

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ OBCÍ

STUDIE HOSPODAŘENÍ SE SRÁŽKOVÝMI VODAMI VE
VÝCHODNÍ ČÁSTI MĚSTA MNICHOVO HRADIŠTĚ



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Bc. Lenka Matznerová

Vedoucí práce: doc. Ing. David Stránský, Ph.D.

Praha: 2024

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Matznerová	Jméno: Lenka	Osobní číslo: 484395
Zadávací katedra: Katedra vodního hospodářství obcí		
Studijní program: Stavební inženýrství		
Studijní obor/specializace: Vodní hospodářství a vodní stavby		

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Studie hospodaření se srážkovými vodami ve východní části města Mnichovo Hradiště

Název diplomové práce anglicky: Stormwater management study of eastern part of Mnichovo Hradiště

Pokyny pro vypracování:
Cílem práce je navrhnout řešení srážkových vod dle principů modrozelené infrastruktury ve východní části města Mnichovo Hradiště. Součástí práce bude teoretická a praktická část. Teoretická část bude obsahovat rešerši dané problematiky a metodický postup zpracování (způsob návrhu a posouzení opatření v zájmovém povodí). V rámci praktické části budou navržena opatření pro typické druhy zástavby v řešeném území a bude posouzena funkčnost navrženého řešení v celém území.

Seznam doporučené literatury:
Krejčí a kol. Odvodnění urbanizovaných území - Koncepční přístup (2002), NOEL 2000
ČSN 75 9010 a TNV 75 9011
Stránský, D., Bareš, V., Hora, D., Kabelková, I., Vacková, M., Vítek, J. Standardy hospodaření se srážkovými vodami na území hlavního města Prahy. ČVUT FSv, 2021
Hora, D., Kříž, K., Pánek, P., Pejchal, M., Souček, J., Šmídová, Š., Vébr, L., Vítek, J. Městský standard pro plánování, výsadbu a péči o uliční stromořadí, IPR Praha, 2021

Jméno vedoucího diplomové práce: doc. Ing. David Stránský, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce: 26.9.2023

Termín odevzdání DP v IS KOS: 8.1.2024

Údaj uveďte v s. ak. roku

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

26.9.2023

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně s pomocí uvedených zdrojů v souladu s Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských prací.

V Praze dne

.....

Podpis autora



Poděkování

Tímto bych ráda poděkovala vedoucímu diplomové práce Ing. Davidu Stránskému, Ph.D, za skvělé vedení mé práce, ochotou a trpělivost. Dále poděkování patří zástupcům města Mnichovo Hradiště a zástupcům od společnosti VAK Mladá Boleslav s.r.o za realizovaná jednání, poskytnuté informace a nesmírnou ochotu. Děkuji i Ing. Lukáši Novákovi za poskytnutou konzultaci k praktické realizace opatření.



Abstrakt

Tato diplomová práce se zabývá hospodařením s dešťovou vodou s důrazem na modrozelenou infrastrukturu. Cílem práce byl návrh opatření pro východní část města Mnichova Hradiště. V teoretické části je uveden náhled do problematiky modrozelené infrastruktury v urbanizovaném povodí včetně benefitů jejich aplikace. V praktické části byla navrženy jednotlivé objekty i systémy hospodaření s dešťovou vodou s důrazem na modrozelenou infrastrukturu pro veřejné prostranství obce a doporučena opatření pro soukromé pozemky. Zároveň byly uvedeny možné kroky samosprávy pro zvýšení motivace vlastníků soukromých pozemků k realizaci doporučených opatření a základní nároky na modrozelenou infrastrukturu v rámci nové výstavby.

Klíčová slova

hospodaření se srážkovými vodami, modrozelená infrastruktura, urbanizované povodí, propustné zpevněné povrchy, retence srážkové vody, povrchové odvodnění, akumulace vody



Abstract

This master's thesis focuses on the management of rainwater with an emphasis on blue-green infrastructure. The objective of the thesis was to propose measures for the eastern part of the city of Mnichovo Hradiště. The theoretical part provides an insight into the issues of blue-green infrastructure in an urbanized watershed, including the benefits of their application. In the practical part, individual objects and systems for rainwater management, with an emphasis on blue-green infrastructure for public spaces in the municipality, were designed. Recommendations were also made for private properties. At the same time, possible steps for local government were outlined to increase motivation among private property owners to implement the recommended measures, along with basic requirements for blue-green infrastructure in new construction projects.

Key words

Stormwater management, blue-green infrastructure, urban area, permeable paved surfaces, stormwater retention, surface drainage, rainwater harvesting

Obsah

1. SEZNAM UŽITÝCH ZKRATEK	8
2. ÚVOD.....	9
3. CÍLE PRÁCE.....	10
4. HOSPODAŘENÍ S DEŠŤOVOU VODOU V URBANIZOVANÝCH POVODÍCH.....	11
4.1 MODROZELENÁ INFRASTRUKTURA.....	12
4.1.1 <i>Benefity MZI</i>	13
4.1.1.1 Enviromentální benefity.....	14
4.1.1.2 Ekonomické benefity.....	15
4.1.1.3 Sociální benefity.....	16
4.2 PRÁVNÍ RÁMEC ČR	16
4.3 NÁVRH PRVKŮ MZI	18
4.3.1 <i>Volba příjemce srážkové vody</i>	18
4.3.2 <i>Dimenzování objektů MZI</i>	19
4.3.2.1 Jednoduché metody návrhu.....	19
4.3.2.2 Návrhová kritéria objektů HDV	20
4.3.2.3 Návrh s využitím simulací	21
4.4 DOTAČNÍ PODPORA OPATŘENÍ MZI V ČR.....	22
4.4.1 <i>Rodinné domy</i>	23
4.4.2 <i>Bytové domy</i>	25
4.4.3 <i>Veřejné prostory</i>	27
5. PRAKTICKÁ ČÁST.....	29
5.1 POPIS LOKALITY.....	29
5.1.1 <i>Klimatické a hydrologické poměry</i>	30
5.1.2 <i>Geologické a hydrogeologické poměry</i>	31
5.1.3 <i>Stávající inženýrské sítě</i>	32
5.1.4 <i>Současný stav odvodnění</i>	32
5.1.5 <i>Odvodňované plochy</i>	33
5.1.5.1 <i>Typové plochy (soukromé pozemky)</i>	34
5.1.5.2 <i>Veřejné (uliční) prostory</i>	34
5.1.6 <i>Rozvojové plochy</i>	43
5.2 PODKLADY A PRŮZKUMY	43
5.3 METODIKA	45
5.3.1 <i>Analýza povrchů</i>	45
5.3.2 <i>Návrh objektů</i>	46
5.3.2.1 <i>Dimenzování objektů</i>	46
5.3.3 <i>Posouzení účinku opatření</i>	55
5.4 NÁVRH OPATŘENÍ	60



5.4.1	<i>Typové plochy</i>	61
5.4.1.1	Rodinné domy	61
5.4.1.2	Bytové domy	62
5.4.1.3	Průmyslové areály	64
5.4.2	<i>Veřejné prostory</i>	66
5.4.2.1	Jiráskova ulice	68
5.4.2.2	Lidická ulice	70
5.4.2.3	Tylova, Lomená, Obránců Míru (UL-OM-2)	72
5.4.2.4	ul. Obránců Míru (UL-OM-1, UL-OM-3)	73
5.4.2.5	Nerudova ulice	75
5.4.2.6	Ulice U Trati	75
5.4.2.7	Parkoviště a vjezdy k řadovým garážím	76
5.4.3	<i>Obecné podmínky návrhu/realizace</i>	76
5.5	MINIMÁLNÍ POŽADAVKY HDV V RÁMCI NOVÉ VÝSTAVBY	80
5.6	ÚPRAVY NA STOKOVÉ SÍTI	81
5.7	VÝSLEDKY JEDNODUCHÉ SIMULACE	82
5.7.1	<i>Dimenzování</i>	82
5.7.2	<i>Stávající stav</i>	82
5.7.3	<i>Vliv odpojení typových ploch</i>	83
5.7.4	<i>Vliv opatření ve veřejných prostorech</i>	84
5.7.4.1	Jednotlivé objekty a opatření	84
5.7.4.2	Realizace všech opatření	92
5.7.5	<i>Shrnutí účinků opatření</i>	94
5.8	SHRnutí NÁVRHU OPATŘENÍ	95
6.	ZÁVĚR	97
7.	SEZNAM PŘÍLOH	99
8.	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	100
9.	SEZNAM OBRÁZKŮ	104
10.	SEZNAM TABULEK	106



1. Seznam užitých zkratk

AN – akumulční nádrž

BP – bezpečností přepad

HDV – hospodaření se srážkovou (především dešťovou) vodou

IS – inženýrské sítě

MZI – modrozelené infrastruktura

RD – rodinný dům, alternativně rodinné domy

VO – veřejné osvětlení



2. Úvod

Míra urbanizace ve vyspělých státech stále narůstá. S každým novým zpevněným povrchem přibývá množství srážkové vody, jež je odváděno kanalizačním systémem z území. To vede k narušování rovnováhy lokálního koloběhu vody. Dopady změny klimatu ještě více prohlubují problémy vzniklé urbanizací. Dochází k přetěžování kanalizace, lokálním záplavám ale i suchu.

Tradičně jsou srážkové vody spadlé na urbanizované povodí odváděny pomocí stokového systému. V posledních letech se více přistupuje k řešení srážkového odtoku v místě srážky s pomocí takzvané modrozelené infrastruktury. V městském prostředí aplikaci modrozelené infrastruktury omezuje stávající uliční prostor a vedení inženýrských sítí. Velká otázka vystává např. při výsadbě stromů, které jsou nedílnou součástí modrozelené infrastruktury. Ochrana IS před účinky kořenů sice v dnešní době existuje, ovšem komplikace přicházejí při nutnosti výkopu dané sítě.

Strom

není možné skácet. Tomuto by velmi pomohlo zavedení statusu stromu ke skácení neboli dočasněho stromu. Další podobné problémy a otázky týkající se aplikace modrozelené infrastruktury v městském povodí je ještě potřeba vyřešit. Je ale nutné zabývat se její realizací i přes komplikace při návrhu.



3. Cíle práce

Cílem práce je navrhnout řešení srážkových vod ve východní části Mnichova Hradiště dle principů modrozelené infrastruktury. Práce je zaměřena na možnosti aplikace prvků HDV (s důrazem na modrozelené řešení) za účelem primárně omezení příp. zpomalení srážkového odtoku do stokové sítě v dané oblasti.

Dílčí cíle práce jsou:

- definování ploch a analýza povrchů,
- návrh řešení pro jednotlivé druhy ploch:
 - (I) soukromé pozemky – typové plochy,
 - (II) veřejné prostory – v majetku obce,
 - (III) rozvojové plochy (definování min. požadavků MZI),
- posouzení účinku opatření na celkový odtok z povodí.

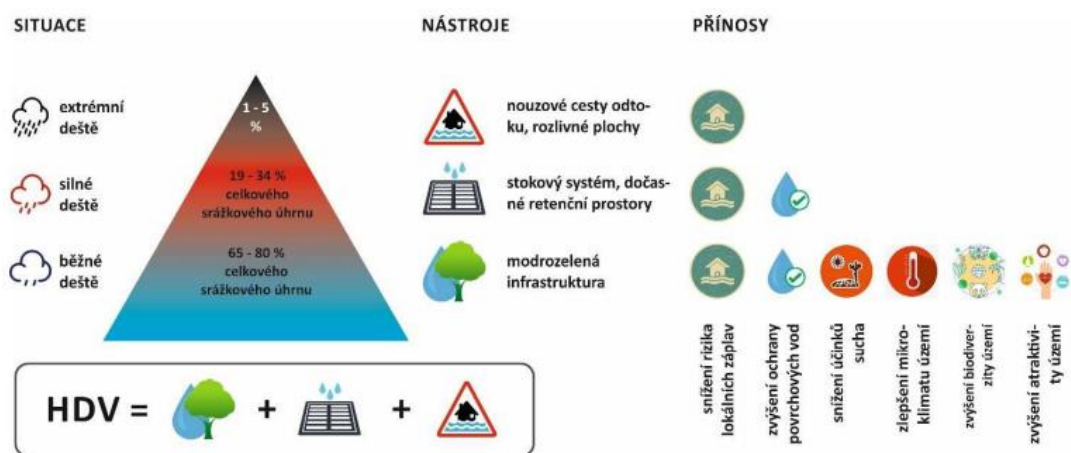


4. Hospodaření s dešťovou vodou v urbanizovaných povodích

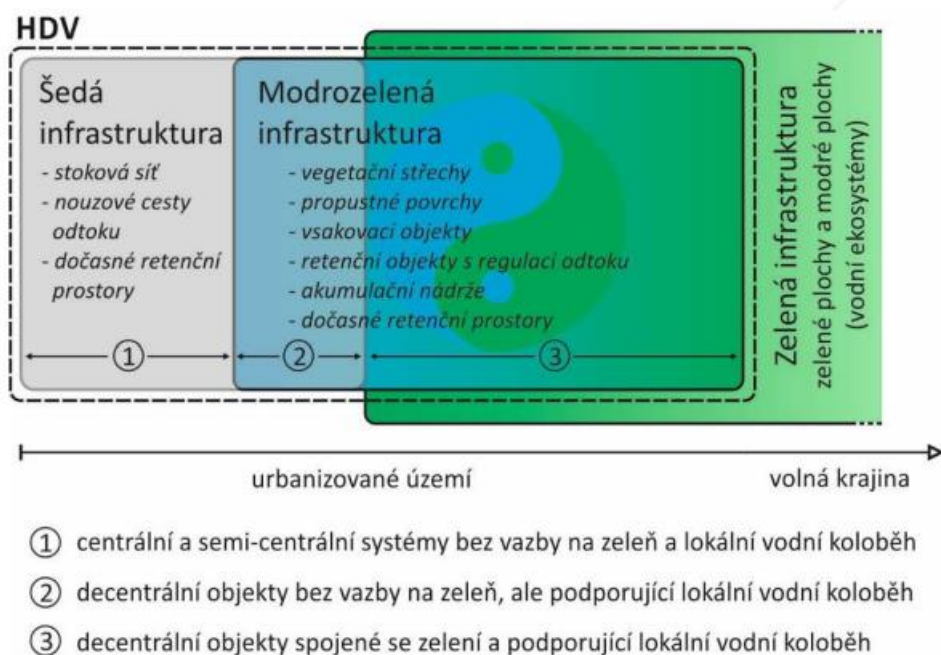
V urbanizovaném povodí se můžeme setkat s rozličnými přístupy k odvodnění. Konvenční systém přistupuje ke srážkové vodě jako k „problému a odpadu“, který je nutné co nejrychleji z urbanizované oblasti odvést. Zatímco udržitelnější modely odvodnění na ní pohlíží jako na zdroj. [1]

V posledních letech, vzhledem k přibývajícím dopadům změny klimatu, dochází v mnoha vyspělých zemích na světě k rozvoji udržitelných paradigmat nakládání se srážkovými vodami v urbanizovaných povodích, mezi které patří mimo jiné Water-Sensitive Urban Design (WSUD) v Austrálii, Sustainable Urban Drainage Systems (SUDS) v Británii, LowImpact Development (LID) v Severní Americe či koncept Sponge city v Číně. [1] V České republice se tento model, který má za cíl zlepšení vodního režimu urbanizovaných území, nazývá hospodaření se srážkovými (převážně dešťovými) vodami (HDV).[2]

System HDV se zaměřuje na srážkové události v intenzitě běžných dešťů až po extrémní události včetně jejich deficitu (sucha). Má za cíl, v co největší možné míře, obnovit přirozený koloběh vody, ochránit urbanizovaná povodí před dopady extrémních srážek (záplav, či sucha) a zároveň omezit vnos znečištění do povrchových a podzemních vod. [3] V českém prostředí se za základní prostředek HDV považuje modrozelená infrastruktura [4]. Zároveň je ovšem tradiční šedá infrastruktura chápána jako jeden z prostředků HDV, společně se zelenou a modrozelenou infrastrukturou[3].



