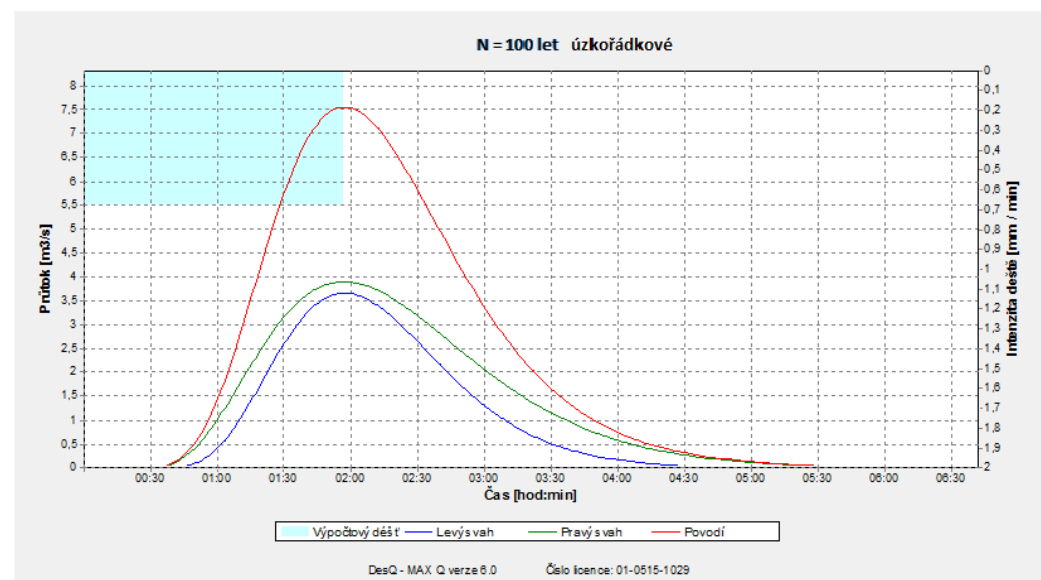
VÝSTUPNÍ VELIČINY N = 20 let		úzkoořádkové		širokořádkové		Jednotky		
		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Povodí		Levý svah	Pravý svah
CN _{pr}	přepočtené číslo CN - typ		76	76		81	81	[...]
R _p	potenciální retence povodí		80,2	80,2		59,6	59,6	[mm]
L _s	průměrná délka svahu		0,38	0,52		0,38	0,52	[km]
L _{so}	průměrná délka dráhy svahového odtoku		0,47	0,63		0,47	0,63	[km]
Kritický déšť								
t _{dk}	doba trvání deště		150	185		188	223	[min]
i _{dk}	intenzita deště		0,37	0,302		0,3	0,256	[mm.min ⁻¹]
H _{dk}	výška deště		54,7	56		56,1	57,1	[mm]
t _{1dk}	doba bezodtokové fáze		14	17		13	15	[min]
t _{spk}	doba trvání přítoku		136	168		175	208	[min]
i _{spk}	intenzita přítoku		0,14	0,117		0,14	0,121	[mm.min ⁻¹]
H _{spk}	výška přítoku		18,9	19,7		24,4	25,1	[mm]
Výpočtový déšť								
t _d	doba trvání deště	150				188		[min]
i _d	intenzita deště	0,365				0,298		[mm.min ⁻¹]
H _d	výška deště	54,7				56,1		[mm]
t ₁	doba trvání bezodtokové fáze	14	14	14	13	13	13	[min]
t _{sp}	doba trvání přítoku	136	136		175	175		[min]
i _{sp}	intenzita přítoku	0,14	0,139		0,14	0,139		[mm.min ⁻¹]
H _{sp}	výška přítoku	18,9	18,9		24,4	24,4		[mm]
t _{sk}	doba koncentrace	135	154		175	194		[min]
i _{sk}	intenzita odtoku v době t _{sk}	0,14	0,139		0,14	0,139		[mm.min ⁻¹]
H _{so}	výška odtoku	18,9	18,9		24,4	24,4		[mm]
max i _{so}	max. intenzita odtoku ze svahu		0,14	0,109		0,14	0,114	[mm.min ⁻¹]
Q _{max}	maximální průtok	3,54	1,71	1,83	3,63	1,72	1,92	[m ³ .s ⁻¹]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané výpočtovým deštěm								
W _{PVT}	objem povodňové vlny	33,1	14	19,1	42,6	18	24,6	[10 ³ .m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	136	135	136	175	175	175	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	383	271	383	467	352	467	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	1	0	0	0	0	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	519	407	519	642	527	642	[min]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané H _{1d20}								
W _{PVT}	objem povodňové vlny	50	21,2	28,9	60,2	25,5	34,7	[10 ³ .m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	136	135	136	175	175	175	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	682	477	682	752	560	752	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	1	0	0	0	0	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	818	613	818	927	735	927	[min]



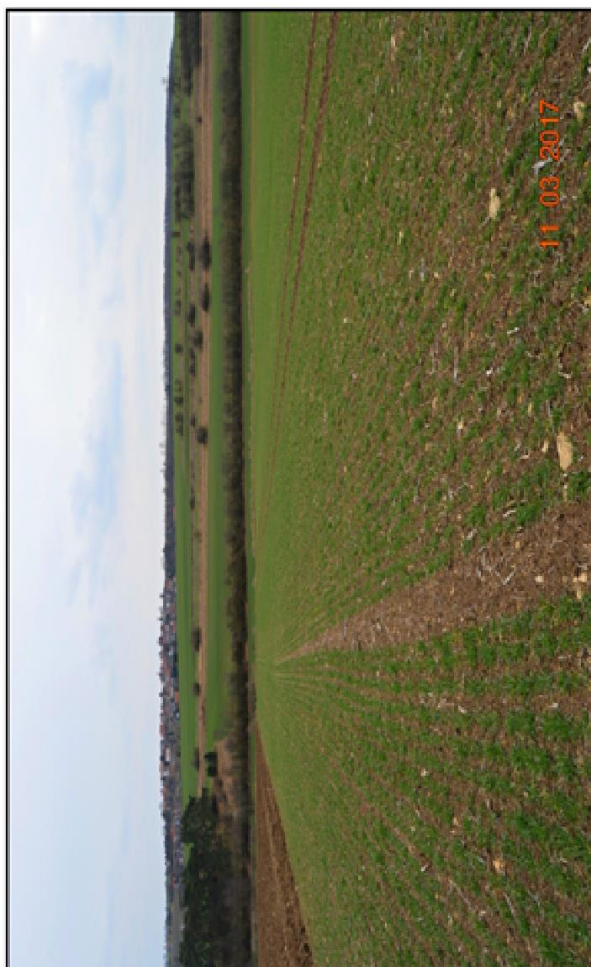
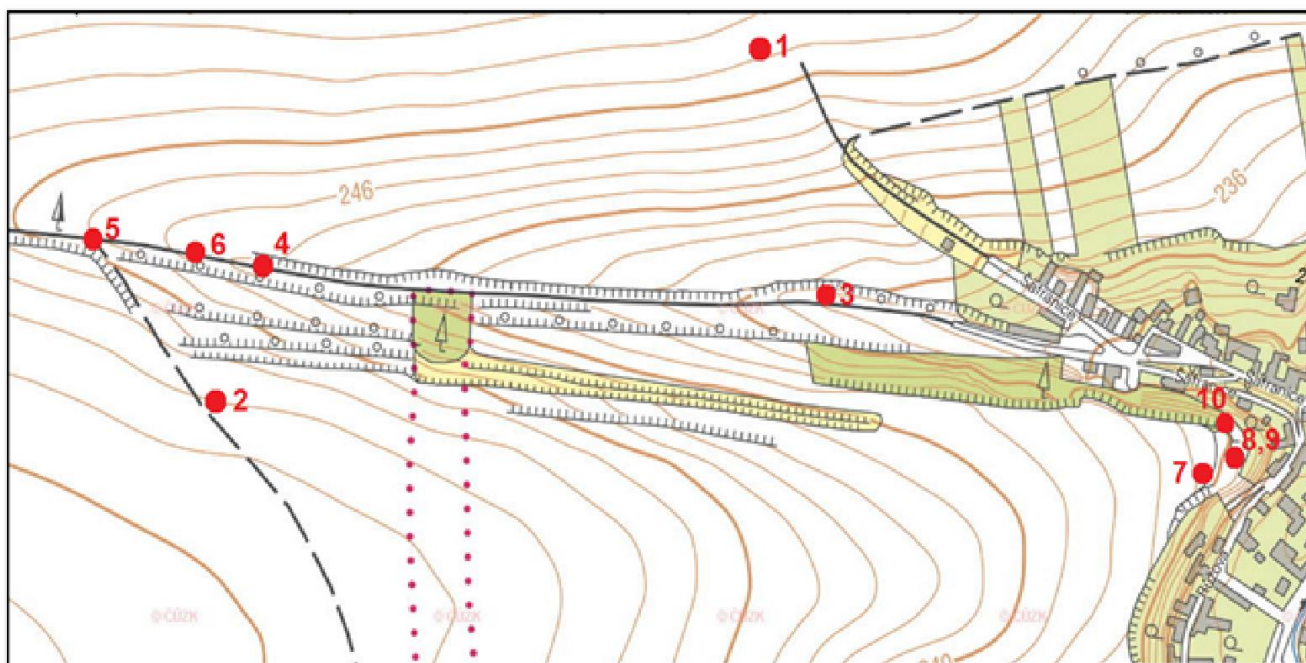
		úzkoořádkové			širokořádkové			
VÝSTUPNÍ VELIČINY N = 50 let		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
CN _{pr}	přečtené číslo CN - typ	76	76		81	81		[...]
R _p	potenciální retence povodí	80,2	80,2		59,6	59,6		[mm]
L _s	průměrná délka svahu	0,38	0,52		0,38	0,52		[km]
L _{so}	průměrná délka dráhy svahového odtoku	0,47	0,63		0,47	0,63		[km]
Kritický déšť								
t _{dk}	doba trvání deště	129	160		156	187		[min]
i _{dk}	intenzita deště	0,532	0,436		0,45	0,377		[mm.min ⁻¹]
H _{dk}	výška deště	68,6	69,8		69,6	70,6		[mm]
t _{1dk}	doba bezodtokové fáze	21	26		19	22		[min]
t _{spk}	doba trvání přítoku	108	134		137	165		[min]
i _{spk}	intenzita přítoku	0,221	0,184		0,23	0,192		[mm.min ⁻¹]
H _{spk}	výška přítoku	23,9	24,6		31	31,7		[mm]
Výpočtový déšť								
t _d	doba trvání deště	130			156			[min]
i _d	intenzita deště	0,528			0,446			[mm.min ⁻¹]
H _d	výška deště	68,7			69,6			[mm]
t ₁	doba trvání bezodtokové fáze	22	22	22	19	19	19	[min]
t _{sp}	doba trvání přítoku	108	108		137	137		[min]
i _{sp}	intenzita přítoku	0,221	0,221		0,23	0,226		[mm.min ⁻¹]
H _{sp}	výška přítoku	23,9	23,9		31	31		[mm]
t _{sk}	doba koncentrace	107	122		137	152		[min]
i _{sk}	intenzita odtoku v době t _{sk}	0,222	0,221		0,23	0,226		[mm.min ⁻¹]
H _{so}	výška odtoku	23,9	23,9		31	31		[mm]
max i _{so}	max. intenzita odtoku ze svahu	0,221	0,174		0,23	0,184		[mm.min ⁻¹]
Q _{max}	maximální průtok	5,65	2,73	2,92	5,89	2,79	3,1	[m ³ .s ⁻²]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané výpočtovým deštěm								
W _{PVT}	objem povodňové vlny	41,8	17,7	24,1	54,2	22,9	31,3	[10 ³ .m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	108	107	108	137	137	137	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	320	227	320	388	291	388	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	1	0	0	0	0	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	428	335	428	525	428	525	[min]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané H _{d50}								
W _{PVT}	objem povodňové vlny	58,1	24,6	33,5	71,4	30,2	41,2	[10 ³ .m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	108	107	108	137	137	137	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	507	356	507	569	422	569	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	1	0	0	0	0	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	615	464	615	706	559	706	[min]



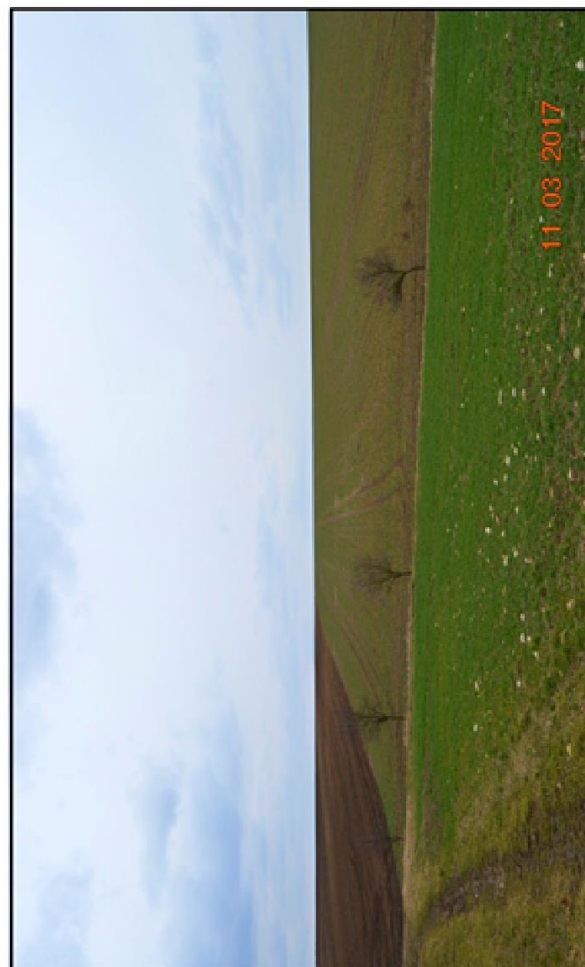
VÝSTUPNÍ VELIČINY N = 100 let		úzkoořádkové			širokořádkové			Jednotky
		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Povodí	Levý svah	Pravý svah	
CN _{pr}	přepočtené číslo CN - typ		76	76		81	81	[...]
R _p	potenciální retenční povodí		80,2	80,2		59,6	59,6	[mm]
L _s	průměrná délka svahu		0,38	0,52		0,38	0,52	[km]
L _{so}	průměrná délka dráhy svahového odtoku		0,47	0,63		0,47	0,63	[km]
Kritický déšť								
t _{dk}	doba trvání deště		117	145		138	166	[min]
i _{dk}	intenzita deště		0,67	0,552		0,579	0,487	[mm.min ⁻¹]
H _{dk}	výška deště		78,8	80,1		79,9	80,8	[mm]
t _{1dk}	doba bezodtokové fáze		24	29		21	24	[min]
t _{spk}	doba trvání přítoku		93	116		117	142	[min]
i _{spk}	intenzita přítoku		0,3	0,245		0,309	0,26	[mm.min ⁻¹]
H _{spk}	výška přítoku		27,6	28,4		36,2	36,9	[mm]
Výpočtový déšť								
t _d	doba trvání deště	117			138			[min]
i _d	intenzita deště	0,674			0,579			[mm.min ⁻¹]
H _d	výška deště	78,8			79,9			[mm]
t ₁	doba trvání bezodtokové fáze	24	24	24	21	21	21	[min]
t _{sp}	doba trvání přítoku	93	93	93	117	117	117	[min]
i _{sp}	intenzita přítoku	0,3	0,297	0,297	0,309	0,309	0,309	[mm.min ⁻¹]
H _{sp}	výška přítoku	27,6	27,6	27,6	36,2	36,2	36,2	[mm]
t _{sk}	doba koncentrace	93	105	105	117	130	130	[min]
i _{sk}	intenzita odtoku v době t _{sk}	0,29	0,298	0,298	0,31	0,309	0,309	[mm.min ⁻¹]
H _{so}	výška odtoku	27,6	27,6	27,6	36,2	36,2	36,2	[mm]
max i _{so}	max. intenzita odtoku ze svahu	0,3	0,231	0,231	0,309	0,251	0,251	[mm.min ⁻¹]
Q _{max}	maximální průtok	7,55	3,66	3,9	8,05	3,82	4,23	[m ³ .s ⁻¹]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané výpočtovým deštěm								
W _{PVT}	objem povodňové vlny	48,3	20,4	27,9	63,3	26,8	36,6	[10 ³ .m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	93	93	93	117	117	117	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	286	203	286	344	257	344	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	0	0	0	0	0	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	379	296	379	461	374	461	[min]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané H_{1d100}								
W _{PVT}	objem povodňové vlny	64,8	27,4	37,4	80,5	34	46,5	[10 ³ .m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	93	93	93	117	117	117	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	433	303	433	481	355	481	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	0	0	0	0	0	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	526	396	526	598	472	598	[min]