Obrázek 1 - Srážkové události a příslušné prostředky HDV [3]



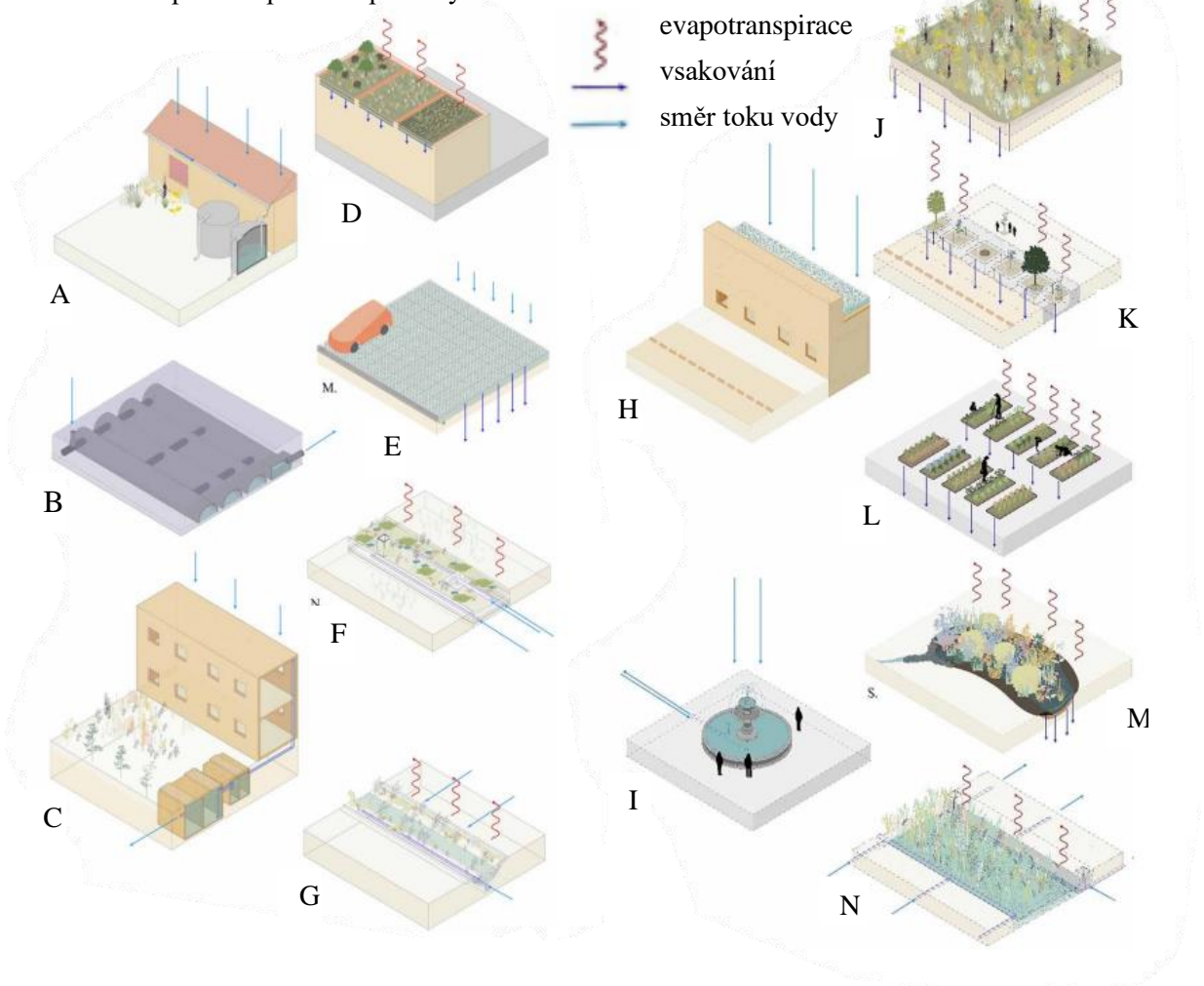
Obrázek 2 - Vztah HDV k šedé, modrozelené a zelené infrastruktuře [3]

V zahraničních zdrojích se začínají více objevovat termíny modro-zeleně-šedá, zeleno-šedá či hybridní infrastruktura. Tyto termíny odkazují na systémy propojující udržitelná řešení s konvenčním přístupem k odvodnění. Zároveň tyto zdroje více operují s pojem modrá infrastruktura, která u nás referuje na vodní prvky v území, zatímco v zahraniční literatuře se odkazuje i na technická řešení zadržování vody bez vegetačních prvků, např. štěrkové střechy (v českém prostředí decentrální objekty bez vazby na zeleň – MZI viz. Obrázek 2).

4.1 Modrozelená infrastruktura

Modro-zelená infrastruktura je definována jako soubor opatření, která propojují srážkový odtok s vodními a vegetačními prvky v sídlech. [3] Hlavním cílem MZI je zmírnění dopadů změny klimatu. Celosvětově dochází k zvyšování teploty vzduchu i povrchu a intenzifikaci srážkových extrémů.[5] Urbanizace a úbytek zelených ploch přispívají ke zvyšování rizik spojených s těmito změnami [6]. Opatření modrozelené infrastruktury v sídel mohou nabývat mnoha podob, příklady jsou uvedené na Obrázku 3.

- A. Nadzemní akumulční nádrže
- B. Podzemní retenční prostory
- C. Podzemní retenční (akumulační) nádrže
- D. Modré střechy (šterkové střechy)
- E. Vodní plochy
- F. Zelené střechy (extenzivní, intenzivní, polointenzivní)
- G. Propustné zpevněné povrchy
- H. Zelené pásy s podzemní šterkovou rýhou
- I. Průlehy s regulovaným odtokem
- J. Zelené plochy s vegetací
- K. Stromořadí
- L. Zeleninové zahrady
- M. Umělé mokřady
- N. Dešťové zahrady



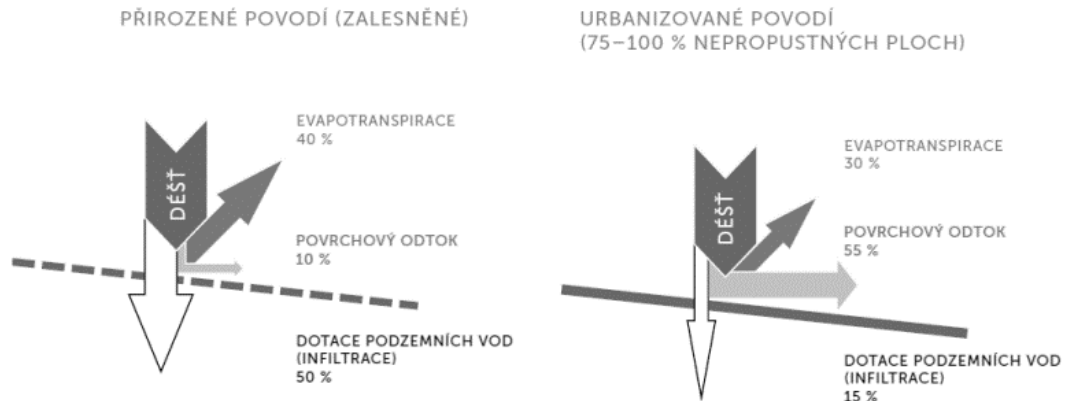
Obrázek 3 – Příklady prvků modrozelené infrastruktury a jejich vliv na toky vody, upraveno z [6]

4.1.1 Benefity MZI

Modrozelená infrastruktura přináší mnoho vzájemně provázaných benefitů. Hlavním benefitem, který odpovídá cílům aplikace MZI, je zmírnění dopadů změny klimatu (enviromentální rovina). K těmto benefitům se přidávají ještě další, přidružené benefity např. v ekonomické či sociální rovině. Níže jsou uvedené vybrané benefity aplikace MZI v sídlech.

4.1.1.1 Enviromentální benefity

- ✓ Snížení objemu a okamžitého maxima srážkového odtoku (obnova přirozeného lokálního hydrologického cyklu)



Obrázek 4 - vliv urbanizace na povrchový srážkový odtok [7]

- Řešením srážkové vody v místě dopadu – vsakováním, evapotranpirací – je voda udržena v lokálním koloběhu vody, který zajistí opětovné navrácení v podobě dalších srážek, zároveň jsou dotovány podzemní vody [7]
 - Zajišťování navrácení maximálního množství vody do lokálního hydrologického cyklu a retencí vzniklého odtoku dochází ke snížení kulminačního odtoku z oblasti a tím omezení lokálních záplav a povodí způsobených urbanizací.[7]
- ✓ Mitigace tepelných ostrovů sídel
 - Zvyšováním celkové evapotranspirace, při které dochází k přeměně citelného tepla na teplo latentní (skupenské) [8] (tedy poklesu teploty vzduchu).
 - Vegetačním stíněním (především stromy). Vegetace zachytává sluneční záření, nedochází tak k ohřevu povrchu a následnému vyzáření tepla do přízemní vrstvy atmosféry. [8]
 - Míra účinku je závislá na mnoha dalších faktorech jako proudění větru, klimatických podmínkách i denní době [6] (např. vegetace účinnější v noci ve snižování teploty - až o 3 K, vodní plochy v ranních hodinách (v podmínkách mírného klimatického pásu Evropy [8])
 - u neodborně a nekvalitně provedených systémů MZI může docházet k tepelnému stresu rostlin [6]

✓ Zlepšování kvality ovzduší

Modrozelená infrastruktura může mít vliv na kvalitu ovzduší jak pozitivní, tak negativní.

- Vegetace (především stromy) zvyšují „drsnost“ zemského povrchu v urbanizovaných územích a dochází ke zvýšené turbulenci vzduchu tedy i disperzi polutantů. Zároveň absorbují a filtrují prachové částice prostřednictvím listů a kořenů.[9]
- Správná kombinace opatření MZI a územního plánování (vytvoření ventilačních koridorů) může podnítit pohyb vzduchu skrze sídla vlivem rozdílných teplot vzduchu, a opět zvýšit disperzi polutantů.[10]
- Hustá vrstva korun stromů může zabránit promíchávání znečištěných vrstev vzduchu, např. vlivem pozemní dopravy, s neznečištěnými vrstvami výše v atmosféře.[9]

✓ Snižování uhlíkové stopy [11]:

- vlivem biologické sekvence uhlíku,
- snížením produkce oxidu uhličitého provozem technické infrastruktury k čištění odpadních vod,
- redukcí spotřeby energie v budovách s přílehlou MZI.

✓ Zvyšování biodiverzity

Zvyšování míry urbanizace vede k poklesu množství přirozených habitatů, zhoršení jejich stavu a vzájemného propojení. Aplikace prvků MZI napomáhá přibližovat charakter urbanizovaných území k přirozeným přírodním oblastem. (v případové studii bylo určeno, že území s 52 % zelených ploch má až dvojnásobný potenciál biodiverzity než území s 33 % zelených ploch) [12]

4.1.1.2 Ekonomické benefity

- ✓ Zvýšení hodnoty nemovitostí s přiléhající MZI (při dostupnosti do 100 m o 1-2%) [13]
- ✓ Prodloužení životnosti stokové sítě a nižší náklady na její údržbu[7]
- ✓ Možnost snížení objemu nutných investic v rámci infrastruktury odvodnění oproti konvenčnímu způsobu odvodnění (příkladová studie (New York) zlepšení kvality povrchových vod před rozdíl nutných investic cca 5-7 miliard Kč).[14]



- ✓ Nižší poplatky za odvod vody (stočné) při nižších nutných investic do infrastruktury (v příkladové studii navýšení poplatků 9% vs 100%)[14]
- ✓ Nižší náklady ve zdravotnictví vlivem zlepšení zdraví obyvatel [14]
- ✓ Snížení nákladů na odstranění škod spojené se záplavami [11]
- ✓ Snižování nákladů na klimatizaci a vytápění (stromy situované podél budov, realizace zelených střech – obecně snižování dopadů tepelných ostrovů) [10]

4.1.1.3 Sociální benefity

- ✓ Dostupnost zeleně a zlepšení zdraví [12]:
 - Zlepšení mentálního zdraví vlivem pobytu v zeleném prostředí a zvýšením fyzické aktivity
 - Zvýšení délky života seniorů (Pětileťá míra přežití pro seniory se zelenými prostory v dochází v vzdálenosti - 73% oproti 56% (studie občanů Tokya, sledování míry mezi lety 1992-1997)[15])
- ✓ Zvýšení sociální interakce a vazeb na komunitu [6]
- ✓ Snižování procenta vandalismu (včetně grafit) v oblasti s udržovanou zelení (potažmo kriminality celkově) [16]

4.2 Právní rámec ČR

Ke dni 1.1 2024 jsou hlavními legislativními předpisy ukládající povinnost aplikovat principy HDV:

- Vodní zákon – č. 254/2001 Sb., o vodě a o změně některých zákonů,
- Stavební zákon - č. 283/2021 Sb., stavební zákon

Stavební i vodní zákon stanovuje způsoby nakládání se srážkovými vodami na pozemku a priority HDV. V aktuálních znění dochází k odchýlkám mezi těmito předpisy. Vodní zákon neukládá prioritizaci odvádění srážkových vod oddílnou dešťovou stokovou sítí nad odvádění do jednotné kanalizace. Ovšem v obou případech odvádění srážkové vody z pozemku požaduje jejich zadržování a řízené odvádění, zatímco aktuálně platný Stavení zákon nepožaduje regulaci odtoku při odvádění do povrchových vod prostřednictvím oddílné dešťové kanalizace.

Vodní zákon

Vodní zákon požaduje realizaci opatření na omezení odtoku srážkových vod z pozemku stavby nejen u novostaveb, ale i při změně užívání či změně stávajících objektů. [17]

„Při provádění staveb nebo jejich změn nebo změn jejich užívání je stavebník povinen podle charakteru a účelu užívání těchto staveb je zabezpečit zásobováním vodou a odváděním odpadních vod kanalizací k tomu určenou. Není-li kanalizace v místě k dispozici, odpadní vody se zneškodňují přímým čištěním s následným vypouštěním do vod povrchových nebo podzemních. V případě technické neproveditelnosti způsobů podle vět první a druhé lze odpadní vody akumulovat v nepropustné jímce (žumpě) s následným vyvážení akumulovaných vod na zařízení schválené pro jejich zneškodnění. Dále je stavebník povinen zabezpečit omezení odtoku povrchových vod vzniklých dopadem atmosférických srážek na tyto stavby (dále jen „srážková voda“) akumulací a následným využitím, popřípadě vsakováním na pozemku, výparem, anebo, není-li žádný z těchto způsobů omezení odtoku srážkových vod možný nebo dostatečný, jejich zadržováním a řízeným odváděním nebo kombinací těchto způsobů. Bez splnění těchto podmínek nesmí být povolena stavba, změna stavby před jejím dokončením, užívání stavby ani vydáno rozhodnutí o dodatečném povolení stavby nebo rozhodnutí o změně v užívání stavby.“ [17]

Stavební zákon

„(3) Stavební pozemek se vždy vymezuje tak, aby na něm bylo vyřešeno

- a) umístění odstavných a parkovacích stání pro účel využití pozemku a užívání staveb na něm umístěných,*
- b) nakládání s odpady a zneškodňování odpadních vod podle jiných právních předpisů²⁴), které na pozemku vznikají jeho užíváním nebo užíváním staveb na něm umístěných,*
- c) hospodaření se srážkovými vodami jejich*
 - 1. akumulací a následným využitím, vsakováním nebo výparem, pokud to hydrogeologické poměry, velikost pozemku a jeho výhledové využití umožňují a pokud nejsou vsakováním ohroženy okolní stavby nebo pozemky,*



2. odváděním do vod povrchových prostřednictvím dešťové kanalizace, pokud jejich vsakování ani akumulace s následným využitím není možná, nebo

3. regulovaným odváděním do jednotné kanalizace, není-li možné odvádění do vod povrchových. “[18]

Nabytím účinnosti nového Stavebního zákona (1.1.2024) došlo ke zrušení dříve platných vyhlášek č. 501/2006 Sb. a č. 268/2009 Sb., které se také zabývaly implementací HDV. [18]

4.3 Návrh prvků MZI

4.3.1 Volba příjemce srážkové vody

Volba navrhovaných prvků HDV by měla vycházet z priorit způsobů HDV, místních podmínek a pravidel realizace jednotlivých typů objektů [4].

Při návrhu by se mělo postupovat dle následujících bodů:

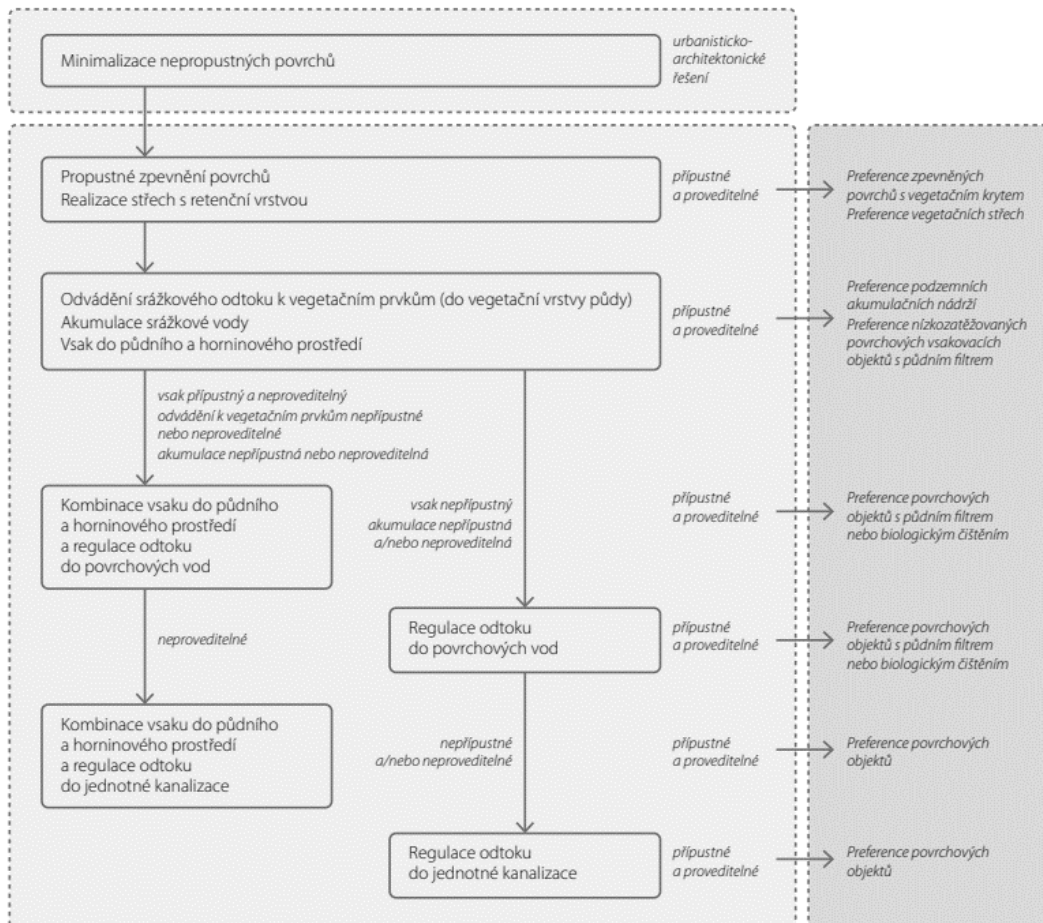
1. rozhodnutí o příjemci (recipientu) srážkových vod (Obrázek 5) včetně příjemce vod z BP [19] - vychází se z priorit HDV, posuzuje se proveditelnost a přípustnost jednotlivých způsobů.
- Proveditelnost – zda je zaústění do recipientu v místních podmínkách technicky řešitelné (dostupnost recipientu) v rámci přiměřených mezí nákladů

Místní podmínky ovlivňující technické řešení, tj. proveditelnost jsou například:

- odstup od okolních staveb a pozemků,
- koeficient vsaku,
- umístění stávající IS,
- podmínky dopravní infrastruktury (rozhledové úhly, bezpečnostní odstupy, průjezdové výšky, míra zátěže povrchů atd.),
- majetkoprávní vztahy,
- sklonové poměry,
- možnost využití akumulované srážkové vody.