b) fotografie lokality



Obr. 1 - pohled na pravý svah nad Šafranicemi s remízky



Obr. 2 - pohled z pravého svahu na levý - špatné obdělávání pole



Obr. 3 - Vrt ČHMÚ v Šafranicích pro sledování hladiny podzemní vody



Obr. 4 - Začátek zářezu cesty vedoucí do Šafranic



Obr. 5 - památný strom pod rozcestím na Ředhošť a Podbradec



Obr. 6 - poškozená cesta do Šafranic vlivem vymílání povrchovým odtokem



Obr. 7 - okraj pole jižně od Šafranic nad Růžovou ulicí



Obr. 8 - Cesta z pole nad Růžovou ulicí, kudy teče srážková voda do Šafranic



Obr. 9 - pohled opačným směrem k poli



Obr. 10 - cesta do Šafranic a vlevo zahrady nad ulicí Růžová

Příloha č. 3 - lokalita Cihelna

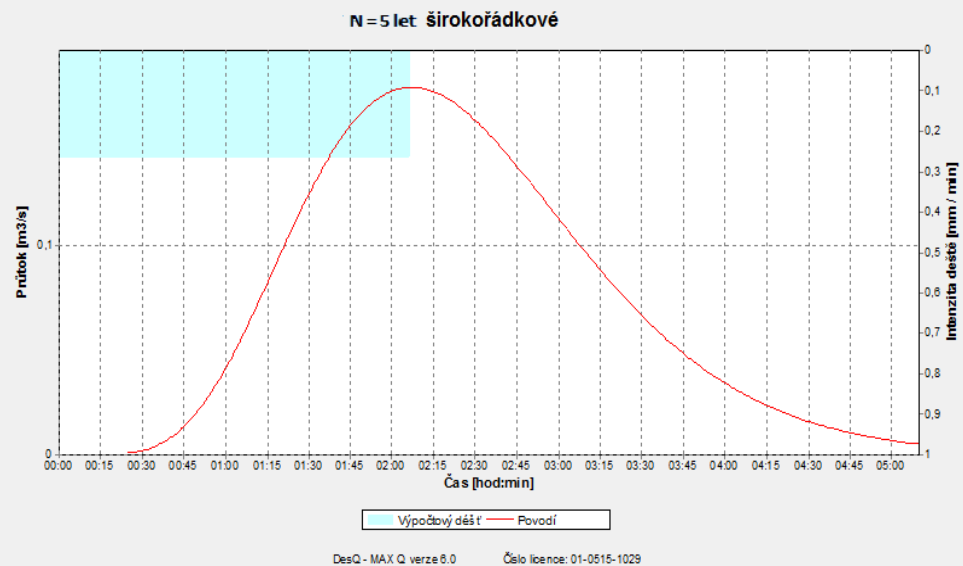
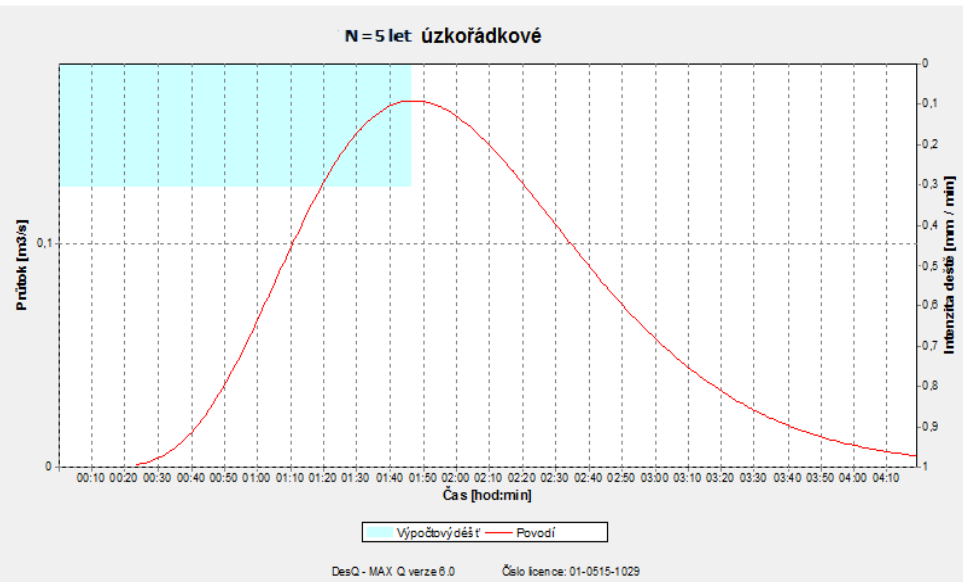
a) výpočty průtoků přes areál bývalé cihelny

VSTUPNÍ VELIČINY		Povodí	Jednotky
F	plocha povodí	0,11	[km ²]
F _s	plocha svahu	0,11	[km ²]
I _s	průměrný sklon svahu	5,1	[%]
γ	drsnostní charakteristika	úzkoořádkové	6,56
		širokořádkové	6,59
L _u	délka údolnice	0,76	[km]
I _u	průměrný sklon údolnice	5,3	[%]
CN _{typ}	typ odtokové křivky(1,2,3)	2	[...]
CN	číslo odtokové křivky	úzkoořádkové	76,4
		širokořádkové	81
N	doba opakování	5,10,20,50,100	[roky]
H _{1d5}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=5	49,2	[mm]
H _{1d10}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=10	59,2	[mm]
H _{1d20}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=20	69,5	[mm]
H _{1d50}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=50	82,2	[mm]
H _{1d100}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=100	92,1	[mm]

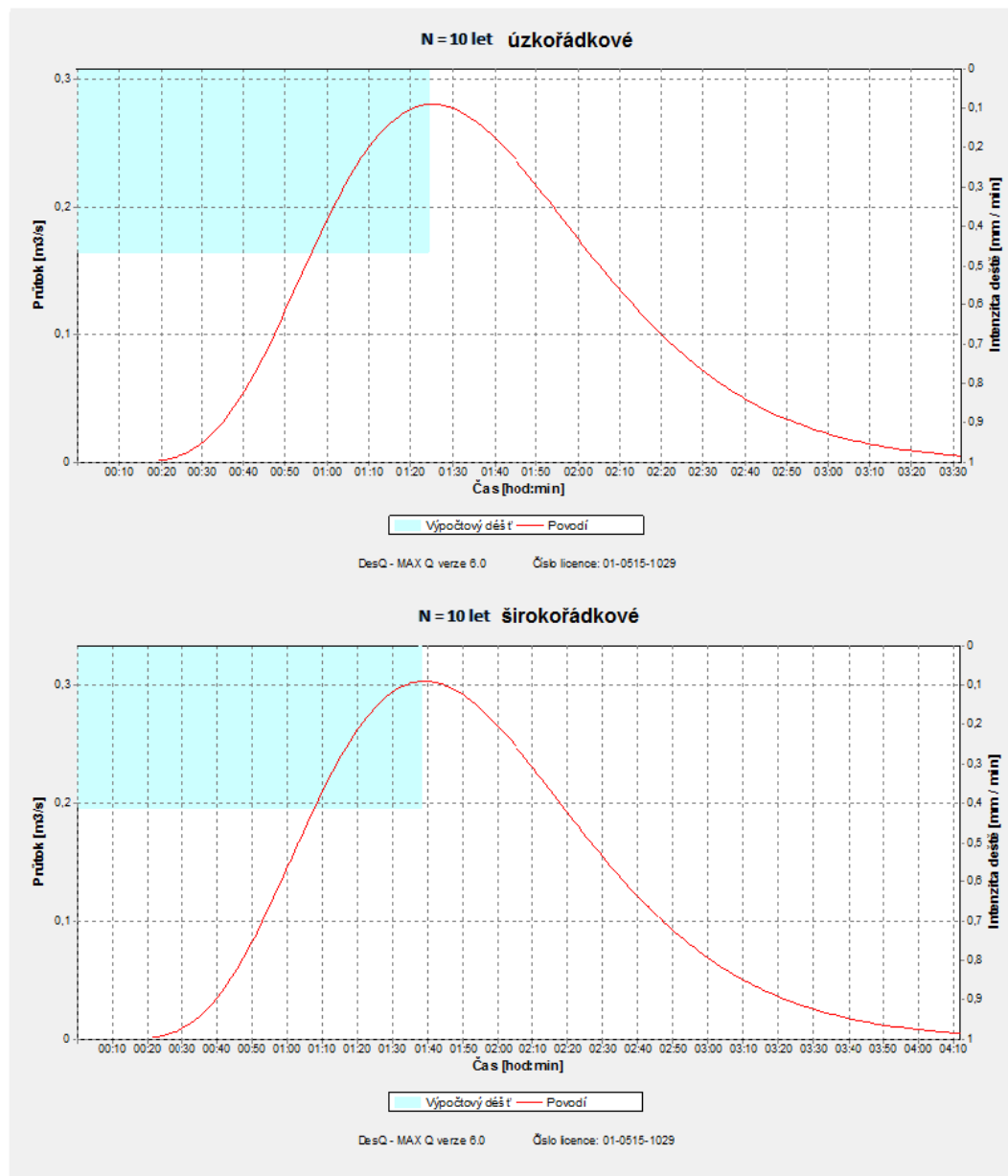
výpočet průtoků okolo cihelny

VSTUPNÍ VELIČINY		Povodí	Jednotky
F	plocha povodí	0,06	[km ²]
F _s	plocha svahu	0,06	[km ²]
I _s	průměrný sklon svahu	5,2	[%]
γ	drsnostní charakteristika	úzkoořádkové	7,1
		širokořádkové	10
L _u	délka údolnice	0,76	[km]
I _u	průměrný sklon údolnice	5,3	[%]
CN _{typ}	typ odtokové křivky(1,2,3)	2	[...]
CN	číslo odtokové křivky	úzkoořádkové	71,8
		širokořádkové	76,8
N	doba opakování	5,10,20,50,100	[roky]
H _{1d5}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=5	49,2	[mm]
H _{1d10}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=10	59,2	[mm]
H _{1d20}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=20	69,5	[mm]
H _{1d50}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=50	82,2	[mm]
H _{1d100}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=100	92,1	[mm]

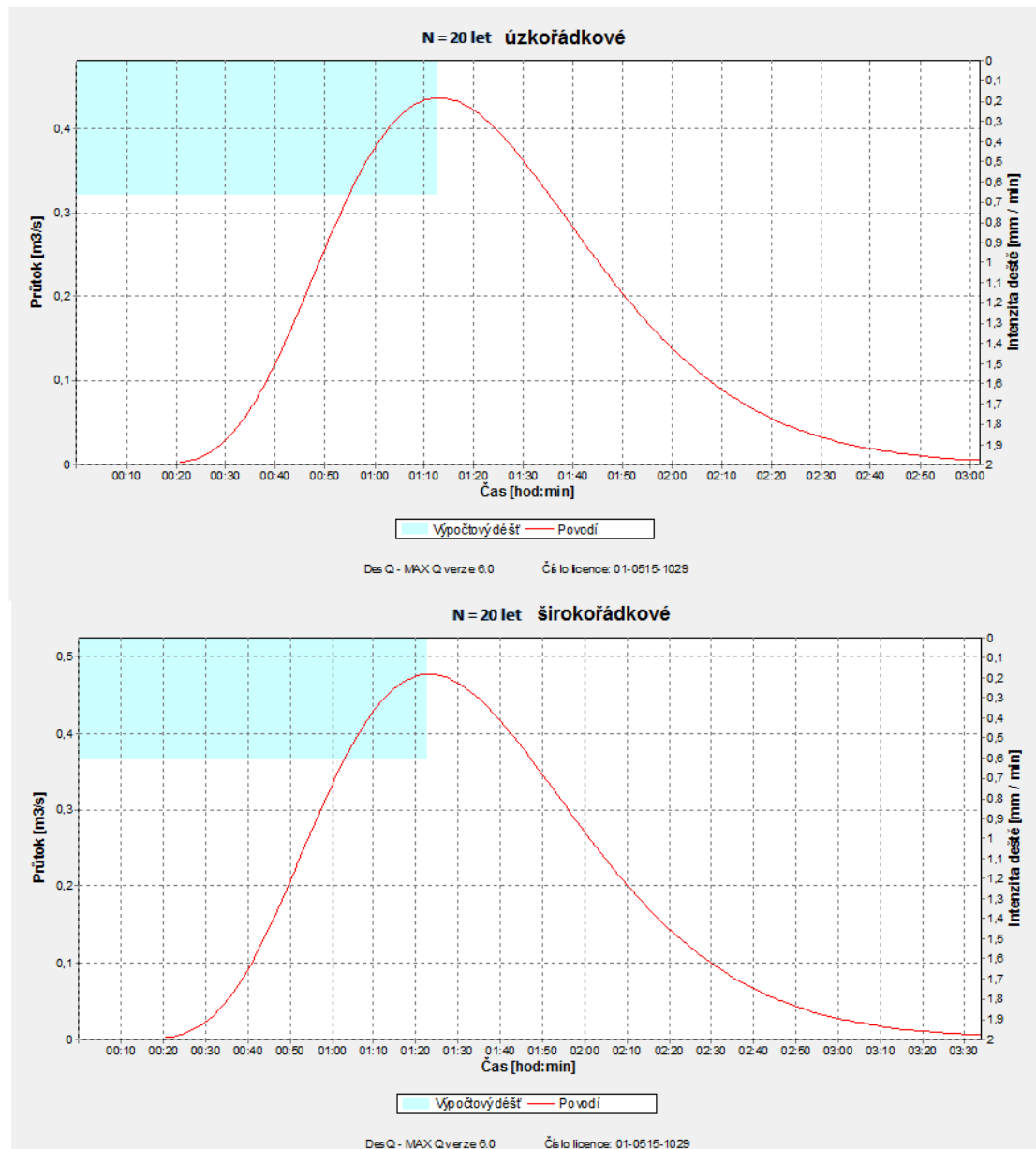
VÝSTUPNÍ VELIČINY N = 5 let		úzkoořádkové	širokořádkové	Jednotky
CN _{pr}	přepočtené číslo CN - typ	76,4	81	[...]
R _p	potenciální retence povodí	78,4	59,4	[mm]
L _s	průměrná délka svahu	0,14	0,14	[km]
L _{so}	průměrná délka dráhy svahového odtoku	0,18	0,18	[km]
Kritický déšť				
t _{dk}	doba trvání deště	107	127	[min]
i _{dk}	intenzita deště	0,306	0,266	[mm.min ⁻¹]
H _{dk}	výška deště	32,7	33,8	[mm]
t _{1dk}	doba bezodtokové fáze	1	1	[min]
t _{spk}	doba trvání přítoku	106	126	[min]
i _{spk}	intenzita přítoku	0,089	0,096	[mm.min ⁻¹]
H _{spk}	výška přítoku	9,5	12,1	[mm]
Výpočtový déšť				
t _d	doba trvání deště	107	127	[min]
i _d	intenzita deště	0,306	0,266	[mm.min ⁻¹]
H _d	výška deště	32,7	33,8	[mm]
t ₁	doba trvání bezodtokové fáze	1	1	[min]
t _{sp}	doba trvání přítoku	106	126	[min]
i _{sp}	intenzita přítoku	0,089	0,096	[mm.min ⁻¹]
H _{sp}	výška přítoku	9,5	12,1	[mm]
t _{sk}	doba koncentrace	106	126	[min]
i _{sk}	intenzita odtoku v době t _{sk}	0,089	0,096	[mm.min ⁻¹]
H _{so}	výška odtoku	9,5	12,1	[mm]
max i _{so}	max. intenzita odtoku ze svahu	0,089	0,096	[mm.min ⁻¹]
Q_{max}	maximální průtok	0,164	0,176	[m³.s⁻¹]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané výpočtovým deštěm				
W _{pVT}	objem povodňové vlny	1,04	1,33	[10 ³ .m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	106	126	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	153	184	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	0	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	259	310	[min]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané H_{1d5}				
W _{pVT}	objem povodňové vlny	2,06	2,43	[10 ³ .m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	106	126	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	375	406	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	0	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	481	532	[min]



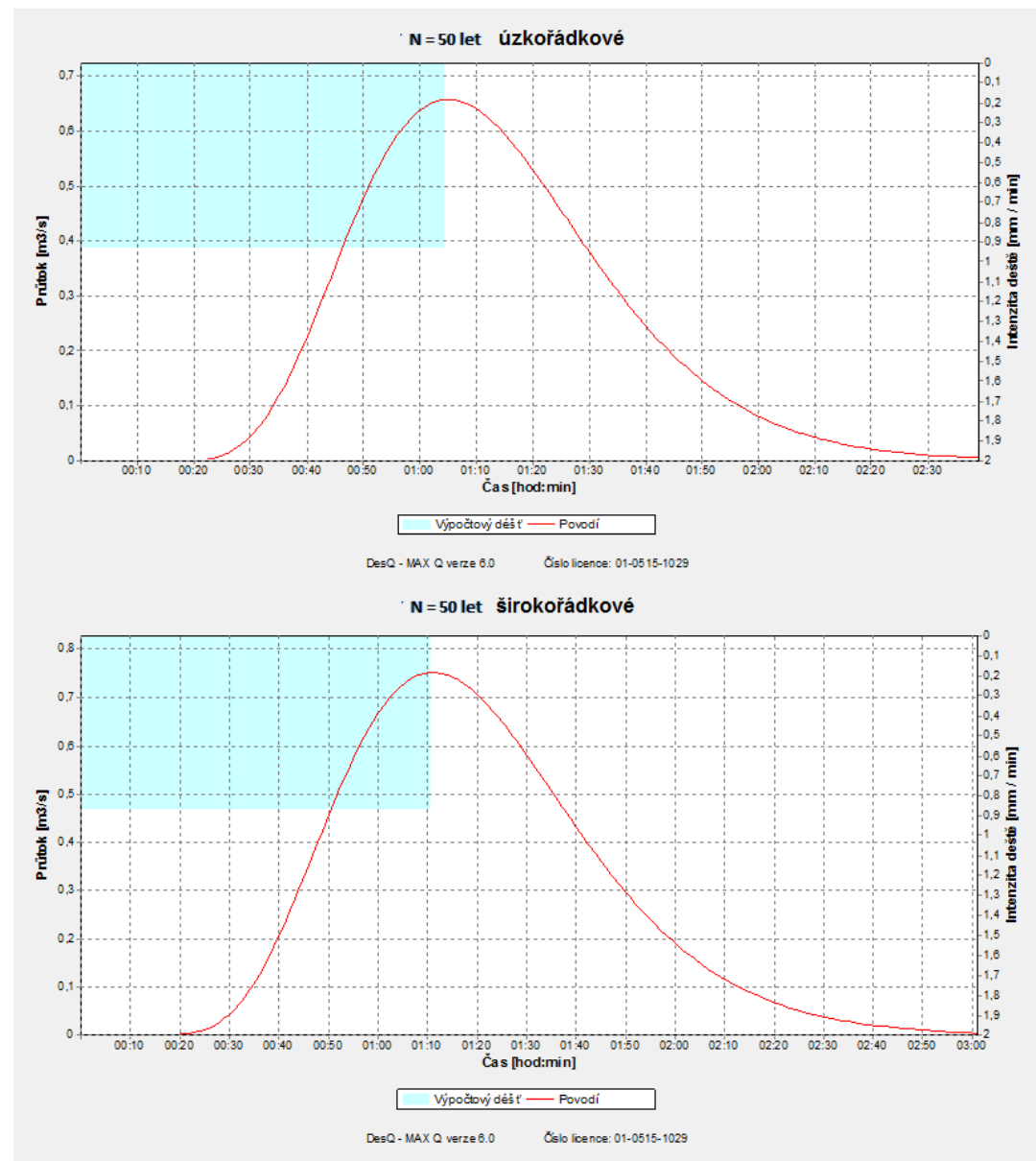
VÝSTUPNÍ VELIČINY N = 10 let		úžkořádkové	širokořádkové	Jednotky
CN _{pr}	přepočtené číslo CN - typ	76,4	81	[...]
R _p	potenciální retence povodí	78,4	59,4	[mm]
L _s	průměrná délka svahu	0,14	0,14	[km]
L _{so}	průměrná délka dráhy svahového odtoku	0,18	0,18	[km]
Kritický déšť				
t _{dk}	doba trvání deště	85	99	[min]
i _{dk}	intenzita deště	0,468	0,414	[mm.min ⁻¹]
H _{dk}	výška deště	39,8	41	[mm]
t _{1dk}	doba bezodtokové fáze	4	3	[min]
t _{spk}	doba trvání přítoku	81	96	[min]
i _{spk}	intenzita přítoku	0,153	0,165	[mm.min ⁻¹]
H _{spk}	výška přítoku	12,4	15,9	[mm]
Výpočtový déšť				
t _d	doba trvání deště	85	99	[min]
i _d	intenzita deště	0,468	0,414	[mm.min ⁻¹]
H _d	výška deště	39,8	41	[mm]
t ₁	doba trvání bezodtokové fáze	4	3	[min]
t _{sp}	doba trvání přítoku	81	96	[min]
i _{sp}	intenzita přítoku	0,153	0,165	[mm.min ⁻¹]
H _{sp}	výška přítoku	12,4	15,9	[mm]
t _{sk}	doba koncentrace	81	96	[min]
i _{sk}	intenzita odtoku v době t _{sk}	0,153	0,165	[mm.min ⁻¹]
H _{so}	výška odtoku	12,4	15,9	[mm]
max i _{so}	max. intenzita odtoku ze svahu	0,153	0,165	[mm.min ⁻¹]
Q_{max}	maximální průtok	0,281	0,303	[m³.s⁻¹]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané výpočtovým deštěm				
W _{PVT}	objem povodňové vlny	1,36	1,75	[10 ³ .m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	81	96	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	128	154	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	0	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	209	250	[min]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané H_{sd10}				
W _{PVT}	objem povodňové vlny	2,67	3,14	[10 ³ .m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	81	96	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	312	334	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	0	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	393	430	[min]



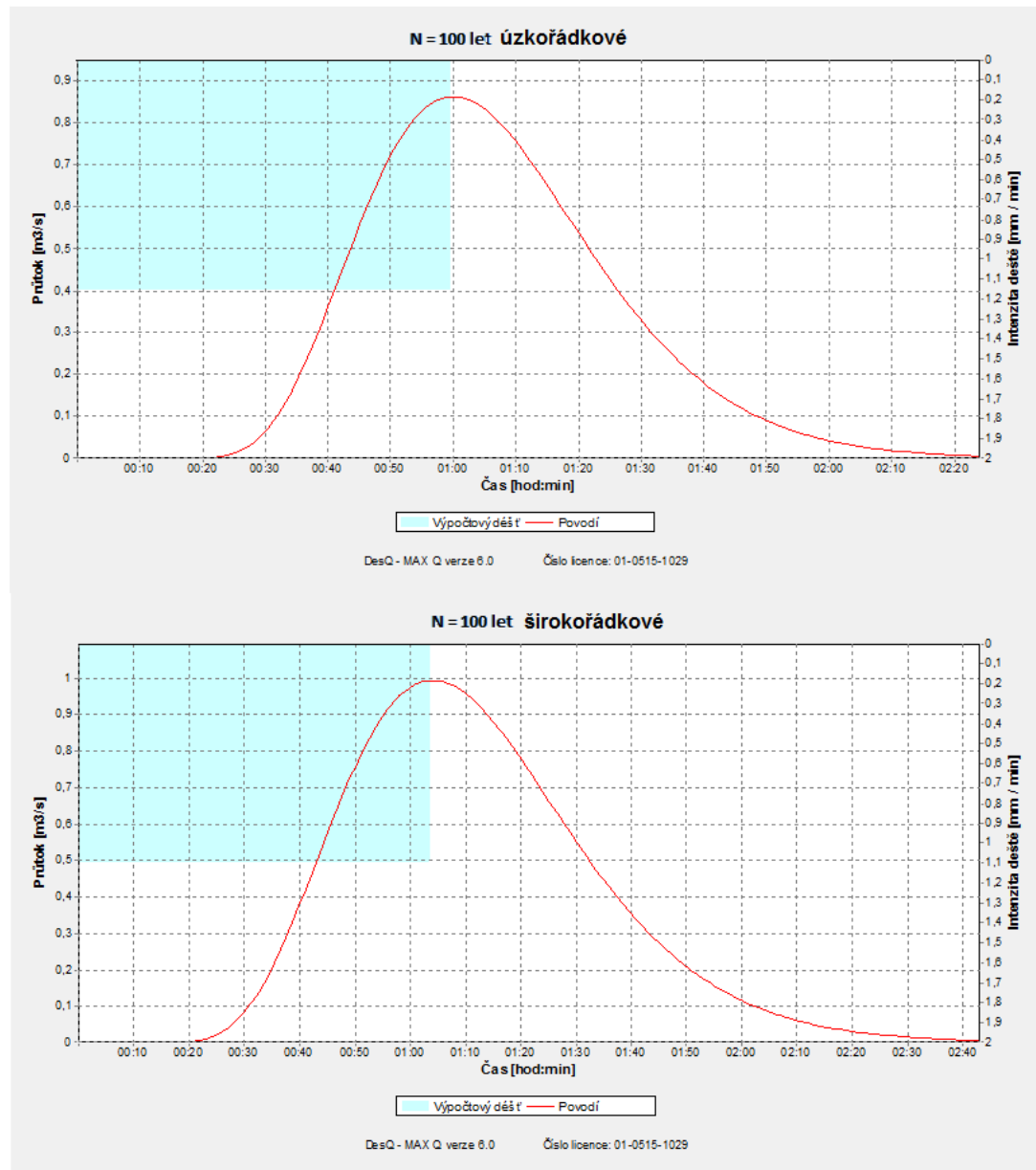
VÝSTUPNÍ VELIČINY N = 20 let		úzkoořádkové	širokořádkové	Jednotky
CN _{pr}	přepočtené číslo CN - typ	76,4	81	[...]
R _p	potenciální retence povodí	78,4	59,4	[mm]
L _s	průměrná délka svahu	0,14	0,14	[km]
L _{so}	průměrná délka dráhy svahového odtoku	0,18	0,18	[km]
Kritický déšť				
t _{dk}	doba trvání deště	73	83	[min]
i _{dk}	intenzita deště	0,665	0,6	[mm.min ⁻¹]
H _{dk}	výška deště	48,5	49,8	[mm]
t _{1dk}	doba bezodtokové fáze	8	6	[min]
t _{spk}	doba trvání přítoku	65	77	[min]
i _{spk}	intenzita přítoku	0,238	0,26	[mm.min ⁻¹]
H _{spk}	výška přítoku	15,5	20	[mm]
Výpočtový déšť				
t _d	doba trvání deště	73	83	[min]
i _d	intenzita deště	0,665	0,6	[mm.min ⁻¹]
H _d	výška deště	48,5	49,8	[mm]
t ₁	doba trvání bezodtokové fáze	8	6	[min]
t _{sp}	doba trvání přítoku	65	77	[min]
i _{sp}	intenzita přítoku	0,238	0,26	[mm.min ⁻¹]
H _{sp}	výška přítoku	15,5	20	[mm]
t _{sk}	doba koncentrace	65	77	[min]
i _{sk}	intenzita odtoku v době t _{sk}	0,238	0,26	[mm.min ⁻¹]
H _{so}	výška odtoku	15,5	20	[mm]
max i _{so}	max. intenzita odtoku ze svahu	0,238	0,26	[mm.min ⁻¹]
Q_{max}	maximální průtok	0,437	0,477	[m³.s⁻¹]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané výpočtovým deštěm				
W _{pVT}	objem povodňové vlny	1,7	2,2	[10 ³ .m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	65	77	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	110	132	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	0	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	175	209	[min]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané H_{d20}				
W _{pVT}	objem povodňové vlny	3,19	3,79	[10 ³ .m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	65	77	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	254	271	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	0	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	319	348	[min]