- Přípustnost – zda nedojde k ohrožení recipientu příp. okolních budov a pozemků množstvím či znečištěním přiváděné vody
2. technické řešení objektů na základě místních podmínek,
- výběr primárně z preferovaných opatření (Obrázek 5)



Obrázek 5 - Postup při volbě příjemce srážkových vod a preferovaná opatření [4]

4.3.2 Dimenzování objektů MZI

4.3.2.1 Jednoduché metody návrhu

Dimenzování objektů HDV probíhá prostřednictvím hydrologických bilancí. Pro samostatné objekty a základní systémy HDV je možné použít jednoduchých metod návrhu. Mezi tyto metody patří [4]:

- roční, měsíční a denní bilance pro návrh akumulačních nádrží;
- bilance pomocí bokových dešťů pro retenční a vsakovací objekty.

Metody mohou být využity v případech, kdy [20]



- retenční (příp. s vsakováním) objekty nejsou zařazeny za sebou v sérii,
- se do jednotlivého retenčního vsakovacího zařízení odvodňuje plocha menší než 3 ha,
- je do samostatných retenčních objektů s regulovaným odtokem zaústěna odvodňovaná plocha menší než 200 ha a zároveň je doba dotoku v povodí a stokové síti menší než 15 minut.

V ostatních případech je nutné přistoupit k návrhu pomocí simulací (viz. kapitola 4.3.2.3).

4.3.2.2 Návrhová kritéria objektů HDV

Mezi návrhová kritéria pro dimenzování objektů HDV patří [4]četnost přetížení retenčního objemu objektu vyjádřena pomocí [20]:

- periodicity návrhové srážky p ,
- doby opakování přepadů přes bezpečností přeliv T .

maximální přípustný specifický odtok z povodí q_c a minimální návrhový regulovaný odtok z objektu $Q_{reg,min}$ [20] [4],

doba prázdnění retenčního objemu T_{pr} vypočtené dle vzorce [21]:

$$T_{pr} = \frac{V_R}{3600 \cdot \sum Q_{odtok,i}} \quad (\text{hod}) \quad ()$$

kde:

V_R navržený retenční objem (m^3), alternativně 70 % V_r
($V_r \cdot 0,7$)

$\sum Q_{odtok,i}$ suma odtoků z objektu (m^3/s)

Požadované hodnoty návrhových kritérii jsou uvedeny v tabulce níže (Tabulka 1).

Tabulka 1 - Hodnoty návrhových kritérií dle různých předpisů; (a) Standarty hospodaření s srážkovými vodami na území hl. města Prahy; (b) TNV 75 9011 – pro vsakovací objekty bez regulovaného odtoku odkazuje na (c); (c) ČSN 75 9070 [4][20][21]

Objekty	Varianty	Hodnoty návrhových kritérií					
		četnost přetížení p / doba opakování T	maximální specifický odtok z povodí q _p	minimální redukovaný odtok Q _{reg,min}	doba prázdnění T _{pr}		
Vsakovací plochy		p = 0,2 (0,1) T = 5 let (10 let)	3,0 l.s ⁻¹ .ha ⁻¹				
Vsakovací objekty bez regulovaného odtoku	Průlehy				70% objemu do 24 hod (a)	<72 hod (b)	<72 hod (c)
	Rýha/tělesa						
	Nádrže						
	Šachty						
Objekty s regulovaným odtokem	Průlehy			0.5 l/s	70% objemu do 24 hod (a)	<24 hod (b)	<72 hod (c)
	Povrchové nádrže						
	Ostatní						

Maximální doporučená hloubka vody v průlehu je 0,3 m [20].

4.3.2.3 Návrh s využitím simulací

K návrhu a posouzení funkčnosti opatření je možné využít jednoduchých či dlouhodobých simulací.

Jednoduchá simulace

Jednoduchá simulace umožňuje zohlednit variabilitu srážek v daném lokalitě na delším časovém období. Zanedbává ovšem detailní hydrologické a hydraulické procesy (např. průběh ztrát, proměnlivý výpar, proměnlivou vsakovací schopnost podloží či transformaci odtoku). Pro výpočet se využívá tabulkových procesorů.[4]

Časové rozlišení srážkových dat a výpočetní krok je 1 hodina (délka srážkové řady min. 10 let). [4]

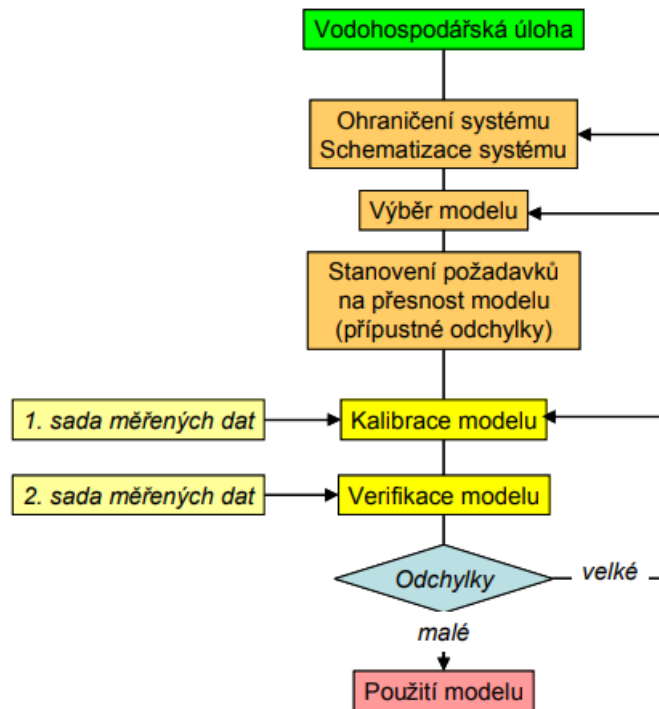
Dlouhodobá podrobná simulace

Dlouhodobá podrobná simulace umožňuje detailně simulovat hydrologické a hydraulické procesy (např. průběh ztrát, proměnlivý výpar, proměnlivou vsakovací schopnost podloží či transformaci odtoku). Simulace je prováděna pomocí matematického modelování ve specializovaném softwaru. [4] Pomocí těchto modelů



je možné simulovat nejen srážkový odtok včetně smývání a depozice znečištění z nepropustných povrchů, ale i transport polutantů infrastrukturou. [22] Schéma procesu při tvorbě matematického modelu je znázorněno viz. Obrázek 6.

Mezi užívané softwary patří [22]:



Obrázek 6 - Schéma tvorby matematického modelu [32]

- MOUSE
- InfraWork RS
- SWMM
- MIKE URBAN
- HEC HMS

Časové rozlišení srážkových dat je 1–5 minut (délka srážkové řady min. 10 let). [4] Zároveň jsou potřeba data na kalibraci a verifikaci modelu (srážkové události + naměřená odezva v systému infrastruktury)

4.4 Dotační podpora opatření MZI v ČR

Níže je uveden přehled k dotační podpoře opatření hospodaření se srážkovou vodou z dotačních programů ČR. Dotační podpora může být poskytována i na úrovni jednotlivých samospráv (krajů, obcí atd.) dle aktuálně vypsaných výzev.

4.4.1 Rodinné domy

Vlastníci rodinných domů mohou využít dotace z programu Nová zelená úsporám. Pro rodinné domy je možné čerpat dotaci v rámci oblasti D – Adaptační a mitigační opatření na výstavbu zelených střech a nádrží na dešťovou (příp. šedou) vodu.

Maximální výše základní podpory (bez bonusů) je 50 % z přímých realizačních nákladů. Celková výše podpory (s bonusy) nesmí překročit přímé realizační náklady. [23]

Veškeré obecné podmínky a případné další informace lze získat z dokumentů dostupných na webu novazelenausporam.cz.

Podoblast D.1 – Zelené střechy

Podporu v rámci této podoblasti je možné čerpat na realizaci zelených střech (extenzivních, polointenzivních a intenzivních) na objektech rodinných domů a dalších doplňkových nadzemních stavbách k RD ve vlastnictví žadatele, např. samostatně stojící garáže. [23]

Výše dotace je určena dle typu zelené střechy, sklonu střechy a výměry průmětu do roviny rovnoběžné se sklonem střechy – nejedná se tedy o půdorysnou plochu, nýbrž šikmou. Pro jednotlivé typy je stanovena minimální výška vegetačního souvrství (alternativně podmínky na součinitel odtoku $C \leq 0,55$ u extenzivních zelených střech). Maximální možná výše dotace na jeden rodinný dům je 100 tis. Kč (po celou dobu trvání výzvy). Aktuální možná výše dotace (k 1.1. 2024) na různé typy střech je patrná z Tabulky 2. [23]

Tabulka 2 - Výše podpory z programu NZÚ pro rodinné domy - zelená střecha [23]

Typ zelené střechy	Podpora [Kč/m ²]	Min. tloušťka vegetačního souvrství [mm]
Extenzivní zelená střecha, sklon $\leq 15^\circ$	800	75 ²⁰
Polointenzivní zelená střecha, sklon $\leq 15^\circ$	900	150
Intenzivní zelená střecha, sklon $\leq 15^\circ$	1 000	300
Šikmá zelená střecha, sklon $> 15^\circ$	1 000	75

Podmínky tuto podoblast jsou:

- návrh zelených střech v souladu se *Standardy pro navrhování, provádění a údržbu – Vegetační souvrství zelených střech*,
- údržba vegetace po celou dobu udržitelnosti střechy min. na 2/3 plochy zelené střechy,
- zajištění jiného zdroje vody na zálivku pro intenzivní střechy než veřejnou vodovodní síť (např. akumulční nádrž na dešťovou vodu).

Podoblast D.3 – Dešťovka

Podpora v rámci této oblasti je poskytována na realizaci opatření pro akumulaci a využívání dešťové, akumulaci a čištění šedé vody (odpadní voda z odtoků mimo toalety, tj. ze sprch, umyvadel, praček atd. tj. neobsahující fekálie a moč [24]), akumulaci a dočištění vyčištěného odtoku ze zařízení pro čištění odpadních vod (např. domácích ČOV). [23]

V případě využití dešťové vody pouze na zálivku není poskytováno podpora pro novostavby (do dvou let po dokončení stavby – datum uvedené v katastru nemovitostí). Jako akumulční nádrže je možné využít také vyčištěné a těsné bezodtokové jímky např. nevyužívané žumpy nebo speciálně upravené studny. [23]

Minimální objem nádrže na dešťovou vodu pro poskytnutí podpory jsou 2,0 m³. Výše podporu se odvíjí od způsobu využití vody a velikosti nádrže (viz. Tabulka 3– uvedena i maximální výše podpory). [23]

Tabulka 3 - Výše podpory z programu NZÚ pro rodinné domy - dešťovka

Označení podporovaných opatření	Podporovaná opatření	Výše podpory [Kč]
Zálivka	Systém pro využití akumulované dešťové vody pro zálivku zahrady.	20 000 + 3 500 * x Maximální výše dotace na jednu žádost je omezena na 55 000 Kč.
Zálivka + WC	Systém pro využití akumulované dešťové vody jako vody užitkové a případně také pro zálivku.	30 000 + 3 500 * x Maximální výše dotace na jednu žádost je omezena na 65 000 Kč.
Šedá voda	Systém pro využití vyčištěné /dočištěné odpadní vody jako vody užitkové, případně také pro zálivku zahrady, včetně využití dešťové vody.	70 000 + 3 500 * x Maximální výše dotace na jednu žádost je omezena na 105 000 Kč.
<i>x = objem nádrže v m³ na dešťovou nebo vyčištěnou odpadní vodu, případně součet těchto objemů.</i>		

Podmínky pro opatření na využívání srážkové vody na zálivku [23]:

- připojená plocha musí odpovídat min. 50% půdorysného průmětu plochy střechy RD, nelze připojit plochy komunikací a parkovacích ploch
- akumulovaná voda musí být chráněna před účinky dopadajícího slunečního záření a výkyvů teplot,
- zajištění ochrany systému před účinky mrazu.

Pro systém využívající dešťovou vodu jako užitkovou platí ještě následující podmínky [23]:

- na systém musí být u stávajících staveb napojena min. 1 toaleta v obytné části domu (tj. mimo sklepní prostory, technické místnosti, prádelny, sauny atd.)
- na systém musí být u novostaveb napojeny všechny toalety v obytné části domu,
- nesmí dojít k přímému propojení vnitřního vodovodu připojeného na vodovod pro veřejnou potřebu a vnitřního vodovodu z jiných zdrojů, tedy i dešťové nádrže,
- musí být dodrženy požadavky norem ČSN EN 1717 a ČSN 75 5409.

4.4.2 Bytové domy



Pro objekty bytových domů je také poskytována podpora na opatření HDV v rámci programu Nová zelená úsporám z oblasti D – adaptační a mitigační opatření. Dotace je možné využít na realizaci zelených střech a systémů pro využívání dešťové vody. Získání této podpory je ovšem podmíněno kombinací realizace opatření z oblastí A, B či C (zateplení, novostavba či zdroje energie). [25]

Stanovená výše podpory se odvíjí od vlastníka nemovitosti (sdružení vlastníku, bytová družstva, právnické a fyzické osoby či obce, veřejná správa a příspěvkové organizace jimi vlastněné). Jednotkové výše podpor jsou patrné z tabulek níže. [25]

Tabulka 4 - Výše podpory z programu NZÚ pro bytové domy - zelená střecha

Typ zelené střechy	Podpora [Kč/m ²]	Min. tloušťka vegetačního souvrství [mm]
Extenzivní zelená střecha, sklon ≤ 15°	1 200	75 ¹⁸
Polointenzivní zelená střecha, sklon ≤ 15°	1 400	150
Intenzivní zelená střecha, sklon ≤ 15°	1 500	300
Šikmá zelená střecha, sklon > 15°	1 500	75

Tabulka 5 - Výše podpory z programu NZÚ pro bytové domy – dešťovka (právnické a fyzické osoby, bytová družstva, společenství vlastníků) [25]

Označení podporovaných opatření	Podporovaná opatření	Výše podpory (Kč)
Zálivka	Systém pro využití akumulované dešťové vody pro zálivku.	30 000 + 3 500 * x
Zálivka + WC	Systém pro využití akumulované dešťové vody jako vody užitkové a případně také pro zálivku.	50 000 + 3 500 * x + 3 500 * b
Šedá voda+	Systém se dvěma akumulačními nádržemi pro využití vyčištěné a dočištěné odpadní vody a pro dešťové vody jako vody užitkové a případně pro zálivku.	90 000 + 3 500 * x + 3 500 * b

*x = objem nádrže v m³ na dešťovou nebo vyčištěnou odpadní vodu, případně součet těchto objemů.
b = počet napojených bytových jednotek do systému.*

Tabulka 6 - Výše podpory z programu NZÚ pro rodinné domy - dešťovka (obce, veřejná správa) [25]

Označení podporovaných opatření	Podporovaná opatření	Výše podpory (Kč)
Zálivka	Systém pro využití akumulované dešťové vody pro zálivku.	$45\,000 + 5\,000 * x$
Zálivka + WC	Systém pro využití akumulované dešťové vody jako vody užitkové a případně také pro zálivku.	$75\,000 + 5\,000 * x + 5\,000 * b$
Šedá voda+	Systém se dvěma akumulacími nádržemi pro využití vyčištěné a dočištěné odpadní vody a pro dešťové vody jako vody užitkové a případně pro zálivku.	$135\,000 + 5\,000 * x + 5\,000 * b$
<p>x = objem nádrže v m³ na dešťovou nebo vyčištěnou odpadní vodu, případně součet těchto objemů. b = počet napojených bytových jednotek do systému.</p>		

Podmínky jednotlivých opatření jsou obdobné jako u objektů rodinných domů (viz. kap. 4.4.1)

Veškeré obecné podmínky a případné další informace lze získat z dokumentů dostupných na webu novazelenausporam.cz.

4.4.3 Veřejné prostory

Obce a jiné subjekty (kraje, Pražské městské části, vysoké školy, státní podniky, atd.) mohou požádat o dotační podporu na rozličné druhy opatření dle vypsání výzev Operačního programu Životní prostředí 2021-2027 (<https://opzp.cz/>).

Na realizaci prvků HDV včetně MZI je možné získat podporu v rámci specifického cíle 1.3 - Podpora přizpůsobení se změně klimatu, prevence rizika katastrof a odolnosti vůči nim s přihlédnutím k ekosystémovým přístupům. Více informací lze získat z dokumentu *Pravidla pro žadatele a příjemce podpory v Operačním programu Životní prostředí pro období 2021–2027* dostupného na webové stránce operačního programu. [26]

Aktuálně je v rámci tohoto specifického cíle vypsána výzva č. 52 – Protipovodňová opatření (přijímání žádostí do 30.9.2024). V rámci této výzvy je možné pro cílová území čerpat podporu na zakládání a obnovu veřejné sídelní zeleně a na realizaci opatření ke zpomalení odtoku, pro vsak, retenci a akumulaci srážkové vody vč. jejího



dalšího využití; realizace zelených střech; opatření na využití šedé vody; opatření pro řízenou dotaci podzemních vod. Mezi cílová území patří: ITI Brněnské metropolitní oblasti, ITI Jihlavské aglomerace, ITI Liberecké aglomerace, ITI Olomoucké aglomerace, ITI Ostravské metropolitní oblasti, ITI Ústecko – chomutovské aglomerace, ITI Zlínské aglomerace, ITI Hradecko-pardubické aglomerace, **ITI Mladoboleslavské aglomerace** a ITI Pražské metropolitní oblasti. [27]

Zároveň je také možné získat dotační podporu na zpracování studií systémů sídelné zeleně na územích v celé ČR mimo těch zasažených těžbou uhlí v Moravskoslezském, Karlovarském a Ústeckém kraji v rámci aktuálně vypsané výzvy č. 51 (příjem žádostí do 31.7.2024). [28]

Dále jsou vypisovány dotační výzvy v rámci integrovaného regionálního operačního programu (EU) IROP (<https://irop.gov.cz/>), v rámci kterého lze získat podporu z evropských fondů pro regionální rozvoj. Aktuálně budou otevřeny výzva 63., 64., a 65. (23-25.1.2024) na realizaci zelené infrastruktury.[29]

5. Praktická část

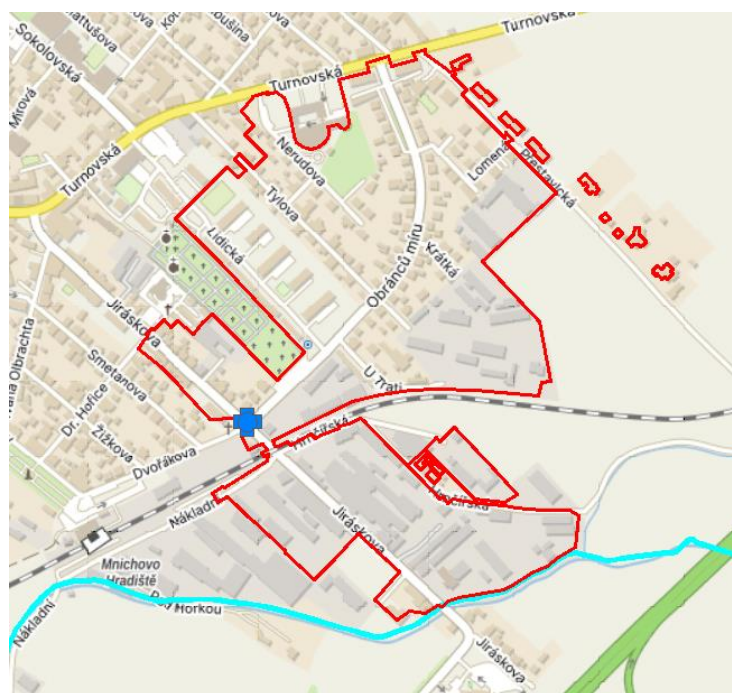
5.1 Popis lokality

Studie se zabývá východní částí města Mnichova Hradiště. Oblast, v současném stavu o velikosti cca 28,6 ha, je ohraničena rozvodím daným sklonovými poměry a stávající stokovou sítí (Obrázek 7). Uzávěrový profil oblasti se nachází v křižovatce ul. Jiráskova, Dvořákova a Obránců Míru (Obrázek 7). Do oblasti spadají následující ulice:

- Jiráskova ul.,
- Nákladní ul.,
- Hrnčířská ul.,
- ul. Obránců Míru,
- Lidická ul.,
- ul. U Trati,
- Krátká ul.,
- Tylova ul.,
- Nerudova ul.,
- Lomená ul.,
- Přestavická ul.