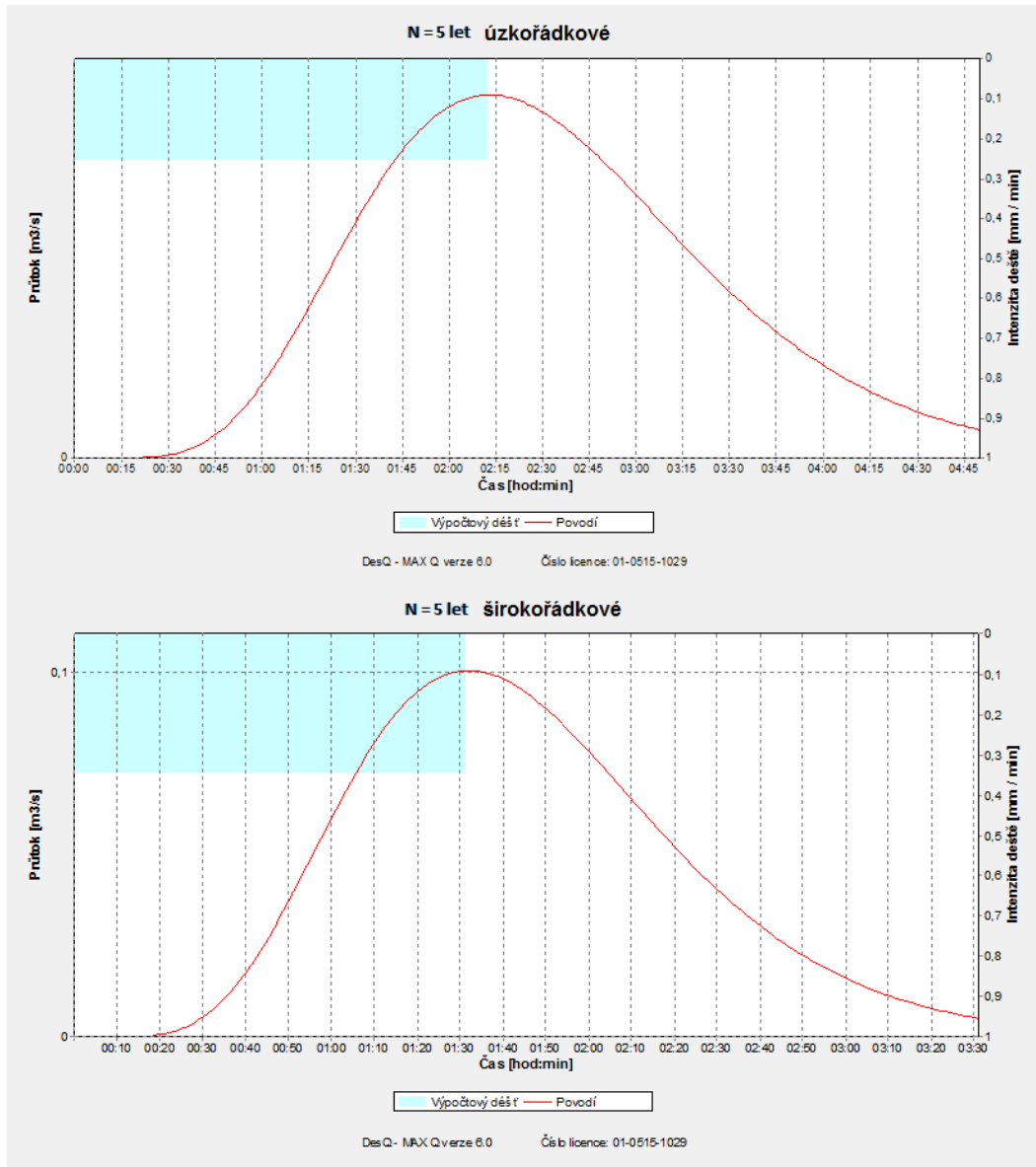
VÝSTUPNÍ VELIČINY N = 50 let		úzkohrádkové	širokohrádkové	Jednotky
CN _{pr}	přepočtené číslo CN - typ	76,4	81	[...]
R _p	potenciální retence povodí	78,4	59,4	[mm]
L _s	průměrná délka svahu	0,14	0,14	[km]
L _{so}	průměrná délka dráhy svahového odtoku	0,18	0,18	[km]
Kritický déšť				
t _{dk}	doba trvání deště	65	71	[min]
i _{dk}	intenzita deště	0,93	0,866	[mm.min ⁻¹]
H _{dk}	výška deště	60,4	61,5	[mm]
t _{1dk}	doba bezodtokové fáze	12	10	[min]
t _{spk}	doba trvání přítoku	53	61	[min]
i _{spk}	intenzita přítoku	0,359	0,41	[mm.min ⁻¹]
H _{spk}	výška přítoku	19	25	[mm]
Výpočtový déšť				
t _d	doba trvání deště	65	71	[min]
i _d	intenzita deště	0,93	0,866	[mm.min ⁻¹]
H _d	výška deště	60,4	61,5	[mm]
t ₁	doba trvání bezodtokové fáze	12	10	[min]
t _{sp}	doba trvání přítoku	53	61	[min]
i _{sp}	intenzita přítoku	0,359	0,41	[mm.min ⁻¹]
H _{sp}	výška přítoku	19	25	[mm]
t _{sk}	doba koncentrace	53	61	[min]
i _{sk}	intenzita odtoku v době t _{sk}	0,359	0,41	[mm.min ⁻¹]
H _{so}	výška odtoku	19	25	[mm]
max i _{so}	max. intenzita odtoku ze svahu	0,359	0,41	[mm.min ⁻¹]
Q_{max}	maximální průtok	0,658	0,753	[m³.s⁻¹]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané výpočtovým deštěm				
W _{pVT}	objem povodňové vlny	2,09	2,75	[10 ³ .m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	53	61	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	95	111	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	0	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	148	172	[min]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané H_{1d50}				
W _{pVT}	objem povodňové vlny	3,72	4,5	[10 ³ .m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	53	61	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	205	214	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	0	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	258	275	[min]



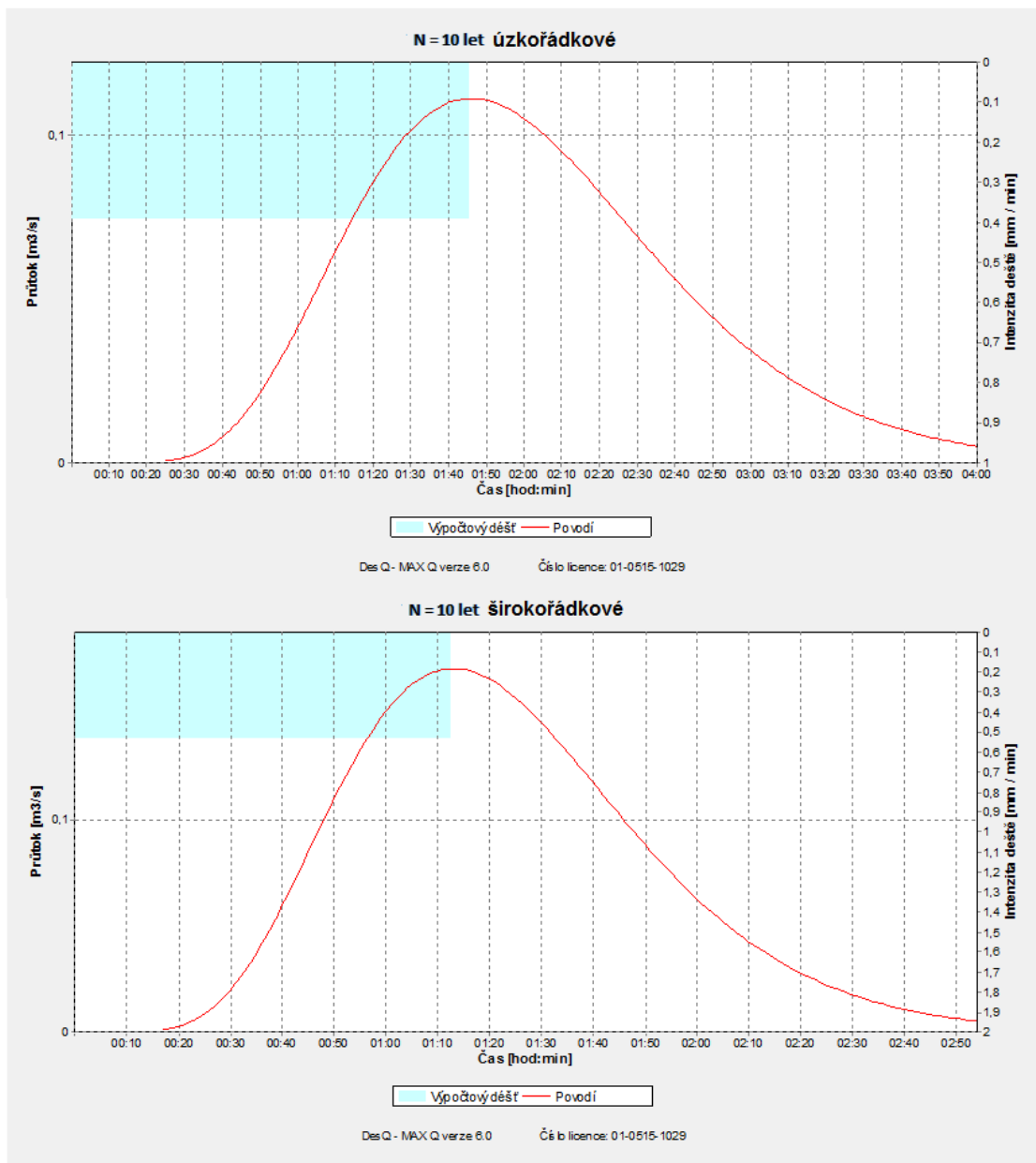
VÝSTUPNÍ VELIČINY N = 100 let		úžkořádkové	širokořádkové	Jednotky
CN _{pr}	přepočtené číslo CN - typ	76,4	81	[...]
R _p	potenciální retence povodí	78,4	59,4	[mm]
L _s	průměrná délka svahu	0,14	0,14	[km]
L _{so}	průměrná délka dráhy svahového odtoku	0,18	0,18	[km]
Kritický dešť				
t _{dk}	doba trvání deště	60	64	[min]
i _{dk}	intenzita deště	1,152	1,094	[mm.min ⁻¹]
H _{dk}	výška deště	69,1	70	[mm]
t _{1dk}	doba bezodtokové fáze	14	11	[min]
t _{spk}	doba trvání přítoku	46	53	[min]
i _{spk}	intenzita přítoku	0,471	0,542	[mm.min ⁻¹]
H _{spk}	výška přítoku	21,7	28,8	[mm]
Výpočtový dešť				
t _d	doba trvání deště	60	64	[min]
i _d	intenzita deště	1,152	1,094	[mm.min ⁻¹]
H _d	výška deště	69,1	70	[mm]
t ₁	doba trvání bezodtokové fáze	14	11	[min]
t _{sp}	doba trvání přítoku	46	53	[min]
i _{sp}	intenzita přítoku	0,471	0,542	[mm.min ⁻¹]
H _{sp}	výška přítoku	21,7	28,8	[mm]
t _{sk}	doba koncentrace	46	53	[min]
i _{sk}	intenzita odtoku v době t _{sk}	0,471	0,542	[mm.min ⁻¹]
H _{so}	výška odtoku	21,7	28,8	[mm]
max i _{so}	max. intenzita odtoku ze svahu	0,471	0,542	[mm.min ⁻¹]
Q _{max}	maximální průtok	0,863	0,995	[m³.s⁻¹]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané výpočtovým deštěm				
W _{PVT}	objem povodňové vlny	2,38	3,16	[10 ³ .m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	46	53	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	85	100	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	0	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	131	153	[min]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané H_{1d100}				
W _{PVT}	objem povodňové vlny	4,15	5,07	[10 ³ .m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	46	53	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	180	189	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	0	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	226	242	[min]



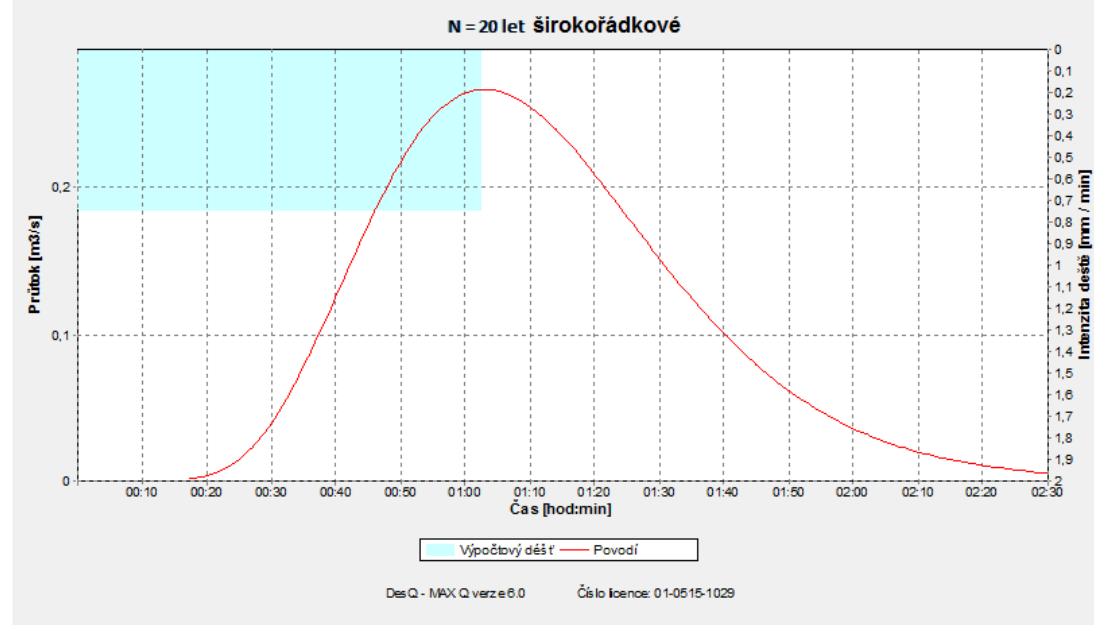
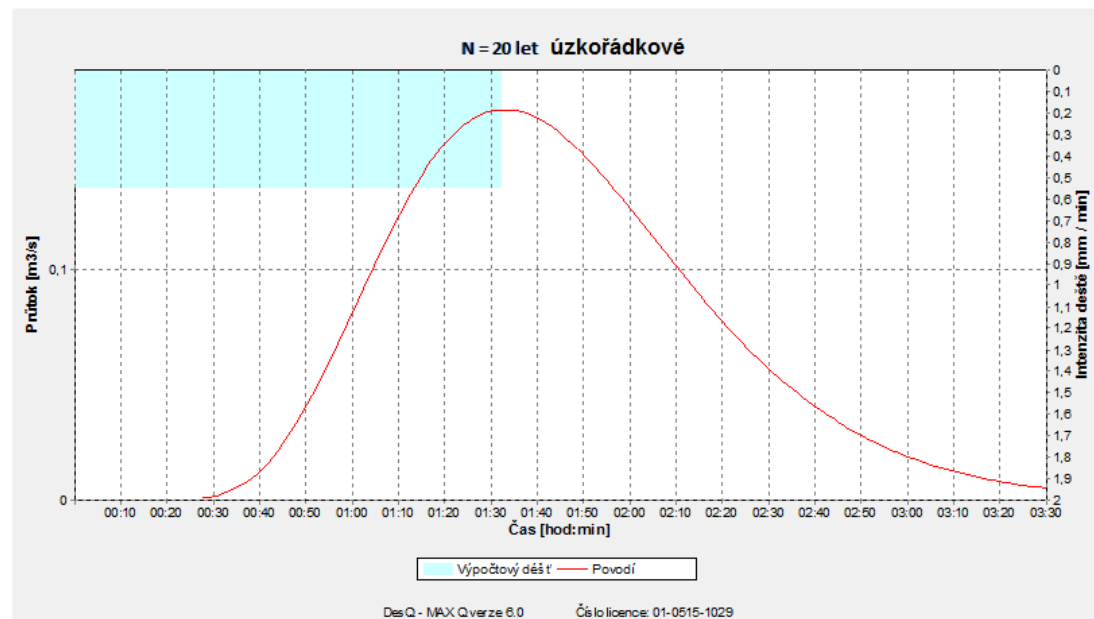
VÝSTUPNÍ VELIČINY N = 5 let		úžkořádkové	širokořádkové	Jednotky
CN _{pr}	přečtené číslo CN - typ	71,8	76,8	[...]
R _p	potenciální retence povodí	99,6	76,6	[mm]
L _s	průměrná délka svahu	0,15	0,15	[km]
L _{so}	průměrná délka dráhy svahového odtoku	0,19	0,19	[km]
Kritický dešť				
t _{dk}	doba trvání deště	133	92	[min]
i _{dk}	intenzita deště	0,256	0,345	[mm.min ⁻¹]
H _{dk}	výška deště	34	31,8	[mm]
t _{1dk}	doba bezodtokové fáze	2	1	[min]
t _{spk}	doba trvání přítoku	131	91	[min]
i _{spk}	intenzita přítoku	0,065	0,101	[mm.min ⁻¹]
H _{spk}	výška přítoku	8,5	9,1	[mm]
Výpočtový dešť				
t _d	doba trvání deště	133	92	[min]
i _d	intenzita deště	0,256	0,345	[mm.min ⁻¹]
H _d	výška deště	34	31,8	[mm]
t ₁	doba trvání bezodtokové fáze	2	1	[min]
t _{sp}	doba trvání přítoku	131	91	[min]
i _{sp}	intenzita přítoku	0,065	0,101	[mm.min ⁻¹]
H _{sp}	výška přítoku	8,5	9,1	[mm]
t _{sk}	doba koncentrace	131	91	[min]
i _{sk}	intenzita odtoku v době t _{sk}	0,065	0,101	[mm.min ⁻¹]
H _{so}	výška odtoku	8,5	9,1	[mm]
max i _{so}	max. intenzita odtoku ze svahu	0,065	0,101	[mm.min ⁻¹]
Q_{max}	maximální průtok	0,065	0,101	[m³.s⁻¹]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané výpočtovým deštěm				
W _{PVT}	objem povodňové vlny	508	549	[10 ³ .m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	131	91	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	158	120	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	0	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	289	211	[min]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané H_{1d5}				
W _{PVT}	objem povodňové vlny	961	1,14	[10 ³ .m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	131	91	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	357	311	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	0	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	488	402	[min]