Do oblasti výhledově spadají i rozvojové plochy ve východní části města o velikosti 9,65 ha.

V oblasti se nachází jednokolejná železniční trať, část oblasti je tedy součástí ochranného pásma dráhy.



Obrázek 7 - Zájmová oblast (červeně), uzávěrový profil (modrý bod)

5.1.1 Klimatické a hydrologické poměry

Zájmová oblast spadá do klimatické oblasti mírně teplá, do klimatického regionu MT11 (dle Quitta, 1971). Vybrané charakteristiky oblasti jsou:

- počet dnů s průměrnou teplotou 10 °C a více: 140–160 dnů,
- počet mrazivých dnů: 110-130 dnů,
- průměrný počet dnů se srážkami 1 mm a více: 90–100 dnů,
- srážkový úhrn ve vegetačním období: 350–400 mm,
- srážkový úhrn v zimním období: 200–250 mm,
- počet dnů se sněhovou pokrývkou: 50–60 dnů.

Roční srážkový normál 1991-2020 pro území (Středočeský kraj) je 583 mm. Normál pro jednotlivé měsíce je patrný z Tabulky 3.

Tabulka 7 - Srážkový normál 1991-2020 pro Prahu a Středočeský kraj (zdroj: ČHMÚ)

	Měsíc											
	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
S (mm)	33	28	38	31	64	77	79	72	48	41	36	36

Roční teplotní normál 1991-2020 pro území (Středočeský kraj) je 9°C. Měsíční rozložení teplot je patrné z Tabulky 4.

Tabulka 8 - Teplotní normál 1991-2020 pro Prahu a Středočeský kraj (zdroj: ČHMÚ)

	Měsíc											
	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
T (°C)	-0,6	0,4	4,0	9,2	13,8	17,2	19,0	18,6	13,7	8,7	4,0	0,4

Předmětná oblast spadá do povodí toku Veselka (povodí 4. řádu, č. povodí 1-05-02-0290-0-00). Předmětný vodní tok je pod správou státního podniku Povodí Labe a.s. Na toku dle vyjádření správce není známa úroveň stoleté vody ani rozsah záplavového území. Pro město Mnichovo Hradiště byla proveden studie odtokových poměrů (Ing. Pavel Romášek, 2009). V rámci této studie byly pro profil křížení Veselky se silnicí I/268 stanoveny hodnoty N-letých průtoku (Tabulka 9). V době vlastních průzkumů terénu (bezdeštné období) bylo koryta toku suché, bez průtoku.

Tabulka 9 - hodnoty N-letých průtoků toku Veselka (zdroj: Ing. Romášek)

N	1	2	5	10	20	50	100
$Q_N [m^3 \cdot s^{-1}]$	1.7	2.2	3.1	4	5.4	8.5	13



5.1.2 Geologické a hydrogeologické poměry

Velká část území se nachází na podloží kvartérních nezpevněných sedimentů Českého Masivu (pokryvných útvaru a postvariských magmatitů) horninového složení sprašů a sprašových hlín (zdroj Geovědní mapy ČR 1:50 000). Podél koryta toku Veselka se vyskytuje podloží nivního sedimentu.

Celá oblast je součástí bazálního křídového kolektoru na Jizeře, respektive hydrogeologického regionu č. 4430 - Jizerská levobřežní třída.

V předmětné lokalitě byl zpracován hydrogeologický průzkum (zpracovatel Ochrana podzemních vod, s. r. o., 10/2012), jehož součástí bylo stanovení vsakovacího koeficientu a hadiny podzemní vody v oblasti (pro parcelu č. 1494/1). Koeficient vsaku byl pomocí vsakovacích zkoušek ve dvou zkušebních vrtech stanoven na hodnotu v rozmezí $1,38 \cdot 10^{-5}$ - $3,38 \cdot 10^{-6}$ m/s. Pro návrh vsakovacích zařízení bylo doporučeno uvažovat se spodní hranicí $3,4 \cdot 10^{-6}$. Pro účely této studie byl tedy uvažován koeficient vsaku na úrovni $k_v = 3,4 \cdot 10^{-6}$ m/s. Tato hodnota byla zvolena i s přihlédnutím k hydrogeologickému průzkumu v oblasti náměstí Mnichova Hradiště (cca 600 m od parcely), v rámci kterého byla stanovena doporučená návrhová hodnota $k_v = 6 \cdot 10^{-6}$ m/s.

V rámci posudku byla zjišťována hladina podzemní vody ve stávajících studnách a vrtech. Hodnoty jsou vyobrazeny v Tabulce 6 (za průměrného stavu hladiny podzemní vody). Nejvyšší hladina relativně k terénu se nachází v průmyslové části ulice Jiráskova.

Tabulka 10 - Úrovně hladiny podzemní vody ve studnách v oblasti (zdroj: Ochrana podzemních vod s.r.o)

Lokalizace studny	Hladina pod terénem - m
Jiráskova, č.p. 613	3,05
U trati, č.p. 681	3,85
U trati, č.p. 679	3,69
Obránců miru, hřbitov	5,37
Olbrachtova, č.p. 564	5,15
Smetanova, č.p. 591	2,49
Jiráskova, č.p. 601	2,13
Lomená, č.p. 297	13,92

5.1.3 Stávající inženýrské sítě

V zájmové oblasti se nachází stávající IS. Pro účely této studie byly v digitální podobě získány trasy jen některých, a to:

- stokových sítí vč. známých přípojek,
- vodovodní síť vč. známých přípojek,
- plynovodní síť vč. známých přípojek,
- kabelová vedení VO.

Jejich trasy je možné vyčíst z Celkové situace (příloha 1). Trasy znázorněných sítí jsou pouze orientační.

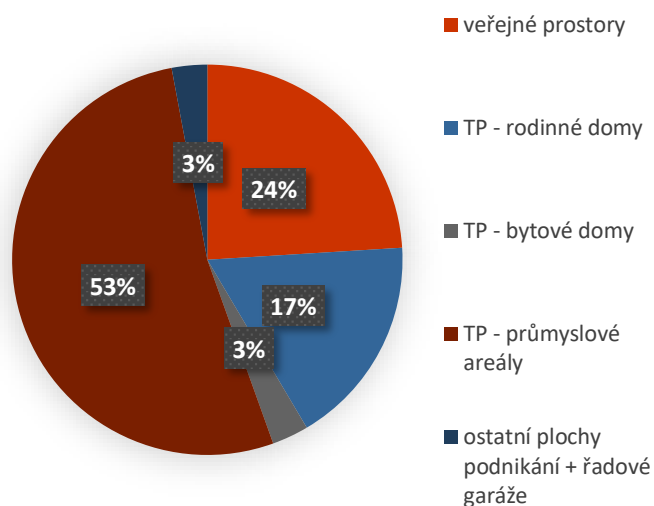
5.1.4 Současný stav odvodnění

Oblast je v současné době odvodněna pomocí jednotné stokové sítě pod správou společnosti VAK Mladá Boleslav a.s. Kmenovým sběračem oblasti je stoka „A“, která odvádí odpadní vody do čistírny odpadních vod situované na jihu od města. Stoky v zájmové oblasti jsou převážně betonové, průběh profilů je patrný z Celkové situace (příloha 1). Mezi lety 2012-2014 byl vystavěn z důvodů nedostatečné kapacity původní stoky štolový sběrač „AA“. Oproti aktualizaci generelu (2009) byl sběrač ukončen u ul. Ivana Olbrachta namísto protažení až k zájmové oblasti do křižovatky Jiráskovy ulice a Obránců Mírů. Zároveň s realizací sběrače došlo ke zrušení původního odlehčení do přílehlého toku Veselka.

I přes navýšení kapacity dolní části kanalizační sítě dochází při větších srážkových událostech k přetěžování stok v zájmové oblasti s největší pravděpodobností vlivem zpětného vzduť způsobeného nedostatečnou hydraulickou kapacitou.

5.1.5 Odvodňované plochy

Celková odvodňovaná a redukovaná odvodňovaná plocha dle jednotlivých druhů povodí je k nahlédnutí v Tabulce 6. Redukovaná plocha byla vypočtena dle kapitoly 5.3.1. Poměr redukovaných ploch je názorně ukázán na zhotoveném koláčovém grafu (Graf 1).



Graf 1 - Koláčový graf redukovaných odvodňovaných ploch

Tabulka 11 - Tabulka výměr odvodňovaných ploch

povodí	výměra odvodňované plocha (m ²)	výměra redukované odv. plochy (m ²)
veřejné prostory	85 093.00	41 897.20
TP - rodinné domy	76 283.60	30 482.45
TP - bytové domy	5 869.40	5 282.46
TP - průmyslové areály	112 844.00	91 660.90
ostatní plochy podnikání + řadové garáže	6 118.00	5 122.15
celkem	286 208.00	174 445.16

5.1.5.1 Typové plochy (soukromé pozemky)

Součástí této oblasti jsou rezidenční a průmyslové (průmysl, výroba a skladování) plochy a ostatní plochy pro podnikání (restaurace, prodejna, penzion atd.). Zároveň se zde nachází i rozvojové plochy dle současného ÚP určené pro průmysl.

Rezidenční plochy se skládají ze dvou základních typů. Prvním typem je zástavba bytových domů tvořená panelovými domy podél ulice Lidická a řadovými domy v ulici Přestavická. Druhým typem je zástavba rodinných domů, přičemž majoritní část tohoto typu zástavby se nachází v rámci ulic Tylova, Nerudova, Obránců Míru, Lomená a Krátká.

Průmyslové plochy jsou soustředěny podél východní části ul. Lidická za železniční trať (Průmyslová zóna Mnichovo Hradiště – Východ), dále pak do východního cípu zástavby v zájmové oblasti.

Pro účely této studie byly nadefinovány tři typové plochy soukromých pozemků, pro která jsou dále navrhována opatření:

- rodinné domy,
- bytové domy,
- průmyslové areály.

Podrobné informace o typových plochách jsou uvedené v příloze 4 a situačním výkresu typových povodí (příloha 2).

5.1.5.2 Veřejné (uliční) prostory

Jiráskova ulice

Jiráskova ulice tvoří jeden z hlavních příjezdů do obce, navazující na sjezd z dálnice D10. Do zájmové oblasti spadá část ulice o celkové délce cca 580 m. Pro účely této studie byla ulice rozdělena na dva úseky (UL-J-1, UL-J-2) oddělené železniční tratí.

První úsek (UL-J-1), mezi tratí a výjezdem z obce, prochází průmyslovou oblastí Mnichovo Hradiště východ. Průměrná šířka uličního prostoru je 18,0 m. V současné době je uliční prostor tvořen po obou stranách chodníky, nedefinovanými parkovacími pruhy (podélné parkování) a dvěma jízdními pruhy. Průměrný podélný sklon ulice je



cca 0,3 %. Nejnižší bod se nachází před pozemkem č.p. 1408/1. Uliční prostor je odvodněn pomocí uličních vpustí s vyústěním do 2 stok jednotné kanalizace situovaných pod parkovacími pruhy po obou stranách.



Obrázek 8 - (1) pohled od vodoteče Veselka do zájmové oblasti; (2) pohled od železniční trati do ulice; (3 a 4) tok Veselka v místě křížení s ulicí Jiráskova (zdroj: autor)

Druhý úsek (UL-J-2) pokračuje od křížení s železniční tratí až po konec oblasti v místě křížení ulic Jiráskova a Dr. Hořice. Mezi křižovatkou s ulicemi Obránců Míru a Dr. Hořice je uliční prostor tvořen po obou stranách chodníky, po levé straně ve směru do centra města parkovacím pruhem (podélné parkování) a dvěma jízdními pruhy. V prostoru za křižovatkou s ul. Obránců Míru je parkovací pruh nahrazen zeleným pruhem se zatravněním.

Obránců Míru

Ulice Obránců Míru je součástí řešené oblasti v celé své délce cca 620 m.

V úseku mezi křižovatkami Jiráskova a Lidická (UL-OM-1) je prostor je tvořen dvěma jízdními pruhy a chodníky po obou stranách. Po levé straně ulice k chodníku přiléhá nezpevněné parkoviště příslušící k místnímu hřbitovu. Betonový povrch vozovky je

v prostoru u hřbitova v horším technickém stavu. U ul. Lidická parkoviště navazuje na zelenou plochu s památníkem (vodní prvek) na jedné straně. Na druhé straně křížící ul. Lidická se nachází zelená plocha v majetku města volně přecházející v nezastavěný soukromý pozemek (budoucí výstavbový plán – bytový dům).

Dále pokračuje ulice rezidenční zástavbou rodinných domů (UL-OM-2). Ve vrchní části ulice (UL-OM-3) se uliční prostor rozšiřuje a vozovka je rozdělena na dvě (celkem 4 jízdní pruhy) zeleným pruhem s chodníkem.



Obrázek 9 - (1 a 2) Pohled na úsek ulice před místním hřbitovem; (3) uliční prostor ve střední části (UL-OM-2); (4) pohled na zeleň v křižovatce s ul. Lidická (navrhované umístění plošného průlehu); (5 a 6) pohled na horní část ulice se zeleným pásem (UL-OM-3) (zdroj: autor)

Lidická ulice

Lidická ulice spadá do zájmové oblasti délkou cca 280 m.

Po pravé straně (ve směru k ul. Turnovská) je vozovka ohraničena chodníkem s navazujícími zelenými plochami ve vlastnictví města, které obklopují bytové domy. Zároveň se zde nachází příjezdy s parkovišti k jednotlivým domům. Po levé straně se nachází úzký zelený pruh s vzrostlými stromy (možnost skácení), který odděluje obslužnou komunikaci od příjezdové komunikace k dvoupatrovým řadovým garážím. Tato cesta poskytuje přístup do druhého nadzemního podlaží jednotlivých garáží.

Přístup do prvního nadzemního podlaží (z jedné strany patro zapuštěno pod úroveň terénu) je zajištěn příjezdovou komunikací vedoucí z druhé strany podél hřbitovní zdi. Komunikace je napojena na ulici Lidická v horní části. Ve spodní části příjezdové komunikace mezi hřbitovní zdí, garážemi a zelenou plochou s památníkem u ul. Obránců Míru se nachází retenční otevřená nádrž. Nádrž má betonové dno a svahy ze zatravnovacích betonových dlaždic. Odtok z nádrže je předpokládán do stoky v ul. Obránců Míru, ovšem současné době je trasa odtokového potrubí neznámá.

Povrch vozovky, příjezdů k bytovým domům je betonový obě příjezdové komunikace ke garážím jsou z betonových bloků s odvodňovacím žlabem uprostřed. Odvodnění je zajištěno uličními vpustmi.





Obrázek 10 - (1 a 2) pohled do ulice u křižovatky Obránců Míru, po levé straně druhé nadzemní podlaží řadových garáží; (3) parkoviště u bytového domu; (4) pohled na zelený pás se stromy a druhé nadzemní podlaží garáží shora; (5) první nadzemní podlaží garáží s příjezdovou komunikací podél hřbitovní zdi; (6) stávající retenční nádrž

Tylova ulice

Tylova ulice je součástí zájmové oblasti v délce cca 260 m + 50 m (rozdělena ul. Obránců Mírů).

Uliční prostor ulice je tvořen dvěma jízdními pruhy, využívanými částečně k podélnému parkování, a dvěma chodníky ze zámkové dlažby. Rodinné domy v ulici se většinou nachází na uliční čáře.

Kratší část ul. je slepá, ukončena vjezdem do průmyslových areálů.



Obrázek 11 - (1) pohled do kratší slepé části ulice; (2) pohled do delší části ulice Tylova (zdroj: autor)

Nerudova

Nerudova ulice je součástí zájmové oblasti v celé své délce (cca 240 m).

Jedná se o částečně slepou ulici (ve spodní části) po levé straně v celé délce lemovanou rodinnými domy. Po pravé straně se nachází městská parková plocha s rostlými stromy příslušící k budově LDN a domova pro seniory. Zelená plocha je převýšena nad úroveň vozovky. Pouze ve spodní části o délce cca 40 m jsou rodinné domy po obou stranách.



Obrázek 12 - (1) Část ulice s přílehlou parkovou plochou; (2) Vrchní část ulice s parkovací plochou pro šikmé parkování (zdroj: autor)

V horní části ulice (směrem k ul. Turnovská) je po pravé straně uliční prostor rozšířen o příčná parkovací stání. Chodník je po levé straně veden po celé délce ulice, po pravé straně se nachází pouze v určitých částech. Komunikace je tvořena dvěma jízdními pruhy částečně využívanými k podélnému parkování.

Lomená

Lomená ulice je součástí zájmové oblasti v celé délce (cca 175 m + 20 m).

Ulice je tvořena dvěma částmi, kolnými na sebe. Uliční prostor první části, navazující na ul. Obránců Míru, je tvořen dvěma jízdniemi pruhy částečně využívanými pro podélné parkování a dvěma chodníky po obou stranách. Uliční prostor druhé části, navazující na ulici Přestavická, je tvořen jedním jízdniím pruhem a přiléhajícím vyvýšeným zeleným pruhem částečně tvořený zatravnovacími betonovými tvárnicemi.



Obrázek 13 - (1) Spodní část ul. navazující na ul. Obránců Míru; (2) horsní jednopruhovú část ul. navazující na ul. Přestavická (zdroj: autor)

U Trati

Ulice U Trati je součástí zájmové oblasti celé své délce (cca 165 m).

Ulice U Trati je v první části (UL-UT-1) tvořena dvěma jízdniemi pruhy a chodníkem po jedné straně u zástavby rodinných domů. Po druhé straně se nacházejí částečně zatravněné příjezdy ke garážím. Povrch vozovky je v horším technickém stavu. Dále ulice pokračuje podél železniční trati (UL-UT-2), kde po obou stranách k vozovce přiléhají zelené plochy.



Obrázek 14 - (1) První část ulice U Trati s řadovými garážemi; (2) Druhá část ul. s přílehlými zelenými plochami (zdroj: autor)

Krátká

Krátká ulice je součástí zájmové oblasti v celé délce (cca 75 m).

Jedná se o slepou ulici, končící vjezdy do průmyslových areálů. Uliční prostor je v první části tvořen pouze vozovkou. V druhé části je rozšířen o nezpevněné plochy využívané k parkování k podélnému i příčnému parkování.



Obrázek 15 - Pohledy do ul. Krátká

Hrnčířská

Ulice se nachází v průmyslové oblasti za železniční tratí.

Vozovka není v současné době odvodněna do jednotné stokové sítě. Veškerý srážkový odtok je veden do přiléhajících zelených ploch.

Nákladní

Nákladní ulice je součástí zájmové oblasti v délce cca 105 m.

Ulice se nachází v průmyslové oblasti za železniční tratí, podél které také vede. Uliční prostor je tvořen dvěma jízdními pruhy. Odkanalizována je pouze část ulice zahrnutá do zájmové oblasti. Na vozovku navazují pozemky ve vlastnictví Českých drah a.s.



Obrázek 16 - Odvodňová část ul. Nerudova do kanalizace

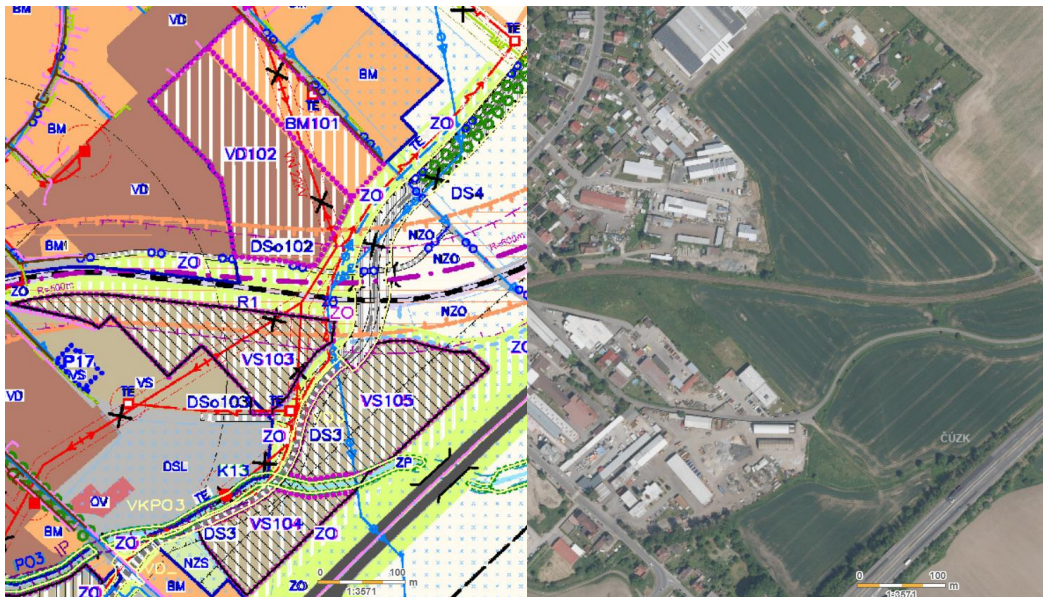
Přestavická

Přestavická ulice není dle dostupných podkladů odvodněna do stokové sítě, mimo možného krátkého úseku o délce cca 80 m u ulice Turnovská.

5.1.6 Rozvojové plochy

Ve východní části zájmové oblasti se nachází nezastavěné plochy, v současné době využívané k zemědělským účelům. V rámci územního plánu jsou tyto plochy určeny jako zastavitelné. Většinou se jedná o plochy pro výrobu a skladování, pouze podél ulice Přestavická jsou plochy určeny pro bydlení. Zároveň je zde plánované umístění městského obchvatu, na jehož realizaci se váže možnost využití území pro plochy VS104 a VS105, v rámci vybudování obslužné komunikace i plocha VD102.

Celkově se jedná o 7,5 ha ploch pro výrobu a skladování, 1,25 ha ploch pro bydlení a 0,85 ha ploch pro dopravní infrastrukturu. Celkem je vyměřeno 9,65 ha rozvojových ploch.



Obrázek 17 - Rozvojové plochy přiléhající k zájmové oblasti (zdroj: Územní plán města Mnichovo Hradiště)

5.2 Podklady a průzkumy

Pro účely zpracování této studie byly využity následující podklady:

- Mnichovo Hradiště – generel stoky „A“ aktualizace 2009 (Vodohospodářská projekční, inženýrská a konzultační kancelář Trutnov, 01/2009)

- Hydrogeologický posudek „Mnichovo Hradiště, pozemek 1494/1, MěÚ“ (Ochrana podzemních vod s.r.o, 24.10.2012)
- Hydrogeologické posouzení likvidace srážkových vod - Mnichovo Hradiště náměstí (Redbrick s.r.o, 8.2.2022)
- Studie odtokových poměrů Veselka – Mnichovo Hradiště (Ing. Pavel Romášek, 12/2009)
- Posouzení stávajícího a výhledového stavu jednotné kanalizace - stoka A v Mnichově Hradišti (Aquion s.r.o., 1/2008)
- Vyjádření o existenci sítí, Mnichovo Hradiště (GASNET - 09/2023, ČEZ – 04/2023)
- Polohopis a výškopis vodovodních a kanalizačních sítí, Mnichovo Hradiště (VAK Mladá Boleslav a.s., 11/2023)
- Fakturace dešťových vod (VAK Mladá Boleslav a.s, 11/2023)
- Evidované odečty Mnichovo Hradiště, Dr.Hořice č. parcely 1553 (hřbitov) (VAK Mladá Boleslav a.s., 10/2023)
- Ceník vodného a stočného, VAK Mladá Boleslav s.r.o. (2024)
- Vlastní průzkum terénu, průzkum terénu se zástupci města Mnichovo Hradiště a správci kanalizační sítě VAK Mladá Boleslav s.r.o
- Katastrální mapa okresu Mnichovo Hradiště (10/2023)
- Ortofoto České republiky, mapový list Sobotka 8-0 (ČÚZK)
- Geoportál Mnichovo Hradiště (dostupné z: <https://mnichovo-hradiste.obce.gepro.cz>)
- Územní plán Mnichovo Hradiště (SIADDESIGN LIBEREC S.R.O., 03/2022),
- Vyjádření k vypouštění srážkových vod do vodního toku Veselka, č.j. PLa/2023/048631 (Povodí Labe, státní podnik, 7.11.2023)
- Srážková data – průměrné denní úhrny srážek, stanice Boseň-Mužský, období 2018-2022; srážková data-měsíční normály 1991-2020 (ČHMÚ, 12/2023),
- Srážková data – minutové úhrny srážek pro srážkové události 1999-2008,
- Stratigraficky vymezené výpisy geologické dokumentace archivních vrtů (ID 84337, 84338, 84339, 85809, 85810)
- Související předpisy a normy



5.3 Metodika

5.3.1 Analýza povrchů

Před samotným návrhem objektů bylo přistoupeno k analýze povrchů. Byly definovány základní druhy povrchů:

- Střechy šikmé ($\psi = 0,92$)
- Střechy ploché ($\psi = 0,93$)
- Zpevněný nepropustný povrch – celistvý/panely ($\psi = 0,87$)
- Zpevněný nepropustný povrch – dlažba ($\psi = 0,75$)
- Nezpevněný hutněný povrch (bez zeleně) ($\psi = 0,60$)
- Zahrady RD ($\psi = 0,20$)
- Zeleň ($\psi = 0,09$)

U zahrad rodinných domů se předpokládá podíl zeleně (85 %) a podíl zpevněných povrchů – dlažby (15 %). Každá z druhů ploch (uliční a veřejné prostory, jednotlivé typové plochy) má určena vlastní součinitele odtoku (viz. kapitola 5.1.5) pro dané povrchy. Součinitelé odtoku pro celé povodí byli vypočteny jako vážený průměr.

Pro analýzu povrchů byly použity dostupné satelitní snímky. V případě, že povrchy nebylo možné rozlišit či vyměřit, bylo uvažováno s méně příznivou variantou (povrch s vyšším součinitelem odtoku).

Z půdorysných průmětů odvodňovaných ploch (dle povrchů) a odtokových součinitelů daných povrchů je spočtena redukovaná odvodňovaná plocha jako:

$$A_{red} = \sum_{i=1}^n (A_i * \psi_{m,i}) \quad (1)$$

kde:

A_i výměra půdorysných průmětů jednotlivých odvodňovaných ploch (dle povrchů) (m^2)

$\psi_{m,i}$ střední součinitel odtoku pro jednotlivé povrchy (-)

5.3.2 Návrh objektů

Návrh konkrétních objektů byl zaměřen především na veřejné (uliční) prostory v majetku obce Mnichovo Hradiště. U některých návrhů bylo počítáno se zapojením některých soukromých pozemků (řadových garáží v ul. Lidická) v rozsahu napojení odtoku z dešťových svodů.

Pro soukromé pozemky byly v rámci typových ploch navržena či doporučena vhodná opatření pro hospodaření se srážkovou vodou na pozemku a zároveň byly doporučeny možné kroky ze strany samosprávy či správce kanalizace k zvýšení motivace vlastníků soukromých pozemků k realizaci opatření.

Návrh opatření HDV se zaměřením na prvky MZI se řídil nejen majetkovými poměry, stávajícími IS atd. ale zároveň bylo přihlédnuto k požadavkům na návrh od zastupitelů místní samosprávy a správce kanalizační sítě (VAK Mladá Boleslav a.s.). Mezi tyto požadavky patřilo mimo jiné:

- minimalizovat omezování parkovacích stání v oblasti,
- minimalizovat dopad realizace opatření na nově zrekonstruované plochy,
- prověřit možnost realizace odvodu srážkových vod z areálu objektu firmy PROF SVAR s.r.o do vodoteče Veselka.

Při umístování objektů bylo přihlíženo k vyjádření správce stokové sítě o možnosti souběhu těchto opatření se stávajícími stokami.

5.3.2.1 Dimenzování objektů

Jednotlivé parametry objektů umístovaných v rámci uličních a veřejných prostor byly předběžně dimenzovány pomocí jednoduchých hydrologických bilancí. Dále byla jejich funkčnost posouzena jednoduchou simulací a předběžně navržené parametry byly dle výsledků případně dále upraveny.

Návrh akumulární nádrže pro typový rodinný dům proběhl pouze pomocí jednoduché hydrologické bilance.

Akumulační nádrž

Měsíční bilance (AN pro rodinný dům) [4][30]

Metoda měsíční bilance byla v této studii použita pro návrh příkladové akumulční nádrže pro typový rodinný dům v zájmové oblasti.

Měsíční bilance je počítána pro dlouhodobé měsíční úhrny srážek na daném území, tzv. srážkový normál. V případě zájmového území řešeného v rámci této studie se jedná o dlouhodobý srážkový průměr 1991-2020 pro území Prahy a Středočeského kraje. Při návrhu byla sestavena křivka závislosti stupně pokrytí potřeby vody C_r a efektivnosti využití nádrže E_r na velikosti akumulčního objemu nádrže V_A . Ze sestavené křivky byl vybrán objem s nejlepším poměrem velikosti nádrže (pořizovací ceny) a výše uvedených parametrů.

Pro sestavení křivky byly voleny akumulční objemy nádrže V_A a k nim dopočítávány příslušné stupně pokrytí potřeby vody C_r a hodnoty efektivnosti využití nádrže E_r . První bod křivky, tj. první zvolený objem, byl stanoven odhadem jako:

$$V_A = 0,04 * A_{red} \quad (2)$$

kde:

A_{red} redukováná odvodňovaná plocha připojená do nádrže (m²)

Pro jednotlivé zvolené objemy V_A je následně proveden výpočet proveden následující výpočet:

Objem využitelné srážkové vody v jednotlivých měsících, tj. přítok do nádrže, se stanoví jako:

$$V_{přít,m} = \frac{h_m}{1000} * A_{red} * \eta \quad (3)$$

kde:

h_m průměrný měsíční srážkový úhrn (mm)

A_{red} redukováná odvodňovaná plocha připojená do nádrže (m²)

η účinnost filtrace (obvykle se užívá hodnoty 0,9) (-)



Na konci každého měsíce může v nádrži zbyť nevyužitý objem akumulované srážkové vody. Vypočte se podle vzorce:

$$V_{A,m} = \min \left\{ \begin{array}{l} V_{A,(m-1)} + V_{přít,m} \\ V_A \end{array} - V_{odběr,m} \right\} \quad (4)$$

kde:

$V_{A(m-1)}$	zbylý objem srážkové vody na konci předchozího měsíce (m^3)
$V_{přít,m}$	objem využitelné srážkové vody v daném měsíci (m^3)
$V_{odběr,m}$	objem odebrané vody v daném měsíci (m^3)
V_A	zvolený objem akumulční nádrže (m^3)

Počáteční hodnota objemu srážkové vody v nádrži je 0. V případě, že objem $V_{A,m}$ dosáhne během výpočtu záporných hodnot, bude potřeba doplňkové zásobení vodou z jiného zdroje (např. pitná voda). Pro potřeby výpočtu se v takovýchto případech $V_{A,m}$ rovná 0.

Měsíční odběr z nádrže se stanoví takto:

$$V_{odběr,m} = \min \left\{ \begin{array}{l} V_{potř,m} \\ V_{A,(m-1)} + V_{přít,m} \end{array} \right\} \quad (5)$$

kde:

$V_{potř,m}$	potřeba srážkové vody v daném měsíci (m^3)
$V_{A(m-1)}$	zbylý objem srážkové vody na konci předchozího měsíce (m^3)
$V_{přít,m}$	objem využitelné srážkové vody v daném měsíci (m^3)

V případě rodinných domů je uvažováno využití srážkové vody, tj. potřeba vody $V_{potř,m}$, pouze pro dodatečnou závlahu trávníku, zalévání 10 ks květináčů a dodatečný letní výdej.

Potřeba vody pro dodatečnou závlahu trávníku byla stanovena metodou ideálních srážek (Klattova metoda upravena Hemerkou). Pro účely této studie byla zohledněna klimatická změna zvýšením průměrné teploty v každém měsíci o 2 °C. Půdní druh pro dané území byl určen jako střední (hnědozem modální).



Výpočet byl proveden dle níže uvedené vzorové tabulky.

Tabulka 12 - Vzorová tabulka výpočtu doplňkové závlahy

řádek	Trávník	měsíc						
		duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen
1	Teplota dle Hemerky (°C)	9	14	17	19	18	14	12
2	teplota normál (°C) +2°C	11	16	19	21	21	16	11
3	rozdíl teplot (°C) (řádek 2-řádek 1)	2	2	2	2	3	2	-1
4	ideální srážky	55	70	85	95	85	55	
5	oprava ideálních srážek (mm) (řádek 3 * 5 mm)	10	10	10	10	15	10	-5
6	výsledné ideální srážky (mm) (řádek 5 + řádek 4)	65	80	95	105	100	65	
7	srážky normál (mm)	31	64	77	79	72	48	41
8	potřeba závlahové vody (mm) (řádek 6 - řádek 7)	34	16	18	26	28	17	0
9	potřeba vody pro postřik (mm) kz= 1,2	40.8	19.2	21.6	31.2	33.6	20.4	0

Postup [42]:

1. Určení půdního druhu v zájmovém území (půdy lehké, střední, těžké).
2. Převzetí teplotního normálu (řádek 1) a ideálních srážek (řádek 4) - pro danou plodinu a půdní typ z tabulky ideálních srážek dle Hemerky.
3. Výpočet rozdílu (řádek 3) normálu a skutečných průměrných měsíčních teplot (+2°C) pro dané území (řádek 2).
4. Výpočet opravy IS (řádek 5). Výše opravy ideálních srážek vychází z rozdílu teplot (řádek 3) - 5 mm za každý 1 °C.
5. Úprava hodnot ideálních srážek dle opravy IS (řádek 5). Tyto hodnoty udávají závlahovou potřebu pro danou rostlinu v zájmovém území v jednotlivých měsících vegetačního období (řádek 6).
6. Výpočet doplňkové závlahy (řádek 8) jako rozdíl průměrných měsíčních srážek (7) a upravených ideálních srážek (řádek 6). V případě záporných hodnot nedochází k nutnosti doplňkové závlahy – dále se počítá s nulovou hodnotou.
7. Vynásobit ztrátovým koeficientem daného způsobu (např. k_z pro postřik = 1.2) výsledné doplňkové závlahové množství (řádek 8) (řádek 9).