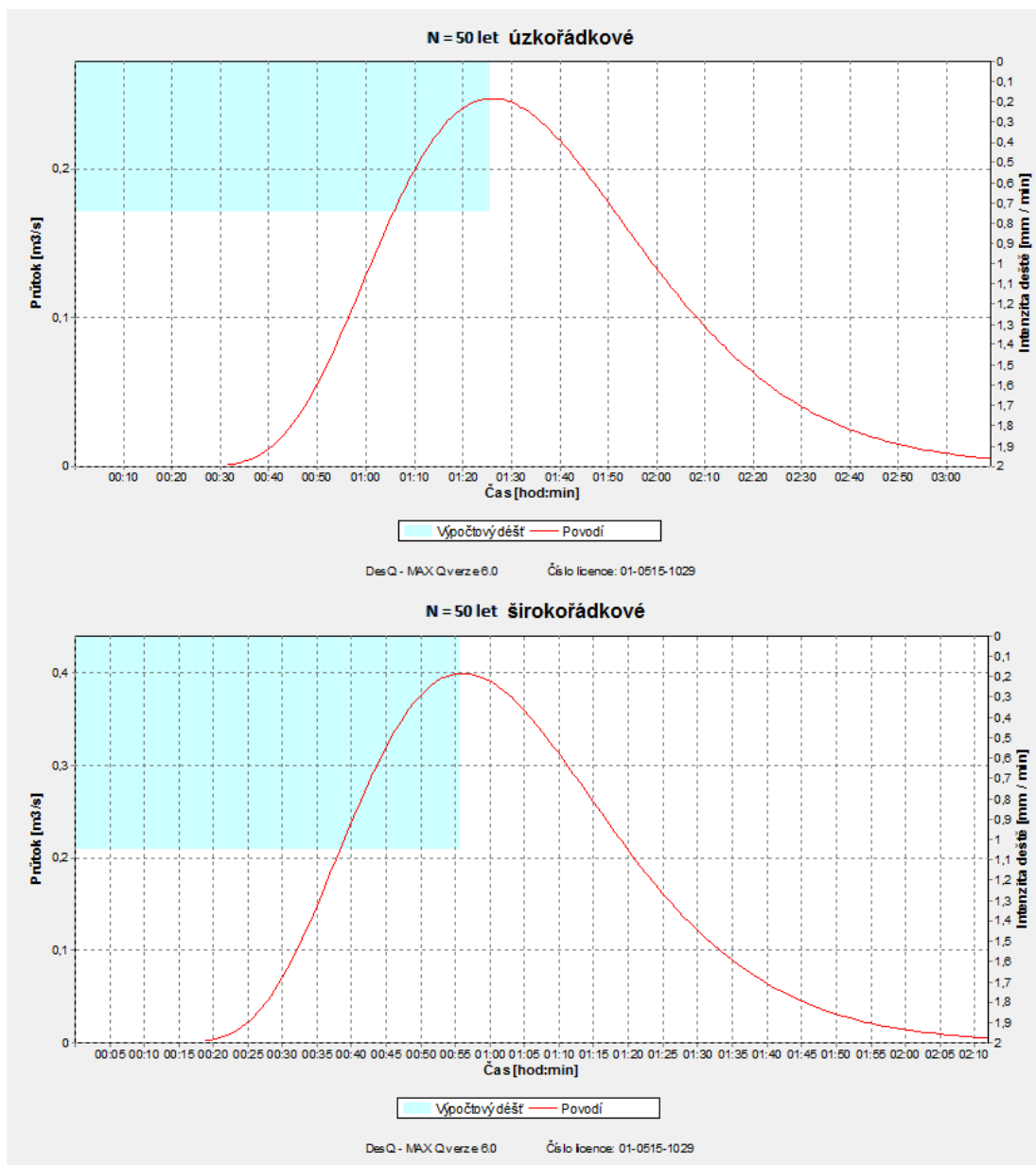
VÝSTUPNÍ VELIČINY N = 10 let		úzkohrádkové	širokohrádkové	Jednotky
CN _{pr}	přepočtené číslo CN - typ	71,8	76,8	[...]
R _p	potenciální retence povodí	99,6	76,6	[mm]
L _s	průměrná délka svahu	0,15	0,15	[km]
L _{so}	průměrná délka dráhy svahového odtoku	0,19	0,19	[km]
Kritický déšť				
t _{dk}	doba trvání deště	106	73	[min]
i _{dk}	intenzita deště	0,392	0,529	[mm.min ⁻¹]
H _{dk}	výška deště	41,5	38,6	[mm]
t _{1dk}	doba bezodtokové fáze	6	3	[min]
t _{spk}	doba trvání přítoku	100	70	[min]
i _{spk}	intenzita přítoku	0,111	0,171	[mm.min ⁻¹]
H _{spk}	výška přítoku	11,1	12	[mm]
Výpočtový déšť				
t _d	doba trvání deště	106	73	[min]
i _d	intenzita deště	0,392	0,529	[mm.min ⁻¹]
H _d	výška deště	41,5	38,6	[mm]
t ₁	doba trvání bezodtokové fáze	6	3	[min]
t _{sp}	doba trvání přítoku	100	70	[min]
i _{sp}	intenzita přítoku	0,111	0,171	[mm.min ⁻¹]
H _{sp}	výška přítoku	11,1	12	[mm]
t _{sk}	doba koncentrace	100	70	[min]
i _{sk}	intenzita odtoku v době t _{sk}	0,111	0,171	[mm.min ⁻¹]
H _{so}	výška odtoku	11,1	12	[mm]
max i _{so}	max. intenzita odtoku ze svahu	0,111	0,171	[mm.min ⁻¹]
Q_{max}	maximální průtok	0,111	0,171	[m³.s⁻¹]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané výpočtovým deštěm				
W _{PVT}	objem povodňové vlny	666	718	[10 ³ .m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	100	70	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	135	102	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	0	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	235	172	[min]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané H_{1d10}				
W _{PVT}	objem povodňové vlny	1,24	1,48	[10 ³ .m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	100	70	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	302	263	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	0	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	402	333	[min]



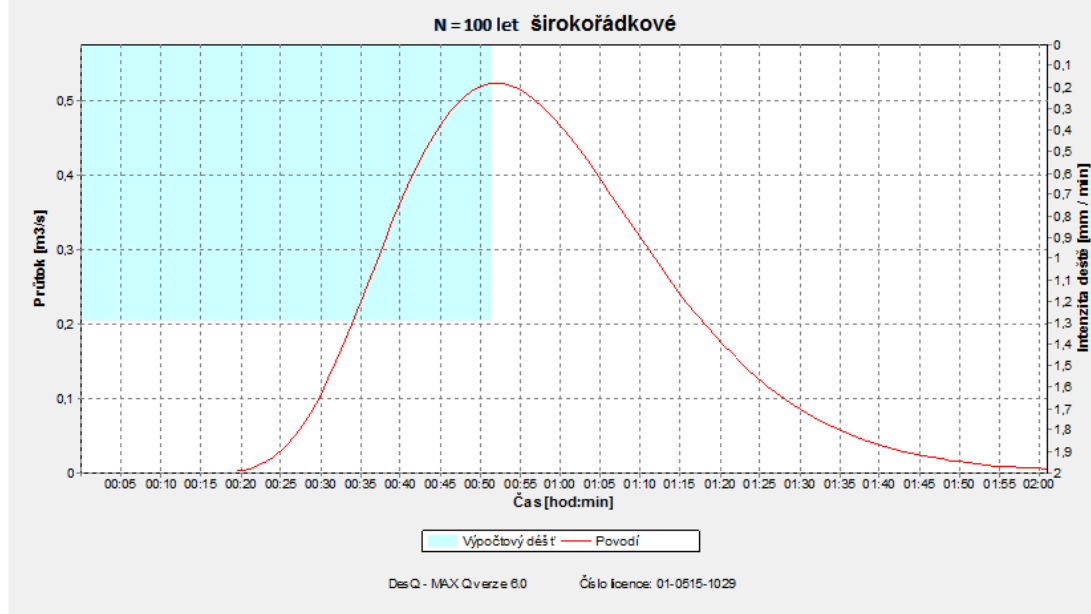
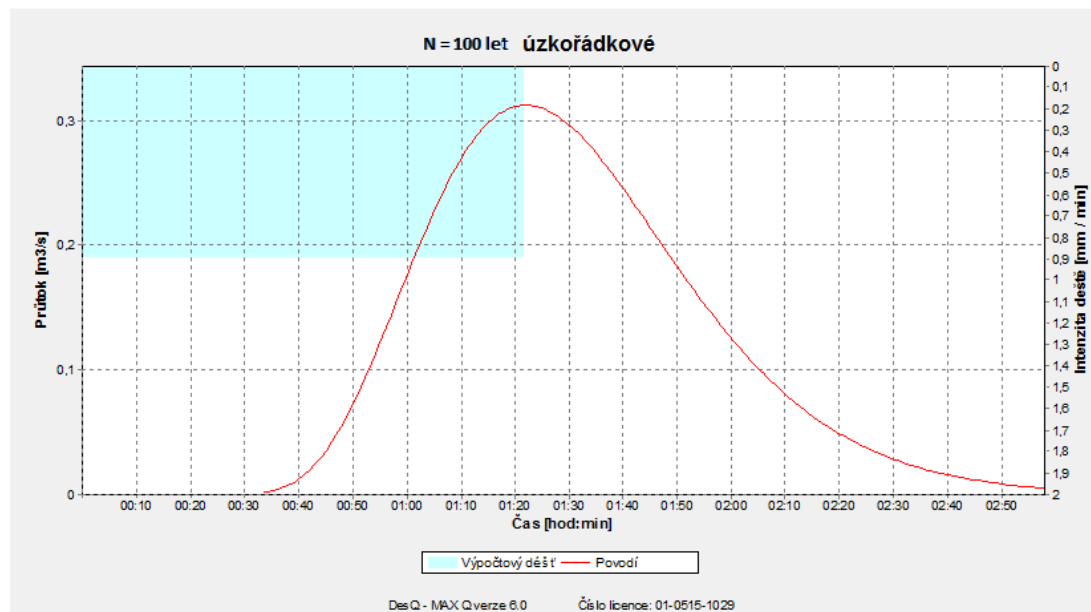
VÝSTUPNÍ VELIČINY N = 20 let		úzkoořádkové	širokořádkové	Jednotky
CN _{pr}	přepočtené číslo CN - typ	71,8	76,8	[...]
R _p	potenciální retence povodí	99,6	76,6	[mm]
L _s	průměrná délka svahu	0,15	0,15	[km]
L _{so}	průměrná délka dráhy svahového odtoku	0,19	0,19	[km]
Kritický déšť				
t _{dk}	doba trvání deště	93	63	[min]
i _{dk}	intenzita deště	0,548	0,749	[mm.min ⁻¹]
H _{dk}	výška deště	50,9	47,2	[mm]
t _{1dk}	doba bezodtokové fáze	12	7	[min]
t _{spk}	doba trvání přítoku	81	56	[min]
i _{spk}	intenzita přítoku	0,169	0,267	[mm.min ⁻¹]
H _{spk}	výška přítoku	13,7	15	[mm]
Výpočtový déšť				
t _d	doba trvání deště	93	63	[min]
i _d	intenzita deště	0,548	0,749	[mm.min ⁻¹]
H _d	výška deště	50,9	47,2	[mm]
t ₁	doba trvání bezodtokové fáze	12	7	[min]
t _{sp}	doba trvání přítoku	81	56	[min]
i _{sp}	intenzita přítoku	0,169	0,267	[mm.min ⁻¹]
H _{sp}	výška přítoku	13,7	15	[mm]
t _{sk}	doba koncentrace	81	56	[min]
i _{sk}	intenzita odtoku v době t _{sk}	0,169	0,267	[mm.min ⁻¹]
H _{so}	výška odtoku	13,7	15	[mm]
max i _{so}	max. intenzita odtoku ze svahu	0,169	0,267	[mm.min ⁻¹]
Q_{max}	maximální průtok	0,169	0,267	[m³.s⁻¹]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané výpočtovým deštěm				
W _{PVT}	objem povodňové vlny	823	899	[10 ³ .m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	81	56	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	118	88	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	0	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	199	144	[min]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané H_{1,d20}				
W _{PVT}	objem povodňové vlny	1,47	1,77	[10 ³ .m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	81	56	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	250	216	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	0	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	331	272	[min]



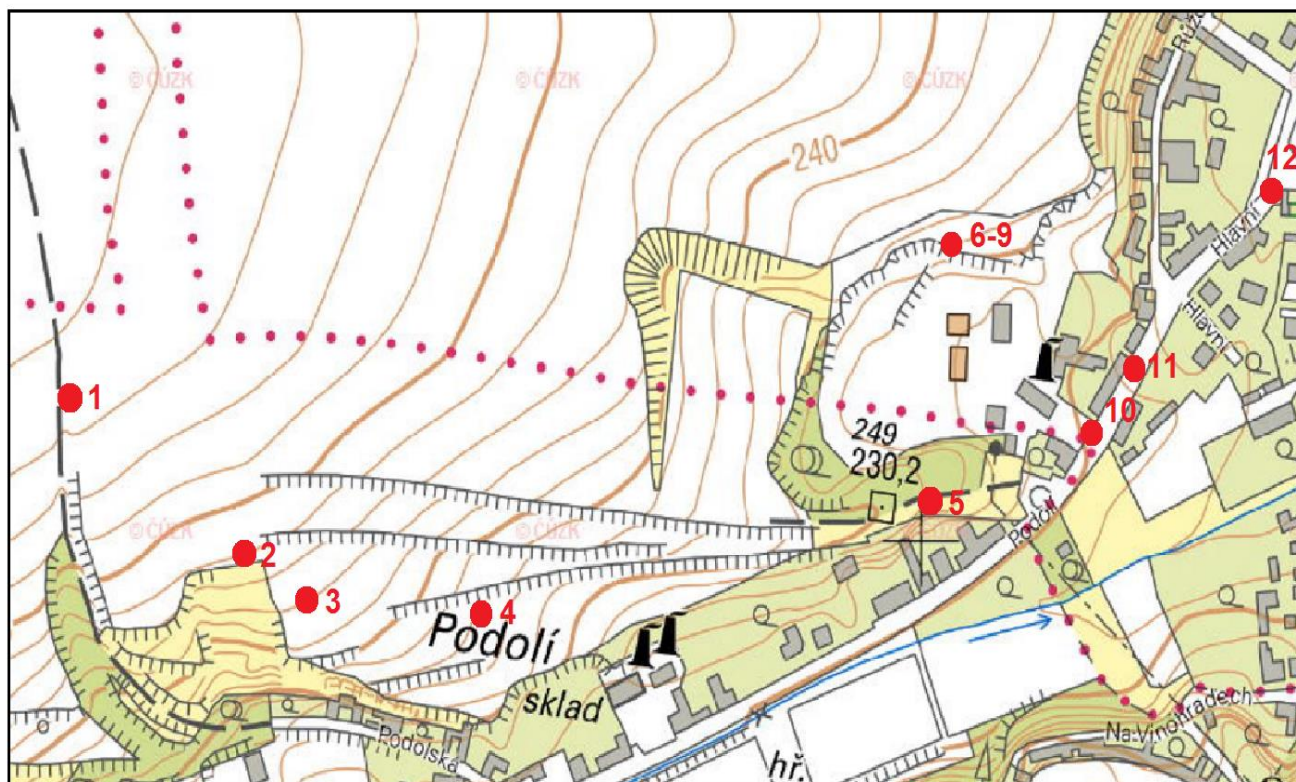
VÝSTUPNÍ VELIČINY N = 50 let		úzkoraďkové	širokoraďkové	Jednotky
CN _{pr}	přepočtené číslo CN - typ	71,8	76,8	[...]
R _p	potenciální retence povodí	99,6	76,6	[mm]
L _s	průměrná délka svahu	0,15	0,15	[km]
L _{so}	průměrná délka dráhy svahového odtoku	0,19	0,19	[km]
Kritický déšť				
t _{dk}	doba trvání deště	86	56	[min]
i _{dk}	intenzita deště	0,742	1,048	[mm.min ⁻¹]
H _{dk}	výška deště	63,9	58,7	[mm]
t _{1dk}	doba bezodtokové fáze	19	10	[min]
t _{spk}	doba trvání přítoku	67	46	[min]
i _{spk}	intenzita přítoku	0,247	0,399	[mm.min ⁻¹]
H _{spk}	výška přítoku	16,6	18,4	[mm]
Výpočtový déšť				
t _d	doba trvání deště	86	56	[min]
i _d	intenzita deště	0,742	1,048	[mm.min ⁻¹]
H _d	výška deště	63,9	58,7	[mm]
t ₁	doba trvání bezodtokové fáze	19	10	[min]
t _{sp}	doba trvání přítoku	67	46	[min]
i _{sp}	intenzita přítoku	0,247	0,399	[mm.min ⁻¹]
H _{sp}	výška přítoku	16,6	18,4	[mm]
t _{sk}	doba koncentrace	67	46	[min]
i _{sk}	intenzita odtoku v době t _{sk}	0,247	0,399	[mm.min ⁻¹]
H _{so}	výška odtoku	16,6	18,4	[mm]
max i _{so}	max. intenzita odtoku ze svahu	0,247	0,399	[mm.min ⁻¹]
Q_{max}	maximální průtok	0,247	0,399	[m³.s⁻¹]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané výpočtovým deštěm				
W _{PVT}	objem povodňové vlny	993	1,1	[10 ³ .m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	67	46	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	104	77	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	0	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	171	123	[min]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané H_{1d50}				
W _{PVT}	objem povodňové vlny	1,66	2,06	[10 ³ .m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	67	46	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	203	177	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	0	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	270	223	[min]