Pro květináče byla uvažována potřeba vody 0,5 l/ks se zálivkou 20 dní v měsíci pro období březen, duben a říjen a 1 l/ks s denní zálivkou pro období květen-září. Dodatečný letní byl výdej stanoven na hodnotě 300 l/měsíc v období červen-srpen. V období listopad-únor se využívání akumulované srážkové vody neuvažuje.



Celková potřeba vody byla vypočtena jako součet výše zmíněných hodnot v jednotlivých měsících:

$$V_{potř,m} = (V_{potř,dz,m} * A_{zahr})/1000 + V_{potř,kv,d} * n_{kv} * d/1000 + V_{potř,lv,m} \quad (6)$$

kde:

$V_{potř,m}$	měsíční potřeba vody pro typový rodinný dům (m ³ /měsíc)
$V_{potř,dz,m}$	doplňková závlaha pro trávník (mm/měsíc)
A_{zahr}	plocha zahrady
$V_{potř,kv,d}$	denní potřeba vody pro zálivku květináčů (l/jednotka/den)
d	počet dní v daném měsíci
n_{kv}	počet květináčů

Stupeň pokrytí pro jednotlivé volené objemy je spočten jako:

$$C_r = \frac{\sum V_{odběr,m}}{\sum V_{potř,m}} * 100\% \quad (7)$$

kde:

$V_{odběr,m}$	objem měsíčního odběru z nádrže v jednotlivých měsících (m ³)
$V_{potř,m}$	potřeba srážkové vody v daném měsíci (m ³)

Efektivita využití objemu nádrže E_r (m³/m³) je spočtena dle vzorce:

$$E_r = \frac{\sum V_{odběr,m}/n}{V_A} \quad (8)$$

kde:

$V_{odběr,m}$	objem měsíčního odběru z nádrže v jednotlivých měsících (m ³)
V_A	zvolený objem akumulací objem nádrže (m ³)
n	počet let v bilanci

Vypočtená hodnota E_r by neměla být nižší než 8 m³/m³.



Denní bilance [4]

Metoda denní bilance je v rámci této studie užita pro výpočet potřebného akumulačního objemu nádrže umístěné v prostoru veřejných ploch.

Dimenzování pomocí denní bilance proběhlo pouze pro variantu připojení ploch z ulice Lidická. Napojení regulovaného odtoku z vsakovacího plošného průlehu v ul. Obránců Míru byl řešen až v simulaci.

Denní bilance je počítána pro řadu denních srážkových úhrnů (min. 5 let) na daném území. Pro účely této studie byla využita srážková řada 2018-2022 ze srážkoměrné stanice Boseň-Mužský. Při návrhu byla sestavena křivka závislosti stupně pokrytí potřeby vody C_r a efektivnosti využití objemu nádrže E_r na objemu nádrže V_A .

Pro sestavení křivky závislosti byly postupně voleny akumulační objemy nádrže V_A a k nim dopočítávány příslušné stupně pokrytí potřeby vody C_r a efektivnosti využití objemu nádrže E_r . První bod křivky, tj. první zvolený objem, se stanoví pomocí vzorce:

$$V_A = 0,04 * A_{red} \quad (9)$$

kde:

A_{red} redukováná odvodňovaná plocha připojená do nádrže (m²)

Pro jednotlivé zvolené objemy V_A se provede následující výpočet:

Objem využitelné srážkové vody v jednotlivých dnech, tj. přítok do nádrže, se stanoví jako:

$$V_{přít,d} = \frac{h_d}{1000} * A_{red} * \eta \quad (10)$$

kde:

h_d denní srážkový úhrn (mm)

A_{red} redukováná odvodňovaná plocha připojená do nádrže (m²)

η účinnost filtrace (obvykle se užívá hodnoty 0,9) (-)



Na konci každého dne může v nádrži zůstat nevyužitý objem akumulované srážkové vody. Vypočte se podle vzorce:

$$V_{A,d} = \min \left\{ \begin{array}{l} V_{A,(d-1)} + V_{přít,d} - V_{odběr,d} \\ V_A - V_{odběr,d} \end{array} \right\} \quad (11)$$

kde:

$V_{A,(d-1)}$	zbylý objem srážkové vody na konci předchozího dne (m^3)
$V_{přít,d}$	objem využitelné srážkové vody v daném dni (m^3)
$V_{odběr,d}$	objem odebrané vody v daném dni (m^3)
V_A	zvolený objem akumulací nádrže (m^3)

Počáteční hodnota objemu srážkové vody v nádrži je 0. V případě, že objem $V_{A,d}$ dosáhne během výpočtu záporných hodnot, bude potřeba doplňkové zásobení vodou z jiného zdroje (např. pitná voda). Pro potřeby výpočtu se v takovýchto případech $V_{A,d}$ rovná 0.

Denní odběr z nádrže $V_{odběr,d}$ se stanoví takto:

$$V_{odběr,d} = \min \left\{ \begin{array}{l} V_{potř,d} \\ V_{A,(d-1)} \end{array} \right\} \quad (12)$$

kde:

$V_{potř,d}$	potřeba srážkové vody v daném dni (m^3)
$V_{A,(d-1)}$	zbylý objem srážkové vody na konci předchozího dne (m^3)

Denní potřeba vody se v této studii váže na potřebu vody pro veřejné potřeby, tj. zálivku veřejných prostor, oplach ulic atd. a potřebu vody na hřbitově. Potřeba byla v rámci denní bilance ověřována variabilně pro odběr vody pomocí 2 vozů s nádrží na vodu o objemu $1,5 m^3$ v případě naplnění nádrže 1x, 2x až 3x denně. Potřeba využití akumulované vody se předpokládá pouze ve vegetačním období (duben-říjen). Neuvažuje se potřeba odběrů při denních úhrnech přesahujících 8,0 mm.



Celková denní potřeba vody $V_{potř,d}$ (m^3 /den) je spočtena dle vzorce:

$$V_{potř,d} = V_{vůz} * n_d + V_{fkt,hřbitov,d} \quad (13)$$

kde:

$V_{vůz}$ odhadovaný objem cisterny vozu (m^3)

n_d počet naplnění cisterny za den

$V_{fkt,hřbitov,d}$ průměrný denní odběr na hřbitov (m^3)

Stupeň pokrytí pro jednotlivé volené objemy je pak spočten jako:

$$C_r = \frac{\sum V_{odběr,d}}{\sum V_{potř,d}} * 100\% \quad (14)$$

kde:

$V_{odběr,d}$ objem denního odběru z nádrže v jednotlivých dnech (m^3)

$V_{potř,d}$ potřeba srážkové vody v daném dni (m^3)

Efektivita využití objemu nádrže E_r (m^3/m^3) je spočtena dle vzorce:

$$E_r = \frac{\sum V_{odběr,d}}{V_A} \quad (15)$$

kde:

$V_{odběr,d}$ objem denního odběru z nádrže v jednotlivých dnech (m^3)

V_A zvolený objem akumulční nádrže (m^3)

Vypočtená hodnota E_r by neměla být nižší než $8 m^3/m^3$.

Retenční objekty s regulovaným odtokem a s/bez vsakování

Bilance pomocí blokových dešťů [4][20]

U těchto objektů se navrhuje velikost retenčního objemu V_R . Výpočet se provede pomocí hydrologické bilance pro jednotlivé doby trvání blokového deště s intenzitou i a periodicitou p .



Střední vsakovací plocha objektů se $A_{vsak,povrch}$, $A_{vsak,podz}$ se určí jako:

$$A_{vsak,povrch} = \frac{A_{vsak,min} + A_{vsak,max}}{2} \quad (16)$$

kde:

$A_{vsak,min}$ plocha vsakovacího objektu pro minimální hloubku nadržení vody v retenčním prostoru (m²)

$A_{vsak,max}$ plocha vsakovacího objektu pro maximální hloubku nadržení vody v retenčním prostoru (m²)

$$A_{vsak,podz} = \left(b + 2 * \frac{h_{max}}{4}\right) * \left(l + 2 * \frac{h_{max}}{4}\right) \quad (17)$$

b šířka vsakovacího objektu (m)

l délka vsakovacího objektu (m)

h_{max} max. hloubka nadržení vody v retenčním prostoru (m)

Objem přivedené srážkové vody do povrchového objektu za dobu trvání blokového deště t a za intenzity i do objektu je vypočtena jako:

$$V_{přít,povrch,i} = i_i * (A_{red} + A_{vsak}) * t_i / 10^7 \quad (18)$$

Objem vsáknuté vody z povrchového objektu (u vsakovacích objektů) za dobu trvání deště byl stanoven jako:

$$V_{vsak,i} = \frac{1}{f} * k_v * A_{vsak} * t_i \quad (19)$$

kde:

f součinitel bezpečnosti vsaku; pro $A_{red}/A_{vsak} < 20$ se $f = 2$;
pro $A_{red}/A_{vsak} > 20$ se $f = \min \left\{ 2 + 0,035 * \left(\frac{A_{red}}{A_{vsak}} - 20 \right) \right\}$
5

k_v koeficient vsaku (m/s)

A_{vsak} střední vsakovací plocha objektu (m²)

t_i doba trvání blokového deště (s)

V případě, že povrchový objekt doplněný o podzemní, je objem vsáknuté vody $V_{vsak,povrch,i}$ roven přítoku do podzemního objektu $V_{přít,podz,i}$ pro příslušný blokový dešť. Objem vody vsáknuté z podzemního objektu je vypočten dle vzorce (19).



Objem vody odvedené regulovaným odtokem pro daný blokový dešť je pak spočten jako:

$$V_{reg,i} = Q_{reg} * t_i \quad (20)$$

kde:

Q_{reg}	velikost regulovaného odtoku, vždy rovný nebo menší než maximální přípustný odtok z území $Q_c/2$ (m ³ /s)
t_i	doba trvání blokového deště (s)

Nutný retenční objem pro jednotlivé doby trvání deště, intenzity a danou periodicitu při stanovené ploše vsakovacího objektu se spočte jako rozdíl objemu srážkového přítoku, objemu vsáknuté vody a objemu vody odvedené regulovaným odtokem. Výsledná hodnota je pak maximální hodnota z těchto objemů.

Posouzení objektu se provede pomocí doby prázdnění, která se stanoví jako:

$$T_{pr} = \frac{V_R}{(Q_{vsak} + Q_{reg}) * 3600} \quad (21)$$

kde:

V_R	navržený retenční objem (m ³), posouzeno i 70 % V_r ($V_r * 0,7$)
Q_{vsak}	odtok vsakem (l/s) (v případě kombinace objektů – z podzemního objektu)
Q_{reg}	regulovaný odtok (s)

Doba prázdnění by neměla překročit 24 hodin u objektů s regulovaným odtokem či povrchových objektů s vegetací (jinak umožněno až 72 hod).

K návrhu velikosti retenčního objemu vsakovacího objektu v sérii za akumulací nádrží bylo přistoupeno až v rámci simulace.

5.3.3 Posouzení účinku opatření

Posouzení účinku opatření v celém území proběhlo pomocí metody jednoduché simulace na desetileté (1999-2008) srážkové řadě s časovým krokem 1 hodina pro území Brandýs nad Labem (zvoleno jako nejvhodnější dostupná data).



Posouzení účinků bylo provedeno pro následující navržené objekty a opatření v rámci veřejných prostor:

- retence a částečný odvod do vodoteče v ul. Jiráskova,
- průleh s rýhou v ul. Obránců Míru u Hřbitova (UL-OM-1),
- akumulční nádrž (variabilně) se vsakovacím zařízením v sérii (ul. Lidická),
- vsakovací plošný průleh s podzemním prostorem z plastových bloků (ul. Obránců Míru, Tylova, Lomená),
- průleh s rýhou v ul. Nerudova
- průleh s rýhou v ul. Obránců Míru u ul. Turnovská (UL-OM-3),
- propustné zpevněné povrchy v ul. U Trati, pro parkovací pruh v ul. Jiráskova, pro parkoviště v ul. Nerudova, parkoviště bytových domů a vjezdy do garáží. (pro realizaci všech).

Pro jednotlivé typové plochy byl vypočten účinek odpojení určitého procenta daných ploch. Při posouzení byl zanedbán případný přítok z BP či regulovaného odtoku do stokové sítě. Procenta odpojovaných ploch byla zvolena jako:

- u rodinných domů: 15 %; 25 %; 50 %; 75 % a 100 % střech objektů,
- u bytových domů: 15 % 25 %; 50 %; 75 % a 100 % střech objektů,
- u průmyslových areálů: 15 %, 25% ; 50% ; 75% a 100 % zpevněných ploch.

Prvním krokem posouzení bylo stanovení odtoku z území za současného stavu a současného stavu rozšířením oblasti o rozvojové plochy (odtok 3 l/s/ha). Pro jednotlivé typové plochy a uliční prostory rozdělené na části dle návrhu opatření byly stanoveny redukované odvodňované plochy dle vzorce:

$$A_{red,i} = \sum_{i=1}^n (A_i * \psi_{m,i}) \quad (1)$$

kde:

$A_{red,i}$ jednotlivé redukované plochy (m²)

A_i výměra půdorysných průmětů jednotlivých druhů povrchů odvodňovaných ploch (m²)

$\psi_{m,i}$ střední součinitel odtoku pro jednotlivé povrchy



Objem hodinového odtoku z území je pak vypočten jako:

$$V_{odtok,h} = \frac{h_h}{1000} * \sum A_{red,i} \quad (22)$$

kde:

h_h hodinový srážkový úhrn (mm)

$A_{red,i}$ jednotlivé redukované plochy (m²)

Druhým krokem posouzení je simulace zapojení opatření a posouzení počtu přepadů z jednotlivých objektů či série objektů do stokové sítě příp. do vodoteče. V případě, že počet přepadů nevyhověl normě, tj. 1x za 5 let resp. 2x za 10 let, byly upraveny parametry objektů. Zároveň byla ověřena funkčnost akumulční nádrže opětovným výpočtem stupně pokrytí potřeby vody a efektivnosti akumulční nádrže.

Po kontrole dimenze objektů proběhlo ověření účinku jednotlivých opatření na celkový odtok z území. Ověření bylo vypočteno pro opatření jednotlivě, dále pak účinek při realizaci kombinaci opatření.

Simulace jednotlivých objektů

Akumulční nádrž je navržena v sérii za vsakovacím zařízením, posuzovány jsou tedy přepady ze vsakovacího prostoru. Simulace proběhla pro objem nádrže s jedním, dvěma odběry či třemi odběry do cisteren denně mimo deštivé dny (denní úhrn větší než 8,0 mm). Odběry z nádrže byly simulovány následovně:

- odběr vody pro hřbitov: celoročně, průměrný hodinový odběr v otevírací době hřbitova (8-18 hod v období listopad-březen; 7-20 hod v období duben-říjen),
- odběr vody do 2 vozů na závlahu veřejných prostor (celkem 1 odběr denně):
 - 2x 1,5 m³ v 8 hod v období duben-říjen v pracovních dnech
- odběr vody do vozu na závlahu veřejných prostor (celkem 2 odběry denně):
 - 2x 1,5 m³ v 8 hod v období duben-říjen v pracovních dnech
 - 2x 1,5 m³ v 13 hod v období duben-říjen v pracovních dnech
- odběr vody do vozu na závlahu veřejných prostor (celkem 3 odběry denně):
 - 2x 1,5 m³ v 8 hod v období duben-říjen v pracovních dnech
 - 2x 1,5 m³ v 11 hod v období duben-říjen v pracovních dnech
 - 2x 1,5 m³ v 15 hod v období duben-říjen v pracovních dnech



Přítok vody na nádrže byl počítán v závislosti na velikosti odvodňované redukované plochy.

Objem přeplavu z nádrže do vsakovacího zařízení je pak vypočten dle vzorce:

$$V_{přep,AN} = V_{A(h-1)} + V_{přít,h} - V_{odb,h} - V_A \quad (23)$$

kde:

$V_{přep,AN}$	objem přeplavu z nádrže (m ³)
$V_{A(h-1)}$	zbylý objem srážkové vody na konci předchozího časového kroku (hodina) (m ³)
$V_{přít,h}$	objem přítoku do nádrže za daný časový krok (1 hod) (m ³)
$V_{odb,h}$	odběr z nádrže v daném časovém kroku (1 hod) (m ³)
V_A	navržený objem akumulací nádrže (m ³)

V případě, že objem $V_{přep,AN}$ dosáhl při výpočtu záporných hodnot, k přeplavu z AN nedochází, pro účely výpočtu je dále uvažována hodnota 0.

Odtok z retenčních prostor s regulovaným odtokem a s/bez vsakování byl stanoven dle následujícího postupu:

1. Výpočet objemu srážkové vody přivedené do objektu v daném časovém intervalu (1 hod) $V_{přít,h}$ na základě umístění objektu v systému HDV:
 - v sérii za akumulací nádrží – dle přeplavů z akumulací nádrže,
 - samostatně – dle odtoku z připojených redukovaných ploch.

Výpočet maximálního možného odtoku za daný časový interval (1 hod) z objektu:

$$V_{odtok,max,h} = Q_{vsak} * t + Q_{reg} * t \quad (24)$$

kde:

Q_{vsak}	vsakovací průtok závislý na vsakovacím koeficientu k_v a vsakovací ploše objektu A_{vsak} (m ³ /s)
Q_{reg}	regulovaný odtok z objektu (m ³ /s)
t	časový krok výpočtu (zde 1 hod) (s)

2. Výpočet plnění a prázdnění retenčního prostoru. Výpočet bilance dle vzorce:

$$V_{bil,h} = V_{přít,h} - V_{odtok,max,hod} \quad (25)$$

kde:

$V_{bil,h}$	bilance objemu vody v daném časovém kroku (m^3)
$V_{přít,h}$	hodinový objem přítoku do nádrže (m^3)
$V_{odtok,max,hod}$	maximální možný hodinový odtok (m^3)

pokud je bilanční objem v daném časovém intervalu větší než 0, dochází k plnění retenčního prostoru, je-li menší než 0, dochází k prázdnění retenčního prostoru. Výsledné naplnění v daném intervalu $V_{ret,h}$ je pak určeno součtem objemu naplnění v předchozím časovém kroku $V_{ret,(h-1)}$ a příslušného $V_{bil,h}$. V případě, že je naplnění v daném intervalu menší než 0 je retenční objem plně vyprázdněn, dále je uvažována hodnota 0.

3. Výpočet objemu přepadu bezpečnostním přelivem:

$$V_{přep,h} = V_{ret,(h-1)} + V_{bil,h} - V_R \quad (26)$$

kde:

$V_{přep,ret,h}$	hodinový objem přepadů v nádrže (m^3)
$V_{ret,(h-1)}$	zbylý objem srážkové vody na konci předchozí hodiny (m^3)
$V_{bil,h}$	bilance objemu vody v daném časovém kroku (m^3)
V_R	navržený retenční objem (m^3)

V případě, že objem $V_{přep,ret,h}$ dosáhl při výpočtu záporných hodnot, k přepadu z retenčního prostoru nedochází, pro účely výpočtu je dále uvažována hodnota 0.

4. Výpočet celkové odtoku z objektu do stokové sítě příp. do dalších opatření v sérii:

- v případě, že $V_{ret,(h-1)} + V_{přít,h} > V_{odtok,max,h}$

je odtok $V_{odtok,h}$ stanoven jako $Q_{reg} * t + V_{přep,ret,h}$

- v případě, že $V_{ret,(h-1)} + V_{přít,h} < V_{odtok,max,h}$

je odtok $V_{odtok,h}$ stanoven jako $V_{ret,(h-1)} + V_{přít,h} - Q_{vsak} * t$



5.4 Návrh opatření

Pro celou oblast se doporučuje omezovat množství nepropustných povrchů. V stávající zástavbě nahrazovat nepropustné povrchy propustnými, resp. zachovávat propustné povrchy. Volba propustného povrchu závisí na využití plochy, pokud je to možné je doporučeno využití nezpevněných povrchů preferovaně s půdním filtrem. V případě nutnosti užití zpevněných povrchu je doporučeno využít např. následujících typů povrchů:

- TTE-rošty (preferované oproti propustné dlažbě),

TTE-rošty umožňují variabilní řešení typu povrchu (dlažba, štěrk, zatravnění); vynikají oproti propustným dlažbám v roznášení zatížení (minimalizace hutnění); dochází u nich k zadržení vody pod povrchem komunikace oproti propustným dlažbám [31];

- propustné betony,
- propustné dlažby,
- zatravněovací rošty.



Obrázek 18 - Příklad užití TTE - roštů na parkovací ploše [33]

5.4.1 Typové plochy

5.4.1.1 Rodinné domy

Pro snížení odtoku ze stávající zástavby rodinných domů je nutné zvýšit motivaci vlastníků nemovitostí na realizaci opatření. Doporučené možné kroky samosprávy jsou:

- dotace z městského rozpočtu na realizaci opatření,

dotace se doporučuje poskytovat primárně pro realizaci akumulčních nádrží zachycující odtok z celé plochy střechy stavby. Vhodné je též poskytovat dotační podporu na realizaci vsakovacího zařízení v sérii za akumulční nádrží, jak je doporučeno v rámci této studie. Lze spojit s národní dotační podporou.

- asistence s vyřízením žádosti o financování z dotačního programu Nová zelená úsporám, příp. asistence se zajištěním potřebného odborného posudku,

v rámci programu Nová zelená úsporám je možné získat dotační podporu na realizaci akumulčního objektu a vegetační střechy. Potřebné dokumenty, které je nutné doložit k žádosti pro získání finanční podpory v rámci podoblasti Dešťovka pro danou lokalitu a soukromé osoby bez střetu zájmů jsou:

- dokument prokazující vlastnictví bankovního účtu žadatele,
- odborný posudek (rozsah dle požadavků programu),
- dokumenty prokazující projednání záměru s provozovatelem kanalizace (v případě vyústění BP do kanalizace)
- příp. prohlášení o spolufinancování projektu z veřejných zdrojů.

Výše dotace se odvíjí od způsobu využití akumulované srážkové vody a objemu nádrže viz. kapitola 4.4.

- asistence s výběrem dodavatele, příp. zajištění dodavatele a projednání možnosti nižší ceny realizace v případě většího množství objednávek,
- projednání se správcem kanalizace zaústění BP příp. regulovaných odtoků do stokové sítě (v příp. nutnosti v objemech na rámec normy).

Doporučené opatření pro rodinný dům je akumulční nádrž na zachycení a následné využití srážkové vody ze střechy domu a příp. přilehlých objektů. Preferované jsou nádrže podzemní vzhledem k lepší ochraně před klimatickými vlivy. Je možné využít i nádrže nadzemní, ty je ovšem nutné zabezpečit teplotní izolací a ochranou proti dopadání slunečního záření. Akumulční nádrž je vhodné zapojit do série s vsakovacím zařízením, do kterého bude zaústěn bezpečnostní přepad z AN. Je vhodné doporučit vlastníkům (provozovatelům) vyprázdnění akumulční nádrže na konci vegetačního období, aby byl uvolněn retenční objem v období nulových odběrů.

Objem akumulčního prostoru se odvíjí od velikosti odvodňované plochy a potřeby vody. Do nádrže je možno zaústit odtok ze střech přidružených objektů či jiných neznečištěných ploch např. střech garáží, kůlen či teras. Pro typový rodinný dům (průměrná plocha střechy a zahrady) byla navržena akumulční nádrž o objemu 4,0 m³ při stupni pokrytí potřeby vody 70,4 % (viz. příloha 4). Na tento objem nádrže je možné využít dotaci ve výši až 34 tis. Kč z programu Nová zelená úsporám při splnění podmínek realizace (max. 50 % nákladů).

Vsakovací zařízení může být realizováno jako podzemní prostor vyplněný šterkodrtí fr. 32/64 mm či plastovými bloky, vsakovací nádrž nebo vsakovací šachta (pouze v případě, že dostupný půdorysný prostor neumožní jinou variantu). V případě nadzemních nádrží je možné BP vyústit na terén do povrchových vsakovacích zařízení příp. v kombinaci s podzemním objektem. Vzhledem k předpokládaným vsakovacím podmínkám v území by mělo být vsakovací zařízení doplněno regulovaným odtokem. BP a příp. regulovaný odtok se předpokládá zaústit do stokové sítě.

V případě plochých střech je jako doprovodné opatření možná realizace vegetačních střech. Doporučují se střechy extenzivní na základě možnosti nižší možné výšky substrátu a nižších požadavků na údržbu bez nutnosti doplňkové závlahy. Možnost realizace je nutné ověřit statickým posudkem.

5.4.1.2 Bytové domy

V rámci podpory omezení odtoku z bytových domů je doporučeno zvážit možnost dotace z rozpočtu samosprávy na realizaci alespoň jednoho vybraného z níže uvedených opatření, dále dotační podporu financování údržby opatření, případně

provádění údržby městem. V případě vsakovacích průlehů je nutné umožnění umístění opatření na městských pozemcích. V rámci programu Nová zelená úsporám lze získat dotaci na zelenou střechu (příp. akumulaci) pouze v kombinaci s instalací solárních panelů, zateplením či instalací zdrojů tepla.

Realizace opatření v rámci bytových domů je závislá na technických parametrech jednotlivých staveb.

V závislosti na technickém provedení dešťových svodů, resp. na možnosti oddělení srážkových a splaškových vod, jsou navrhovány vsakovací průlehy s podzemní vsakovací rýhou vyplněnou šterkodrtí frakce 32/64 mm s regulovaným odtokem, umístěné na městských pozemcích kolem bytových domů. Regulovaný odtok se navrhuje převýšený o 0,20 m od základové spáry rýhy. Regulovaný odtok a BP se uvažují zaústit do stokové sítě. V ulici Lidická je možné zapojit odtok ze zařízení do navrhovaného systému akumulační nádrže.

Pokud nebude technicky možné či ekonomicky únosné oddělení svodů srážkové a splaškové vody v rámci vnitřních rozvodů staveb je navržena při dostatečné únosnosti střešní konstrukce realizace extenzivních zelených střech. Únosnost konstrukce je nutné ověřit statickým posudkem. Možná skladba ploché zelené střechy:

- geotextilie gramáž 300 g/m²,
- nopová fólie s min. pevností v tlaku 1,9 kPa,
- netkaná geotextilie gramáž 100 g/m² (filtrační pro zelené střechy),
- substrát vhodný pro suchomilné rostliny, tl. 100 mm,
- vrstva vegetace – rozchodníky (řízky).

V případě realizace příkladové extenzivní střechy dojde ke snížení objemového součinitele odtoku na min 0,45, tj. snížení redukované plochy střechy o 50 %. Plošné přitížení plně nasyceného souvrství je v případě příkladové skladby střechy cca 120 kg/m².

Obě opatření je možné kombinovat.

5.4.1.3 Průmyslové areály

Průmyslové areály mají za povinnost dle zákona č. 274/2001 Sb. (zákon o vodovodech a kanalizacích) platit za odvádění srážkových vod do kanalizace pro veřejnou potřebu. Objem vyfakturovaných srážkových vod z oblasti (15 subjektů) za období 01/2022-09/2023 byl 16,9 tis. m³, při platném ceníku od 1.1.2024 to odpovídá výdajům o 891,8 tis. Kč bez DPH, tj. průměrně 42,5 tis Kč/měsíc pro celou oblast.

V rámci této studie je doporučena revize vypočtených objemů odváděných srážkových v rozsahu kontroly výměry nepropustných povrchů na jednotlivých pozemcích odvodněných pomocí stokové sítě. Zároveň se doporučuje kontrola napojení objektů, tj. případné nalezení nedovolených či jen doposud neznámých přípojek. V rámci zájmové oblasti se nachází řada objektů užívaných pro podnikatelskou činnost (i v rámci zástavby RD), z kterých nejsou dle poskytnutých podkladů evidovány fakturace za odvádění srážkové vody.

Tabulka 13 znázorňuje redukované plochy jednotlivých druhů povrchů a objem odtoku při srážkovém normálu 583 mm (1991-2020 Středočeský kraj) vypočtené v rámci této studie, tj. maximální odtok z povodí (část povrchů pravděpodobně není odkanalizována). Do výpočtů nejsou zahrnuty případné provozovny v RD.

Tabulka 13 - Maximální průměrný roční objem odtoku z průmyslových ploch

povrch	redukovaná plocha (m²)	objem ročního odtoku (m³)
střecha šikmá	26 382	15 380
střecha plochá	11 797	6 878
zpevněné nepropustné povrchy - celistvé	43 551	25 390
zpevněné nepropustné povrchy - dlažby	500	292
nezpevněný hutněný povrch	9 156	5 338
zeleň	275	160
celkem	91 661	53 438

V rámci opatření je pro průmyslové areály možné doporučit retence, vsakování vody ze střech objektů a jejich následné regulované vypouštění přímo do vodního toku či jednotné kanalizace. Opatření je nutné volit s ohledem na druh znečištění srážkového

odtoku, obzvláště pokud by došlo k připojení zpevněných pojezdových ploch. Pro jednotlivé subjekty je doporučeno posoudit vhodnost a příp ekonomické benefity realizace akumulčních nádrží a následného využití vody.

V rámci motivace jednotlivých subjektů k realizaci opatření na retenci srážkové vody je vhodné (pro vlastníka kanalizace VAK Mladá Boleslav a.s.) zvážit možnost nižších poplatků i v případě pouhé regulace odtoku ze stávajících objektů a povrchů.

Varianta individuálního odvádění srážkových vod do toku Veselka z areálu firmy PROF SVAR s.r.o je vzhledem k nepříznivým výškovým podmínkám a poloze či stavu stávající technické infrastruktury považována za neproveditelnou.



5.4.2 Veřejné prostory

V rámci uličních a jiných veřejných prostor se navrhuje opatření pro minimalizaci srážkového odtoku ze zpevněných ploch. V následujících kapitolách jsou popsána jednotlivá navržená opatření a objekty dle připojených povodí (ulic). Všechna povodí, pro které jsou navrhovány úpravy (vč. jen přespádování) jsou znázorněny na Obrázku 7. Schématické umístění objektů a opatření je pak zřejmé z přílohy 1.



Obrázek 19 – Povodí zasažená opatřeními – veřejné prostory; červená – zpevněné celistvé povrchy, fialová – nepropustná dlažba; (světle červená – bez úpravy odtoku, zásah v rámci návaznosti příčného spádování)

Detaily dimenzování objektů jsou k nahlédnutí v příloze 5.

Při návrhu jednotlivých opatření se uvažuje zásah do stávajících povrchů a úpravy uličních prostor v zájmové oblasti v nutném rozsahu:

- úprava povrchů komunikací spojená s přespádováním (bez celkové úpravy rozložení prvků v uličním či veřejném prostoru):
 - ul. Obránců Míru
 - ul. U trati
 - ul. Nerudova
 - ul. Lidická
 - ul. Lomená
- výměna obrub, realizace povrchových odvodňovacích liniových prvků (např. šterbinových žlabů) či zelených pruhů a s tím spojený zásah do okolních zpevněných povrchů (vozovka, chodník):
 - ul. Obránců Míru
 - ul. Tylova
 - ul. Lomená
 - ul. Lidická
- realizace nových uličních prostor:
 - ul. Jiráskova
- výměna stávajících nepropustných povrchů za propustné v celé šíři stávajícího povrchu či částečně:
 - Ul. Jiráskova (v šíři pakovacích pruhů)
 - Lidická ulice – příjezdové komunikace ke garážovým a bytovým domům
 - Nerudova ulice – parkovací stání, parkové cesty

Přespádováním ulic dle návrhu dojde také k vytvoření nouzových odtokových cest pro případ extrémní srážkové události, tak aby nebyla vodou z veřejných prostor příp. přetoku ze stokové sítě ohrožena stávající zástavba.

Součástí realizace jednotlivých opatření bude obnova stávající povrchů či realizace nových povrchů v rámci souvisejících úprav. Dále realizace nutných přeložek IS v případě kolize s opatřením (kabelové vedení) či nesouhlasem správce s umístěním v ochranném pásmu sítě (plynovod, vodovod) i přes realizaci ochranných prvků



(chráničky, neprokořitelné folie atd). Zároveň dojde ke zrušení nepotřebných uličních vpustí.

Zpevněné propustné povrchy navrhované v rámci zapojení ploch do objektů je možné realizovat i samostatně.

5.4.2.1 Jiráskova ulice

Část UL-J-1

V této části ulice se navrhuje realizace nového uspořádání uličního prostoru:

- Chodník - 1,5 m
- Zelený pás – 1,5 m
- Parkovací stání – 2,25-2,5 m
- Jízdní pruhy – 2 x 3,5 m
- Zelený pás – 1,5 m
- Chodník – 1,5 m

Parkovací stání se navrhuje jako zpevněná propustná s užitím TTE-roštů. Zelený pás je koncipován jako mělký průleh je s podzemní retenční rýhou (vsakovací v závislosti na ohrožení okolních staveb, odstupy vsakovacích zařízení od budov dle normy ČSN 75 9010) a stromořadím. Stromy budou sázeny ve sponu 7,0 m. Při výběru taxonů v rámci dalších stupňů dokumentace je nutné dbát, aby nedošlo k ohrožení okolních budov a byla zajištěna dostatečná průchozí a průjezdná výška. Podzemní rýha bude napojena na výsadbové jámy jednotlivých stromů. V části ulice u toku Veselka je navrhováno regulované odvádění vod z podzemní rýhy do toku. BP bude zaústěn také do vodoteče. Průleh bude přerušen v úseku penzionu, bude realizována pouze podzemní rýha.



Parametry objektu (odvodnění do vodoteče) jsou:

- **nutný retenční objem rýhy : nepožadován**
- **nutný retenční objem rýhy: 64,90 m³**
- délka odvodňovaného úseku: 120,0 m,
- podélný sklon rýhy a drenážního potrubí: 5,0 ‰,
- **velikost regulovaného odtoku: 0,5 l/s.**

Ve zbylém úseku je uvažováno se zapojením regulovaného odtoku z výsadbových jam do jednotné stokové sítě. Šterková rýha slouží k zajištění přívodu srážkové vody k jednotlivým stromům. BP bude napojen do stokové sítě.

Parametry objektu (odvodnění do kanalizace) jsou:

- **nutný retenční objem rýhy : nepožadován**
- **nutný retenční objem rýhy: 117,40 m³**
- délka odvodňovaného úseku: 205,0 m,
- **velikost regulovaného odtoku: 0,5 l/s.**

Vzhledem k poloze stávající IS (plynovod, kanalizace) je nutná realizace jejich ochrany před prorůstáním koření, např. neprokořitelná folie či chráničky, příp. přeložka plynovodních vedení PE d63 v délce cca 110 m od křižovatky s ul. Hrnčířská.

Průleh bude přerušena vjezdy na soukromé pozemky. Pro přístup k parkovacím plochám budou zřízeny propustné zpevněné chodníčky či lávky.

Alternativou, k úpravě celého uličního prostoru, je realizace jednostranného sklonu a širšího zeleného pruhu po jedné straně komunikace či realizace parkovacích zálivů se zpevněnými propustnými povrchy a stromořadí. Při této variantě dojde k významnému omezení parkovacích míst.

Část UL-J-2

V této části ulice je navrhovaná realizace TTE-roštů (zpevněných propustných povrchů) v místě parkovacích stání.

5.4.2.2 Lidická ulice

V ulici Lidická v místě stávajícího stromořadí je navržena realizace povrchového průlehu s hrázkami, podzemní stěrkovou rýhou a drenážním potrubím. Drenážní potrubí bude mít dostatečnou kapacitu na odvedení veškerého srážkového odtoku bez retence (DN 250). Tento průleh bude sloužit především k předčištění srážkového odtoku, vzhledem k velkému podélnému sklonu (cca 30,0 ‰) se vsakování nepředpokládá ovšem nevylučuje.

Průleh bude přerušován v místech vjezdů ke garážím. Šířka vozovky ulice bude zmenšena o 0,5 m (vyhovuje normě ČSN 73 6110). Přilehlé komunikace budou přespádovány, aby byl umožněn povrchový odtok srážkové vody z těchto ploch do průlehu. U příjezdové komunikace ke garážím se předpokládá podpovrchový odtok přímo do stěrkové rýhy. Odtok ze střech garáží bude veden potrubím přímo do drenážního potrubí pod průlehem.