VÝSTUPNÍ VELIČINY N = 100 let		úzkoořádkové	širokořádkové	Jednotky
CN _{pr}	přepočtené číslo CN - typ	71,8	76,8	[...]
R _p	potenciální retence povodí	99,6	76,6	[mm]
L _s	průměrná délka svahu	0,15	0,15	[km]
L _{so}	průměrná délka dráhy svahového odtoku	0,19	0,19	[km]
Kritický déšť				
t _{dk}	doba trvání deště	82	52	[min]
i _{dk}	intenzita deště	0,896	1,292	[mm.min ⁻¹]
H _{dk}	výška deště	73,5	67,2	[mm]
t _{1dk}	doba bezodtokové fáze	22	12	[min]
t _{spk}	doba trvání přítoku	60	40	[min]
i _{spk}	intenzita přítoku	0,312	0,524	[mm.min ⁻¹]
H _{spk}	výška přítoku	18,7	20,9	[mm]
Výpočtový déšť				
t _d	doba trvání deště	82	52	[min]
i _d	intenzita deště	0,896	1,292	[mm.min ⁻¹]
H _d	výška deště	73,5	67,2	[mm]
t ₁	doba trvání bezodtokové fáze	22	12	[min]
t _{sp}	doba trvání přítoku	60	40	[min]
i _{sp}	intenzita přítoku	0,312	0,524	[mm.min ⁻¹]
H _{sp}	výška přítoku	18,7	20,9	[mm]
t _{sk}	doba koncentrace	60	40	[min]
i _{sk}	intenzita odtoku v době t _{sk}	0,312	0,524	[mm.min ⁻¹]
H _{so}	výška odtoku	18,7	20,9	[mm]
max i _{so}	max. intenzita odtoku ze svahu	0,312	0,524	[mm.min ⁻¹]
Q_{max}	maximální průtok	0,312	0,524	[m³.s⁻¹]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané výpočtovým deštěm				
W _{PVT}	objem povodňové vlny	1,12	1,26	[10 ³ .m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	60	40	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	97	70	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	0	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	157	110	[min]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané H_{d100}				
W _{PVT}	objem povodňové vlny	1,82	2,31	[10 ³ .m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	60	40	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	182	156	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	0	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	242	196	[min]



b) fotografie lokality



Obr. 1 - pohled na pole nad cihelnou a Podolem od polní cesty



Obr. 2 - Pohled na pole nad cihelnou s remízky



Obr. 3 - Bližší pohled na lokalitu cihelna



Obr. 4 - Remízky na poli nad bývalou cihlenou



Obr. 5 - Strouha nad ulicí Hlavní odvádějící vodu z pole



Obr. 6 - Prudký svah nad areálem cihelny, který vymílá voda z pole



Obr. 7 - Pohled na areál cihelny ze svahu nad ní



Obr. 8 - Místo nad svahem, kudy protéká voda dovnitř při průtržích



Obr. 9 - Pohled na areál bývalé cihelny před místem, kudy protéká voda



Obr. 10 - Areál bývalé cihelny od ulice Hlavní



Obr. 11 - Ulice Hlavní směrem do centra obce od Podola



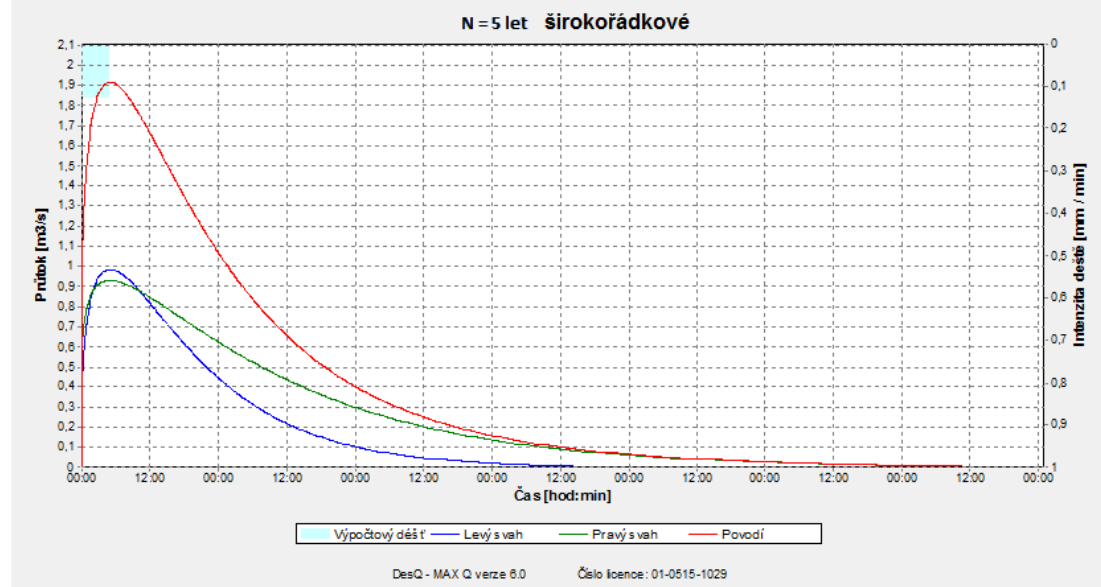
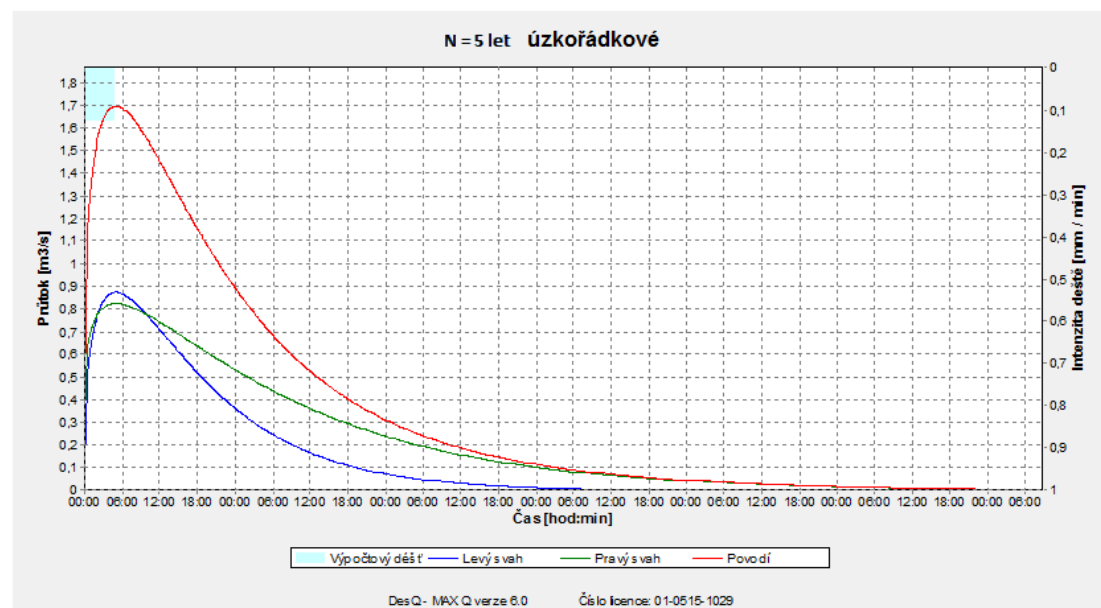
Obr. 12 - Opačný směr v ulici Hlavní směr Podol (u křiž. s Družstevní ul.)

Příloha č. 4 - lokalita Podol

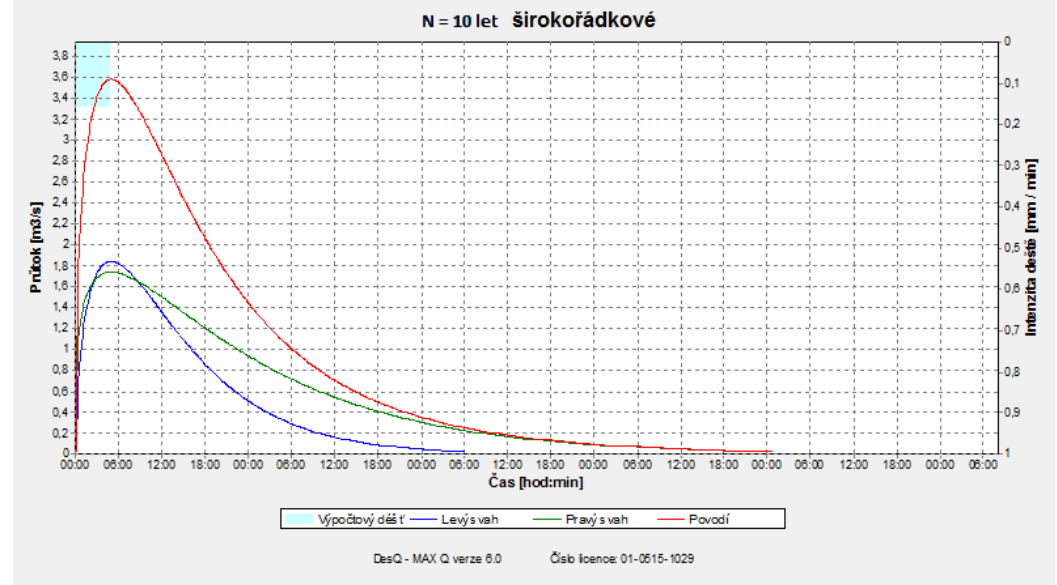
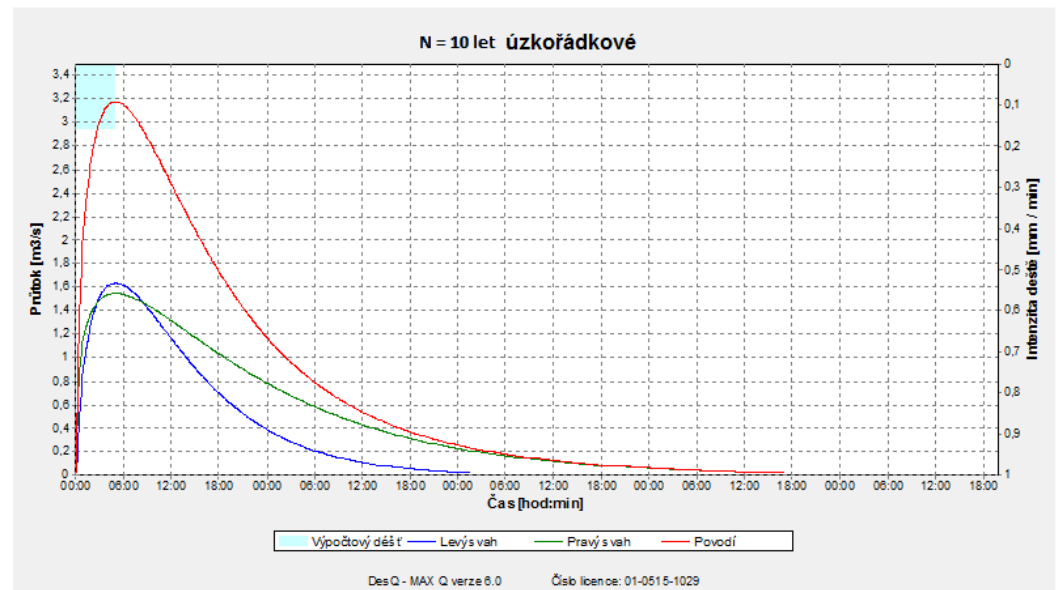
a) výpočty průtoků

VSTUPNÍ VELIČINY		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
F	plocha povodí	15,42			[km ²]
F _s	plocha svahu		6,12	9,3	[km ²]
I _s	průměrný sklon svahu		5,5	4,8	[%]
γ	drsnostní charakteristika		6,74	6,82	[sec]
L _u	délka údolnice	1,94			[km]
I _u	průměrný sklon údolnice	1,1			[%]
CN _{typ}	typ odtokové křivky(1,2,3)		2	2	[...]
CN	číslo odtokové křivky	úzkoořádkové	75,9	76,3	[...]
		širokořádkové	80,8	81,1	
N	doba opakování	5,10,20,50,100			[roky]
H _{1d5}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=5	49,2			[mm]
H _{1d10}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=10	59,2			[mm]
H _{1d20}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=20	69,5			[mm]
H _{1d50}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=50	82,2			[mm]
H _{1d100}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=100	92,1			[mm]

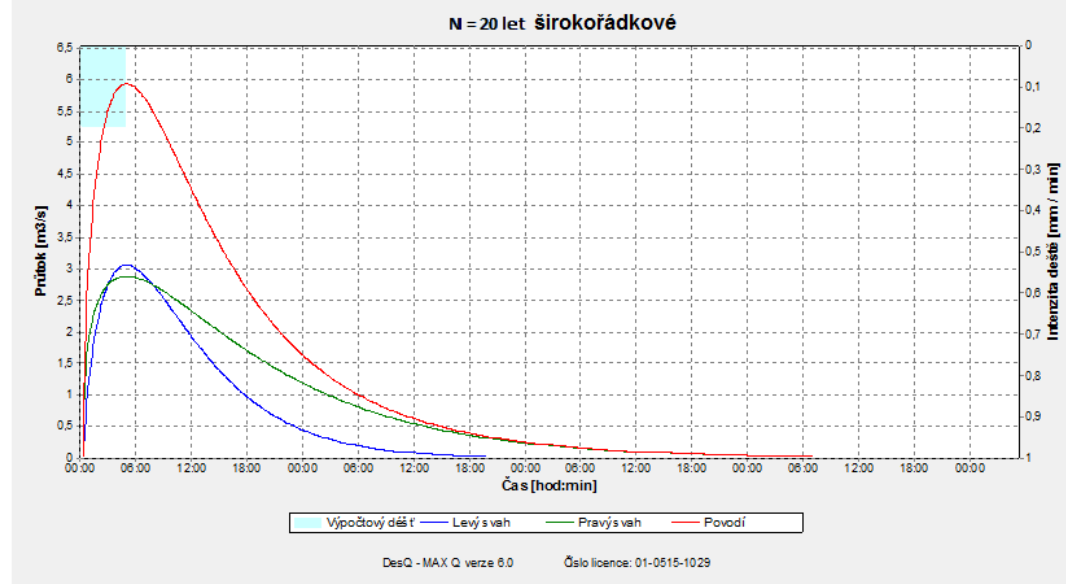
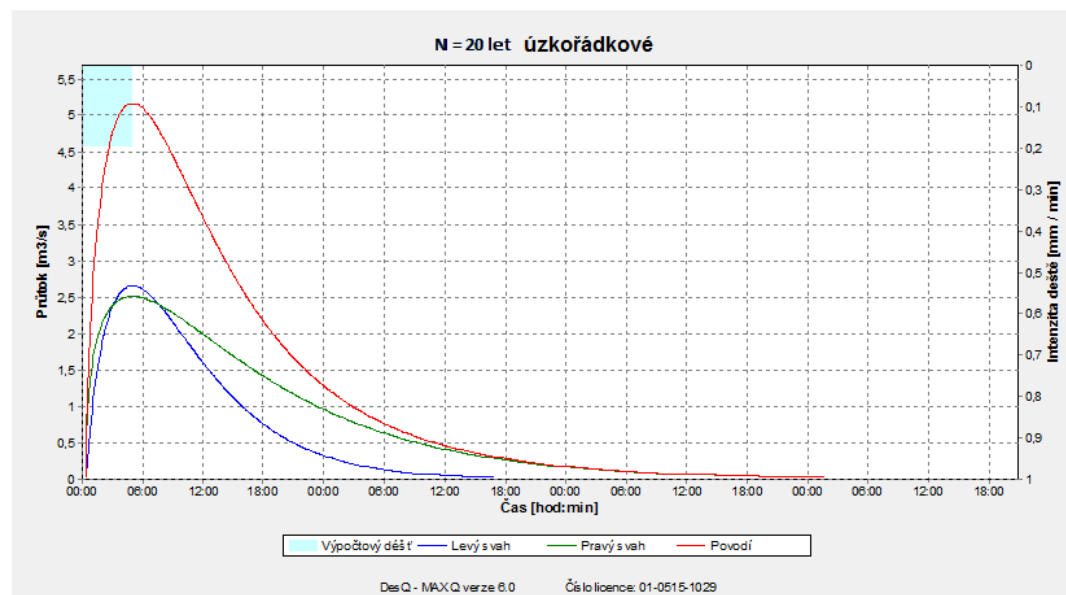
		úžkořádkové			širokořádkové			
VÝSTUPNÍ VELIČINY N = 5 let		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
CN _{pr}	přepočtené číslo CN - typ		75,9	76,3		80,8	81,1	[...]
R _p	potenciální retence povodí		80,6	79		60,3	59,1	[mm]
L _s	průměrná délka svahu		3,15	4,79		3,15	4,79	[km]
L _{so}	průměrná délka dráhy svahového odtoku		3,21	4,91		3,21	4,91	[km]
Kritický dešť								
t _{dk}	doba trvání deště		1049	1551		1120	1660	[min]
i _{dk}	intenzita deště		0,045	0,032		0,042	0,03	[mm.min ⁻¹]
H _{dk}	výška deště		46,9	49,8		47,3	50,3	[mm]
t _{1dk}	doba bezodtokové fáze		8	11		6	9	[min]
t _{spk}	doba trvání přítoku		1041	1540		1114	1651	[min]
i _{spk}	intenzita přítoku		0,016	0,012		0,019	0,014	[mm.min ⁻¹]
H _{spk}	výška přítoku		17	19		20,6	22,9	[mm]
Výpočtový dešť								
t _d	doba trvání deště	300			300			[min]
i _d	intenzita deště	0,129			0,129			[mm.min ⁻¹]
H _d	výška deště	38,6			38,6			[mm]
t ₁	doba trvání bezodtokové fáze	3	3	3	2	2	2	[min]
t _{sp}	doba trvání přítoku	297	297		298	298		[min]
i _{sp}	intenzita přítoku	0,041	0,042		0,05	0,051		[mm.min ⁻¹]
H _{sp}	výška přítoku	12,3	12,5		14,9	15,1		[mm]
t _{sk}	doba koncentrace	654	835		678	865		[min]
i _{sk}	intenzita odtoku v době t _{sk}	0,041	0,042		0,05	0,051		[mm.min ⁻¹]
H _{so}	výška odtoku	12,3	12,5		14,9	15,1		[mm]
max i _{so}	max. intenzita odtoku ze svahu	0,009	0,005		0,01	0,006		[mm.min ⁻¹]
Q _{max}	maximální průtok	1,7	0,873	0,823	1,92	0,985	0,93	[m ³ .s ⁻¹]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané výpočtovým deštěm								
W _{PVT}	objem povodňové vlny	191	75,3	116	231	91,1	140	[10 ³ .m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	297	297	297	298	298	298	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	8867	4779	8867	9837	5336	9837	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	0	0	0	0	0	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	9164	5076	9164	10135	5634	10135	[min]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané H _{1d5}								
W _{PVT}	objem povodňové vlny	286	113	174	340	134	206	[10 ³ .m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	297	297	297	298	298	298	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	14421	8049	14421	15617	8757	15617	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	0	0	0	0	0	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	14718	8346	14718	15915	9055	15915	[min]



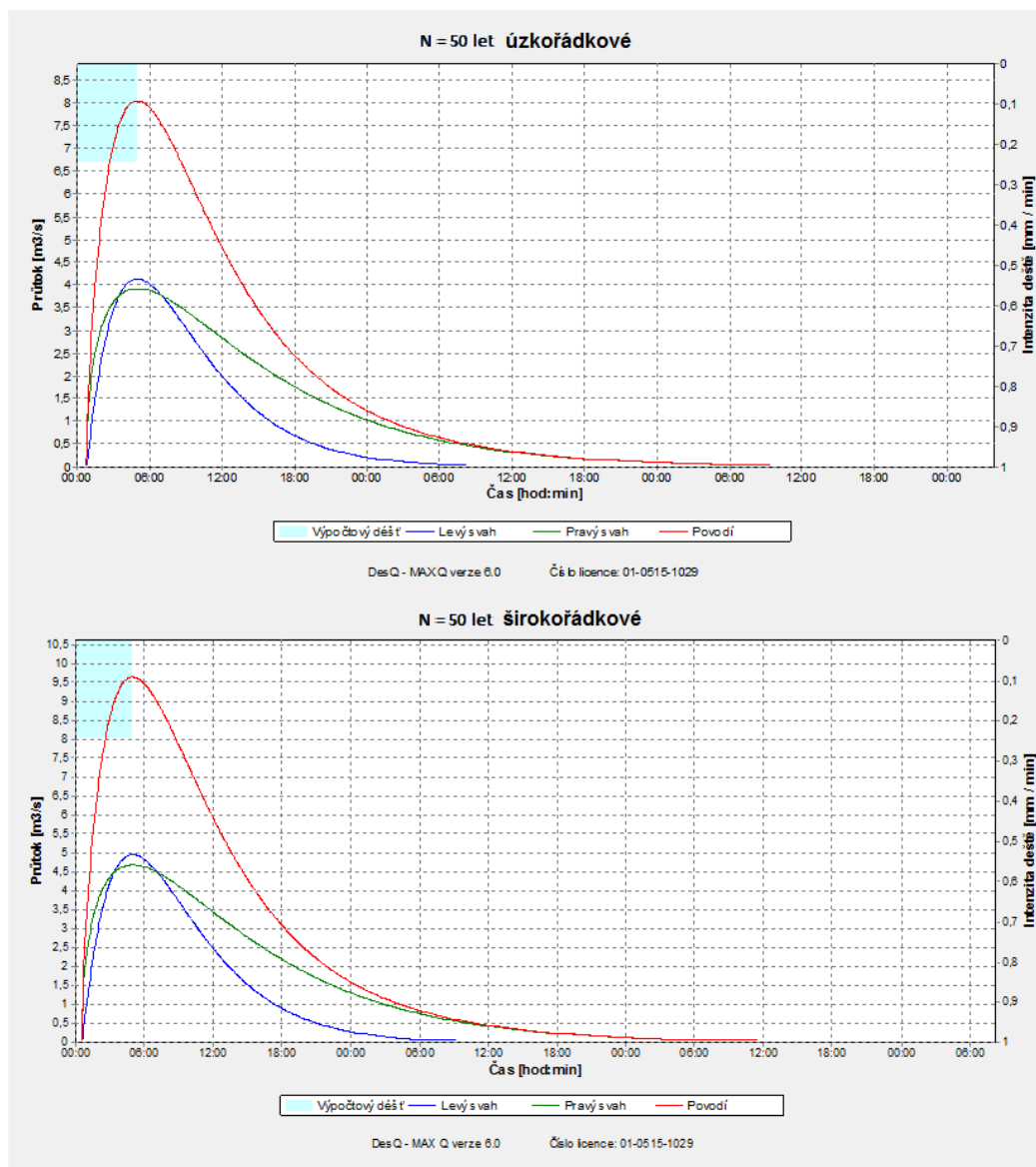
		úžkořádkové			širokořádkové			
VÝSTUPNÍ VELIČINY N = 10 let		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
CN _{pr}	přepočtené číslo CN - typ		75,9	76,3		80,8	81,1	[...]
R _p	potenciální retence povodí		80,6	79		60,3	59,1	[mm]
L _s	průměrná délka svahu		3,15	4,79		3,15	4,79	[km]
L _{so}	průměrná délka dráhy sva hového odtoku		3,21	4,91		3,21	4,91	[km]
Kritický déšť								
t _{dk}	doba trvání deště		860	1284		914	1370	[min]
i _{dk}	intenzita deště		0,064	0,045		0,061	0,043	[mm.min ⁻¹]
H _{dk}	výška deště		55,3	58,3		55,7	58,8	[mm]
t _{1dk}	doba bezodtokové fáze		28	40		22	31	[min]
t _{spk}	doba trvání přítoku		832	1244		892	1339	[min]
i _{spk}	intenzita přítoku		0,026	0,019		0,029	0,021	[mm.min ⁻¹]
H _{spk}	výška přítoku		21,3	23,6		25,8	28,3	[mm]
Výpočtový déšť								
t _d	doba trvání deště	300			300			[min]
i _d	intenzita deště	0,16			0,16			[mm.min ⁻¹]
H _d	výška deště	48			48			[mm]
t ₁	doba trvání bezodtokové fáze	11	11	11	8	9	8	[min]
t _{sp}	doba trvání přítoku	289	289		291	292		[min]
i _{sp}	intenzita přítoku	0,058	0,059		0,07	0,071		[mm.min ⁻¹]
H _{sp}	výška přítoku	16,8	17,1		20,4	20,6		[mm]
t _{sk}	doba koncentrace	551	704		573	733		[min]
i _{sk}	intenzita odtoku v době t _{sk}	0,058	0,059		0,07	0,071		[mm.min ⁻¹]
H _{so}	výška odtoku	16,8	17,1		20,4	20,6		[mm]
max i _{so}	max. intenzita odtoku ze svahu		0,016	0,01		0,018	0,011	[mm.min ⁻¹]
Q_{max}	maximální průtok	3,18	1,63	1,54	3,58	1,84	1,74	[m³.s⁻²]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané výpočtovým deštěm								
W _{PVT}	objem povodňové vlny	262	103	159	316	125	192	[10 ³ .m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	289	289	289	292	291	292	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	6651	3475	6651	7385	3886	7385	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	0	0	0	0	0	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	6940	3764	6940	7677	4177	7677	[min]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané H _{1d10}								
W _{PVT}	objem povodňové vlny	371	146	225	439	173	266	[10 ³ .m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	289	289	289	292	291	292	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	10320	5573	10320	11164	6061	11164	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	0	0	0	0	0	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	10609	5862	10609	11456	6352	11456	[min]



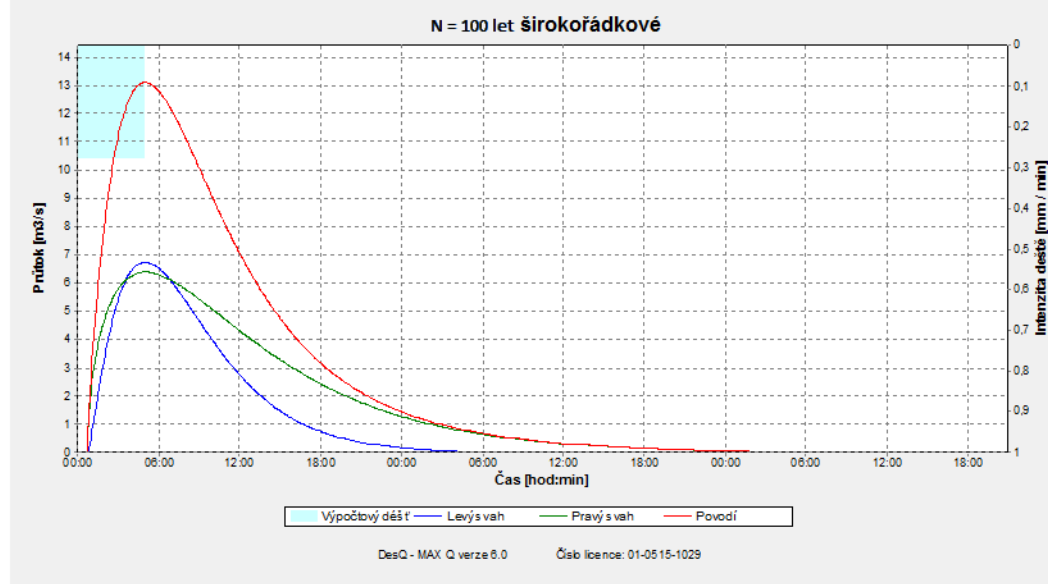
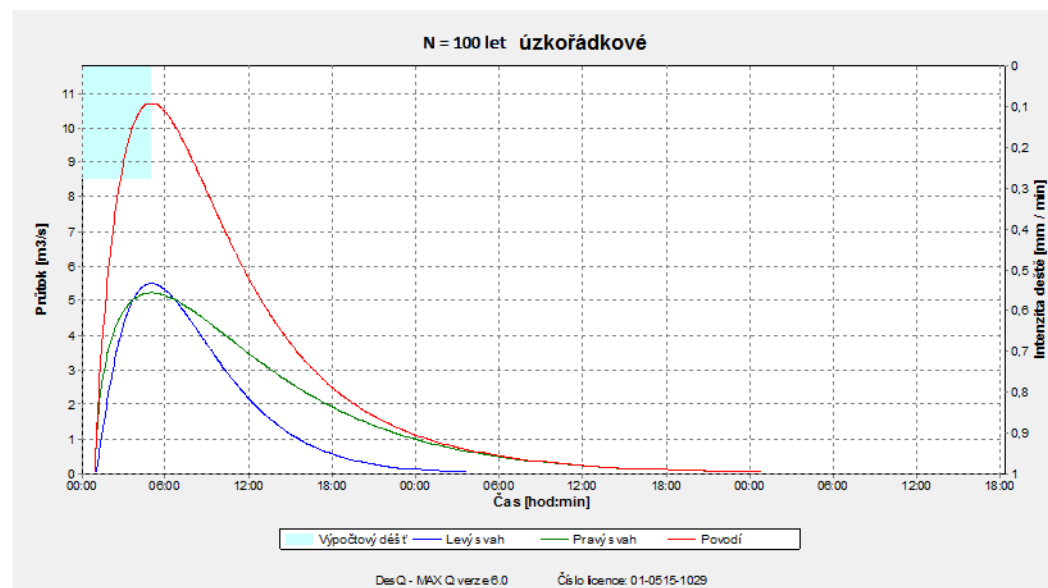
		úžkořádkové			širokořádkové			
VÝSTUPNÍ VELIČINY N = 20 let		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
CN _{pr}	přepočtené číslo CN - typ	75,9	76,3		80,8	81,1		[...]
R _p	potenciální retence povodí	80,6	79		60,3	59,1		[mm]
L _s	průměrná délka svahu	3,15	4,79		3,15	4,79		[km]
L _{so}	průměrná délka dráhy svahového odtoku	3,21	4,91		3,21	4,91		[km]
Kritický déšť								
t _{dk}	doba trvání deště	758	1142		790	1197		[min]
i _{dk}	intenzita deště	0,086	0,059		0,083	0,057		[mm.min ⁻¹]
H _{dk}	výška deště	65	67,9		65,3	68,2		[mm]
t _{1dk}	doba bezodtokové fáze	61	86		48	68		[min]
t _{spk}	doba trvání přítoku	697	1056		742	1129		[min]
i _{spk}	intenzita přítoku	0,036	0,026		0,042	0,03		[mm.min ⁻¹]
H _{spk}	výška přítoku	25,4	27,8		30,9	33,5		[mm]
Výpočtový déšť								
t _d	doba trvání deště	300			300			[min]
i _d	intenzita deště	0,196			0,196			[mm.min ⁻¹]
H _d	výška deště	58,9			58,9			[mm]
t ₁	doba trvání bezodtokové fáze	26	27	26	20	20	20	[min]
t _{sp}	doba trvání přítoku	273	274		280	280		[min]
i _{sp}	intenzita přítoku	0,079	0,079		0,094	0,095		[mm.min ⁻¹]
H _{sp}	výška přítoku	21,5	21,8		26,2	26,5		[mm]
t _{sk}	doba koncentrace	475	607		495	632		[min]
i _{sk}	intenzita odtoku v době t _{sk}	0,078	0,08		0,094	0,095		[mm.min ⁻¹]
H _{so}	výška odtoku	21,5	21,8		26,2	26,5		[mm]
max i _{so}	max. intenzita odtoku ze svahu	0,026	0,016		0,03	0,019		[mm.min ⁻¹]
Q _{max}	maximální průtok	5,16	2,65	2,51	5,94	3,06	2,88	[m ³ .s ⁻¹]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané výpočtovým deštěm								
W _{PVT}	objem povodňové vlny	334	131	203	519	204	315	[10 ³ .m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	274	273	274	266	265	266	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	5275	2709	5275	4517	2287	4517	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	0	0	0	0	0	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	5549	2982	5549	4783	2552	4783	[min]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané H _{1,420}								
W _{PVT}	objem povodňové vlny	443	174	269	530	209	321	[10 ³ .m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	274	273	274	280	280	280	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	7649	4032	7649	8156	4298	8156	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	0	0	0	0	0	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	7923	4305	7923	8436	4578	8436	[min]



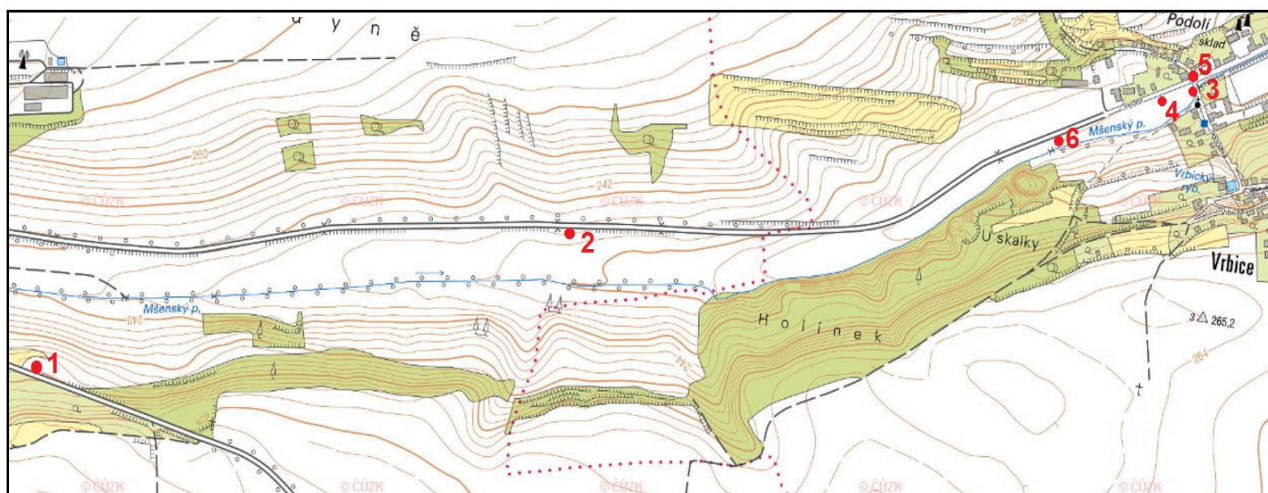
		úzkoořádkové			širokořádkové			
VÝSTUPNÍ VELIČINY N = 50 let		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
CN _{pr}	přečíslené číslo CN - typ		75,9	76,3		80,8	81,1	[...]
R _p	potenciální retence povodí		80,6	79		60,3	59,1	[mm]
L _s	průměrná délka svahu		3,15	4,79		3,15	4,79	[km]
L _{so}	průměrná délka dráhy svahového odtoku		3,21	4,91		3,21	4,91	[km]
Kritický dešť								
t _{dk}	doba trvání deště		692	1055		696	1069	[min]
i _{dk}	intenzita deště		0,113	0,076		0,112	0,075	[mm.min ⁻¹]
H _{dk}	výška deště		77,9	80,4		77,9	80,4	[mm]
t _{zdk}	doba bezodtokové fáze		102	147		76	111	[min]
t _{spk}	doba trvání přítoku		590	908		620	958	[min]
i _{spk}	intenzita přítoku		0,051	0,036		0,06	0,041	[mm.min ⁻¹]
H _{spk}	výška přítoku		30	32,3		37,1	39,6	[mm]
Výpočtový dešť								
t _d	doba trvání deště	300			300			[min]
i _d	intenzita deště	0,244			0,244			[mm.min ⁻¹]
H _d	výška deště	73,1			73,1			[mm]
t _z	doba trvání bezodtokové fáze	46	47	46	34	35	34	[min]
t _{sp}	doba trvání přítoku	253	254		265	266		[min]
i _{sp}	intenzita přítoku	0,106	0,107		0,126	0,127		[mm.min ⁻¹]
H _{sp}	výška přítoku	26,8	27,2		33,4	33,8		[mm]
t _{sk}	doba koncentrace	409	523		427	546		[min]
i _{sk}	intenzita odtoku v době t _{sk}	0,106	0,107		0,126	0,127		[mm.min ⁻¹]
H _{so}	výška odtoku	26,8	27,2		33,4	33,8		[mm]
max i _{so}	max. intenzita odtoku ze svahu	0,04	0,025		0,049	0,03		[mm.min ⁻¹]
Q _{max}	maximální průtok	8,05	4,13	3,92	9,64	4,95	4,69	[m ³ .s ⁻¹]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané výpočtovým deštěm								
W _{PVT}	objem povodňové vlny	417	164	253	519	204	315	[10 ³ .m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	254	253	254	266	265	266	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	4255	2160	4255	4517	2287	4517	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	0	0	0	0	0	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	4509	2413	4509	4783	2552	4783	[min]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané H _{1d50}								
W _{PVT}	objem povodňové vlny	515	203	313	629	248	381	[10 ³ .m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	254	253	254	266	265	266	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	5663	2925	5663	5861	3014	5861	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	0	0	0	0	0	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	5917	3178	5917	6127	3279	6127	[min]



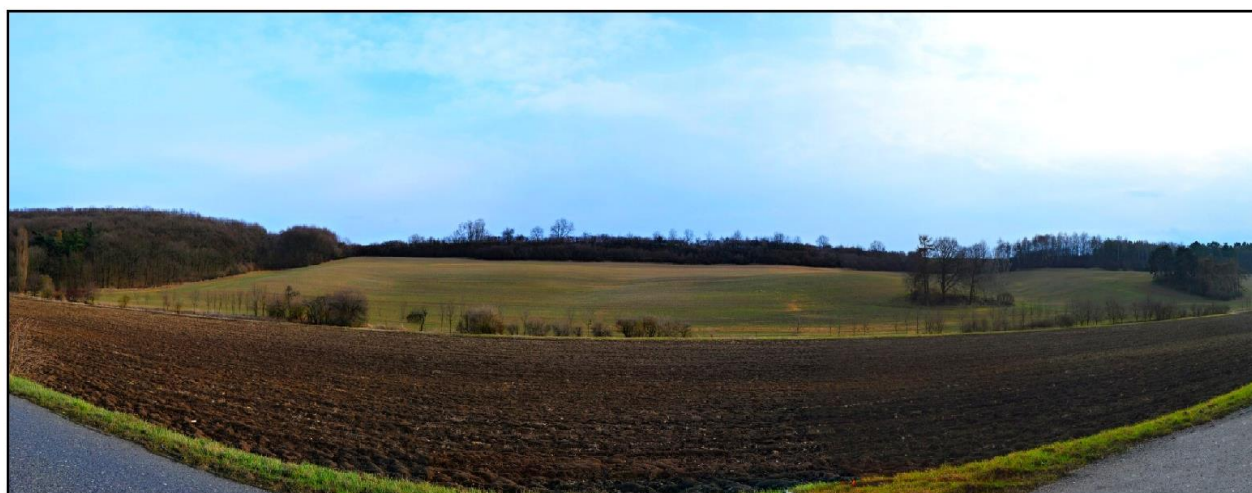
VÝSTUPNÍ VELIČINY N = 100 let		úzkoořádkové			širokořádkové			Jednotky
		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Povodí	Levý svah	Pravý svah	
CN _{pr}	přepočtené číslo CN - typ		75,9	76,3		80,8	81,1	[...]
R _p	potenciální retence povodí		80,6	79		60,3	59,1	[mm]
L _s	průměrná délka svahu		3,15	4,79		3,15	4,79	[km]
L _{so}	průměrná délka dráhy svahového odtoku		3,21	4,91		3,21	4,91	[km]
Kritický dešť								
t _{dk}	doba trvání deště		644	988		634	980	[min]
i _{dk}	intenzita deště		0,136	0,091		0,138	0,092	[mm.min ⁻¹]
H _{dk}	výška deště		87,7	90		87,6	90	[mm]
t _{1dk}	doba bezodtokové fáze		118	173		87	129	[min]
t _{spk}	doba trvání přítoku		526	815		547	851	[min]
i _{spk}	intenzita přítoku		0,064	0,044		0,077	0,052	[mm.min ⁻¹]
H _{spk}	výška přítoku		33,7	36		42	44,5	[mm]
Výpočtový dešť								
t _d	doba trvání deště	300			300			[min]
i _d	intenzita deště	0,279			0,279			[mm.min ⁻¹]
H _d	výška deště	83,7			83,7			[mm]
t ₁	doba trvání bezodtokové fáze	57	58	57	42	43	42	[min]
t _{sp}	doba trvání přítoku	242	243		257	258		[min]
i _{sp}	intenzita přítoku	0,128	0,129		0,151	0,153		[mm.min ⁻¹]
H _{sp}	výška přítoku	30,9	31,4		38,9	39,5		[mm]
t _{sk}	doba koncentrace	373	476		389	498		[min]
i _{sk}	intenzita odtoku v době t _{sk}	0,127	0,129		0,152	0,153		[mm.min ⁻¹]
H _{so}	výška odtoku	30,9	31,4		38,9	39,5		[mm]
max i _{so}	max. intenzita odtoku ze svahu	0,054	0,034		0,066	0,041		[mm.min ⁻¹]
Q_{max}	maximální průtok	10,7	5,49	5,22	13,1	6,73	6,37	[m³.s⁻¹]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané výpočtovým deštěm								
W _{PVT}	objem povodňové vlny	481	189	292	605	238	367	[10 ³ .m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	243	242	243	258	257	258	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	3680	1855	3680	3835	1924	3835	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	0	0	0	0	0	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	3923	2097	3923	4093	2181	4093	[min]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané H _{1d100}								
W _{PVT}	objem povodňové vlny	574	226	349	709	279	430	[10 ³ .m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	243	242	243	258	257	258	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	4698	2399	4698	4778	2423	4778	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	0	0	0	0	0	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	4941	2641	4941	5036	2680	5036	[min]



b) fotografie lokality



Obr. 1 - Pohled na pravý svah u Ředhoště - špatné hospodaření na polích po svahu dolů



Obr. 2 - Opačný pravý svah u Ředhoště - dobré hospodaření na polích po směru vrstevnic



Obr. 3 - Ulice Podolská směrem na Vrbský



Obr. 4 - Pole mezi Mšenským potokem a silnicí na Ředhošť (rozlivová plocha)

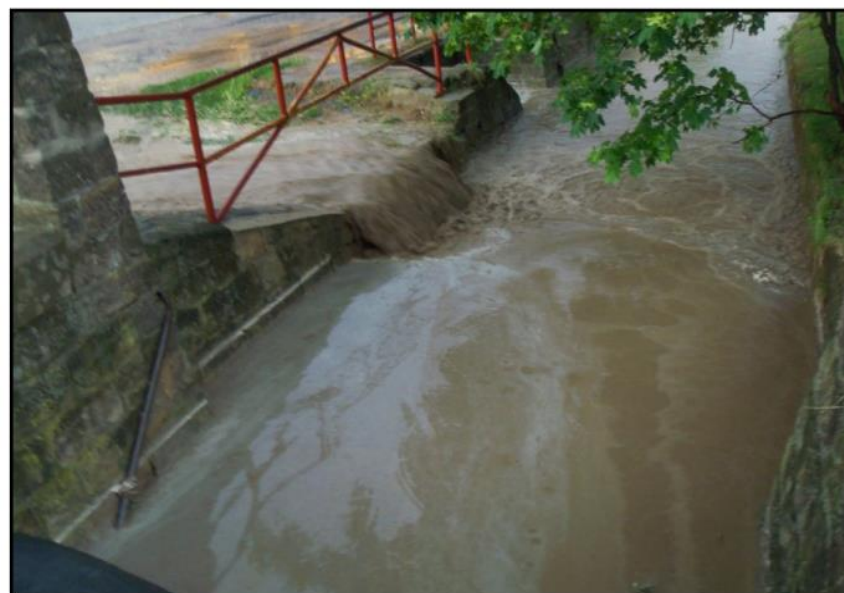


Obr. 5 - Ulice Podolská opačným směrem na sever



Obr. 6 - Podol ve směru od Ředhoště

Příloha č. 5 – snímky porovnávající stav s povodňovou situací
Autor povodňových fotografií OÚ Mšené - lázně



1. Přítok na návěs od Šafranic a Skaličky (19.5.2011)

2. Koryto Mšenského potoka na návsi (19. 5. 2011)



3. Ulice Šafrnice za obchodním domem (20. 5. 2011)

4. Pohled na náves od Šafranic a Skaličky (20. 5. 2011)



5. Ulice Hlavní před křižovatkou s Růžovou ulicí (19. 5. 2011)

6. Ulice Hlavní opačným směrem na křižovatce s Mládežnickou (20. 5. 2011)



7. Vjezd do areálu bývalé cihelny (19. 5. 2011)

8. Ulice Hlavní směrem k Podolu pod vjezdem do bývalé cihelny (19. 5. 2011)



9. Pole podél silnice na Ředhošť a Mšenského potoka (povodně leden 2011)

10. Stejně místo směrem k jihu



11. Příklad na křižovatce ulic Podo a Podolská (povodně leden 2011)



12. Okraj pole před Podolem směrem k Vrbici (povodně leden 2011)