Parametry průlehu jsou:

- **nutný retenční objem povrchového průlehu: 18,55 m³**
- šířka průlehu: 0,5 m,
- délka průlehu: 165,m,
- sklony svahů: 1:25,
- **velikost regulovaného odtoku: l/s.**

BP je navržen do stokové sítě.

Na drenážní potrubí bude navazovat plné potrubí přivádějící vodu do navrhované akumulární nádrže. Nádrž bude umístěna dle preferencí vlastníka pozemků (město Mnichovo Hradiště) buď v místě zelené plochy s památníkem či v ul. Obránců Míru nebo v místě parkovací plochy před hřbitovem.

Akumulační prostor byl stanoven v závislosti na připojené ploše a množství odběrů variabilně:

- V-AN-1 - 1x odběr (celkem 3,0 m³/den) – **15 m³ (C_r = 79,5 %)**
- V-AN-2 - 2x odběry (celkem 6,0 m³/den) – **40 m³ (C_r = 80,7 %)**
- V-AN-3 - 3x odběry (celkem 9,0 m³/den) – **80 m³ (C_r = 77,2 %)**



Akumulační prostor může být alternativně k nádrži řešen pomocí velkoprofilového potrubí. BP z akumulací nádrže bude zaústěn do podzemního vsakovacího zařízení. Požadovaný **retenční objem** vsakovacího zařízení je dle variant:

- V-AN-1 - **200 m³**
- V-AN-2 - **183 m³**
- V-AN-3 - **146 m³**

Tyto hodnoty jsou vypočteny pouze pro zaústění BP ze akumulací nádrže. V případě připojení dalších objektů bude nutné navýšení retenčního objemu.

Při podrobném návrhu zařízení je nutné zvolit výškové řešení umožňující zaústění regulovaného odtoku a BP ze vsakovacího zařízení do stokové sítě. Takovýmto výškovým řešením by měla být zajištěna i dostatečná výška nad úrovní hladiny podzemní vody (nutno prověřit průzkumem).

Navrhuje se zřízení odběrového místa akumulované vody z nádrže pro účely místního hřbitova.

Pro příjezdové komunikace k řadovým garážím a parkovací plochy u bytových domů (viz. kapitola 5.4.2.7) je navrhována realizace zpevněných propustných povrchů, doporučené řešení je užití TTE-roštů s variabilní možností výplně dlažebními kostkami a zatravněním.

Příjezd ke garážím

Příjezdová komunikace ke garážím ze strany bytových domů bude vyspádována do jednostranného sklonu, povrchový odtok tak bude přiváděn do navrhovaného zatravněného průlehu s drenážním potrubím. Zároveň dojde k utěsnění, tj. zamezení vsakování v části komunikace přiléhající ke garážím min. do vzdálenosti 1,5 m a realizace příčných záchytných drenážních potrubí v drenážní vrstvě konstrukce povrchu.

Komunikace ze strany hřbitova bude vyspádována do V. Tvar spádování budou kopírovat konstrukční vrstvy zpevněného propustného povrchu. Do drenážní vrstvy bude umístěno v nejnižším bodě tvaru V drenážní potrubí, které bude vzhledem k velkému sklonu komunikace srážkový odtok odvádět do stávající otevřené retenční

nádrže a dále regulovaně do kanalizace. V rámci této realizace je nutné prověření velikosti regulovaného odtoku stávajícím potrubím a trasu tohoto potrubí.

Příjezd k bytovým domům + parkovací plochy

Pro příjezdy k bytovým domům a parkovací plochy jsou navrhovány propustné povrchy (kap. 5.4.2.7). Odtok z těchto ploch je uvažován do stokové sítě.

5.4.2.3 Tylova, Lomená, Obránců Míru (UL-OM-2)

V rámci ulic Tylova, Lomená a části ul. Obránců Míru mezi ul. Lomená a Lidická (UL-OM-2) se navrhuje v zájmové oblasti nahrazení odvodnění pomocí uličních vpustí povrchovým liniovým odvodněním. Pro tyto účely je možné využít obrubníkové odvodnění, šterbinové žlaby, příp. žlabovky. Liniové prvky je možné kombinovat (v závislosti na možnosti napojení dle vybraného výrobce). Doporučuje se využití obrubníkového odvodnění, vzhledem ke koordinaci se stávajícími IS. Obrubníkové odvodnění bude realizováno v místě stávající obruby, nedojde tedy k realizaci prvků v šířce vozovky a budou omezeny možné kolize s IS. V ul. Obránců Míru se předpokládá částečný souběh liniového odvodnění a vodovodu LT DN 100. Tento souběh je nutné dále ověřit vytýčením. V Tylově ul. je nutné možný souběh vodovodu LT DN 80 a plynovodu OC DN 32 ověřit vytýčením. V případě realizace opatření je nutné získat souhlas správce se souběhem či navrhnout přeložku kolizních IS.

V rámci návrhu těchto prvků je počítáno s přespádováním komunikace v ulici Obránců Míru a vrchní části ulice Lomená do jednostranného sklonu (dle přílohy 1).

Tyto liniové odvodňovací prvky budou přivádět srážkovou vodu do prostoru stávající zelené plochy, kde je navrhován plošný vsakovací průleh s podzemním vsakovacím prostorem z plastových bloků a s regulovaným odtokem. BP odtok z podzemního prostoru je možné příp. zaústit do vsakovacího zařízení za akumulární nádrží (ul. Lidická).



Dimenze průlehu jsou závislé na zvoleném liniovém odvodnění, tj. nutnosti zahloubení průlehu pod úroveň komunikace. Navrhované parametry objektu:

- **nutný retenční objem průlehu:**
- hloubka nadržení vody: 0,2 m,
- tloušťka půdního filtru: 300 mm,
- sklony svahů: 1:2,5;
- předpokládané zahloubení průlehu vůči povrchu komunikace: 0,7-0,8 m,
- půdorysná plocha v úrovni vozovky: 200,0 m².
- **retenční objem podzemního tělesa: 374,54 m³** (p=0,1; dle dostupných výrobků)
- půdorysná plocha podzemního prostoru: 416,16 m² (dle dostupných výrobků),
- výška sestavy bloků: 1,0 m
- **velikost regulovaného odtoku: 1,9 l/s** (kapacitní: 3,8 l/s).

Regulovaný odtok se navrhuje převýšený o 0,2 m nad úroveň základové spáry objektu, pokud to umožní ověřené vsakovací podmínky (hydrogeologický posudek)

5.4.2.4 ul. Obránců Míru (UL-OM-1,UL-OM-3)

V části ulice před hřbitovem (UL-OM-1) se navrhuje úprava komunikace do jednostranného sklonu, tj. pokračovat v přespádování v rámci celé ulice (viz. kapitola 5.4.2.3). Dále je navrhována realizace průlehu s podzemní vsakovací rýhou a regulovaným odtokem v délce stávajícího chodníku u hřbitovního parkoviště ze strany komunikace. V rámci tohoto opatření dojde ke zúžení komunikace o šíři průlehu.

Parametry objektu jsou:

- **nutný retenční objem průlehu: 5,25 m³**
- **nutný retenční objem rýhy: 24,66 m³**
- šířka objektu: 1,0 m,
- délka objektu: 46 m,
- sklony svahů: 1:25,
- **velikost regulovaného odtoku: 0,5 l/s.**



BP se bude zaústěn do stokové sítě. Regulovaný odtok je možné zaústit do vsakovacího zařízení v sérii s AN navrhovaného v rámci opatření v Lidické ulici. Pokud to nebude možné bude regulovaný odtok společně s BP zaústěn do stokové sítě. V prostoru parkoviště je doporučeno zachovat propustný povrch. Stávající nezpevněný ale zhutněný povrch je možné nahradit zpevněným propustným povrchem, např. TTE-rošty.

V části ulice mezi ul. Lomená a Turnovská (UL-OM-3) je navrhována realizace vsakovacího průlehu s regulovaným odtokem po obou stranách zelené plochy. I zde se počítá s realizací jednostranného sklonu. Vsakovací průleh nahrazuje po jedné straně v rámci tohoto návrhu stávající chodník

Parametry objektů:

- **nutný retenční objem průlehu: 9,39 m³,**
- **nutný retenční objem rýhy: 118,31 m³**
- šířka objektů: 2x ,2 m,
- délka průlehu: 2x 80 m,
- sklony svahů: 1:25,
- **velikost regulovaného odtoku: 0,5 l/s**

BP i regulovaný odtok se navrhuje zaústit do stokové sítě.

V rámci realizace průlehu je vhodná úprava podloží stávající zeleně. Vzhledem k výskytu vzrostlých stromů v zelené ploše je doporučeno nahrazení stávající zeminy vhodným substrátem pro retenci vody. Při pracích musí být postupováno tak, aby nedošlo k významnějšímu poškození kořenového systému (např. vyfoukáním stávající zeminy). Před realizací se doporučuje prověřit stav dřevin a případně přistoupit ke kácení a výsadbě nových stromů.

V případě realizace úpravy stávající plochy, tj. navýšení retenčního prostoru je doporučeno ověřit možné podpovrchového připojení dešťových svodů přilehlých řadových garáží.

5.4.2.5 Nerudova ulice

V ulici je navrhována realizace jednostranného sklonu k stávající parkové ploše a realizace vsakovacího průlehu s podzemní rýhou s regulovaným odtokem z plastových bloků podél hranice zelené plochy s vozovkou. Do průlehu bude odvodňována plocha od vjezdu do budovy LDN po konec parkové plochy.

Parametry průlehu jsou:

- **nutný retenční objem průlehu: 17,4 m³,**
- **nutný retenční objem rýhy: 62,14 m³,**
- šířka objektu: 1,5 m,
- délka objektu: 55,0 m,
- slony svahů: 1:2,5,
- **velikost regulovaného odtoku: 0,5 l/s.**

BP přeпад se navrhuje zaústít do kanalizace.

Součástí tohoto řešení mohou být terénní modelace stávající zelené plochy spočívající ve snížení do úrovně komunikace, příp. vzhledem k vzrostlým stromům realizace terénních depresí a realizace zapuštěných obrubníků.

Dále je navrhována realizace zpevněných propustných povrchů na příčných parkovacích stáních v horní části ulice, preferovaně TTE-rostů, a zpevněných či nezpevněných povrchů pro parkové cesty.

5.4.2.6 Ulice U Trati

V první části ul. U Trati (UL-UT-1) je doporučeno vytvoření jednostranného sklonu směrem ke garážím, aby došlo k nouzovému odvodu vod od staveb rodinných domů v případě přetížení stokové sítě vlivem extrémních srážkových událostí. Příjezdy ke garážím se navrhuje realizovat zpevněné propustné s půdním filtrem v celé šířce, např. pomocí zatravnovacích roštů. Dešťový odtok z garáží je doporučeno vést povrchově do vpustí pomocí zatravněných příkopů.

V druhé části ulice (UL-UT-2) je navržena realizace propustných zpevněných povrchů vozovky (propustného betonu). Alternativně je možné přespádování ulice do



jednostranného sklonu směrem k železniční trati a realizace vsakovacího průlehu s regulovaným odtokem v zelené ploše patřící městu podél vozovky.

5.4.2.7 Parkoviště a vjezdy k řadovým garážím

V rámci této studie se navrhuje realizace propustných zpevněných povrchů pro parkovací plochy v oblasti (před bytovými domy vč. příjezdů) a vjezdy k řadovým garážím. Preferovanou variantou je užití TTE-roštů s možností variabilního řešení povrchu. V případě větších sklonů je možné využít jemnější frakci drenážní vrstvy (fr. 0-32), nebo v případě nevyhovujících vsakovacích podmínek je možné drenážní vrstvu doplnit drenážním potrubím s odtokem do kanalizace. Celkem se jedná o 0,57 ha ploch. Jejich umístění je patrné z přílohy 1.

5.4.3 Obecné podmínky návrhu/realizace

Veškeré podzemní prostory budou vybaveny revizní šachtou umožňující přístup a údržbu objektu. Nátoky do povrchových objektů budou realizovány v co největší možné míře plošně, příp. bude přítok rozdělen do vícero bodových nátoků, které budou opevněny proti erozním účinkům vody. V případě nátoků ze zpevněných komunikací s obrubami, musí být tyto obruby realizovány jako zapuštěné či alespoň přerušované.

Všechny objekty budou opatřeny bezpečnostním přelivem.

V oblasti se nacházejí stávající inženýrské sítě. Při návrhu jednotlivých objektů bylo dbáno, aby bylo v maximální možné míře zabráněno kolizím se stávajícím IS. V případě vzniklé kolize s návrhem bylo uvažováno s případným přeložením stáv. IS (vodovod, plynovod, kabelové a sdělovací vedení). V případě umístění navrženého opatření v ochranném pásmu IS je nutné pro tuto realizaci mít souhlas správce dané sítě. Skutečné vedení IS je nutné prověřit geodetickým zaměřením.

Tabulka 14 - Ochranná pásma IS

Druh vedení			Ochranné pásmo (oboustranně od krajního kabelu nebo od stěny potrubí)
Elektrické venkovní nadzemní	1 – 35 kV	vodič bez izolace	7 m
		vodič s izol. základní	2 m



Druh vedení		Ochranné pásmo (oboustranně od krajního kabelu nebo od stěny potrubí)
	závěsné kabel. vedení	1 m
	35 – 110 kV	12 m
	závěsné kabel. vedení 110kV	2 m
	110 - 220 kV	15 m
	220 – 400 kV	20 m
	nad 400 kV	30 m
	telekomunikační zařízení provozovatele energetické sítě	1 m
Elektrické venkovní podzemní (kabelové)	do 110 kV	1 m
	nad 110 kV	3 m
Sdělovací kabely	místní	2 m
	dálkové	3 m
Vodovod	do DN 500 včetně	1,5 m
	nad DN 500	2,5 m
	do DN 500 včetně, hl. větší než 2,5 m	2,5 m
	nad DN 500, hl. větší než 2,5 m	3,5 m
Kanalizace	do DN 500 včetně	1,5 m
	nad DN 500	2,5 m
	do DN 500 včetně, hl. větší než 2,5 m	2,5 m
	nad DN 500, hl. větší než 2,5 m	3,5 m
Plynovod NTL, STL	mimo zástavbu	2 m
	v zástavbě	1 m
Plynovod VTL	do 40 barů	2 m
	nad 40 barů	4 m
Tepelná zařízení	po obou stranách zařízení	2,5 m

Vsakování

Před realizací vsakovací objektů je nutné zpracování aktuálního hydrogeologického posudku včetně vsakovacích zkoušek v místě opatření. V případě nalezení nepropustných vrstev přiměřené tloušťky nad propustným podložím je nutné tyto vrstvy před realizací odstranit a nahradit je propustnou zeminou. Vsakování není možné realizovat v místě staré ekologické zátěže, pokud nedojde před realizací objektu k sanaci.

Regulovaný odtok ze vsakovacích zařízení je vhodné realizovat jako převýšený.



Návrh zařízení je řízen normou ČSN 75 9010. V případě návrhu doby prázdnění vsakovacího zařízení je vhodné řídit se Standarty hospodaření s dešťovou vodou na území hlavního města Prahy, tj. hodnotou doby prázdnění do 24 hod (70% objemu) místo 72 hod vyžadovaných normou ČSN 75 9010.

Půdní filtr

Pokud bude zařízení vybaveno půdním filtrem sloužícím k předčištění srážkové vody bude jeho tloušťka min. 200 mm (lépe 300 mm). Složení filtru se bude řídit TNV 75 9011 (min. obsah humusu 3 % atd.). Hydraulická vodivost bude na úrovni 10^{-4} – 10^{-5} m/s (pro účely této studie navrhováno $5 \cdot 10^{-4}$ m/s).

Retenční prostory

Podzemní retenční prostory vyplněné štěrkem či plastovými bloky budou vybaveny odvzdušněním. Tělesa budou chráněna proti vyplavování jemných částic pomocí geotextilie. Geotextilie nebude umístěna ve dně v případě vsakovacích těles.

U retenční prostorů z plastových bloků budou při realizaci dodrženy pokyny výrobce.

Bude zajištěna dostatečná výška krytí, aby nedošlo k poškození tělesa či budou přijata jiná opatření.

Pokud nemá docházet v rámci tělesa ke vsakování bude utěsněno pomocí jílové zeminy, příp. nepropustné folie.

Zpevněné propustné povrchy

Při realizaci zpevněných propustných povrchů musí být zajištěna dostatečná propustnost konstrukční pláň. Součástí konstrukčního souvrství musí být čistící vrstva (možno kombinovat s nosnou vrstvou) se složením dle TNV 75 9011 (min. obsah humusu 3 % atd). U nepropustných povrchů s propustnými spárami musí spáry zabírat min 15 % z celkové plochy povrchu. Propustnost výplně spár musí být větší než $5 \cdot 10^{-4}$ m/s.

U všech výrobků musí být dodržovány pokyny výrobce.



Vegetační střechy

Vegetační souvrství bude navrženo dle zvoleného porostu a možného dodatečného zatížení střechy.

Skladba souvrství a jednotlivé vrstvy budou navrženy dle Standardů pro navrhování, provádění a údržbu: Vegetačního souvrství zelených střech.

Před realizací musí být posouzena dostatečná únosnost konstrukční vrstvy střechy statickým posudkem a zhodnocen stav stávající hydroizolace střechy. V případě horšího technického stavu a ohrožení stavby průsaky srážkové vody či nedostatečného přetažení hydroizolačních prvků nad úroveň navrhovaného vegetačního souvrství, je nutná realizace nové hydroizolační vrstvy.

Odtok bude osazen vhodnou ochranou s bezpečnostním přelivem.

Akumulační nádrž

Akumulační nádrži musí být předsazeno předčištění, min. v rozsahu zachycení hrubých nečistot. Při zachycování vody z komunikací bude nádrž zařazena za předčištění pomocí půdního filtru a šachtu s kalovým prostorem. Nádrž bude vždy vybavena bezpečnostním přelivem.

Při realizaci musí být dodrženy pokyny výrobce.

Výsadba stromů

Při výsadbě stromů bude dodržen min. objem prokořenitelného prostoru dle příslušného zvoleného taxonu. Výsadba do prokořenitelné půdy musí odpovídat kvalitativním požadavkům SPPK A02 007:2020 Úprava stanovištních poměrů dřevin, s výhodou může být využito vhodných substrátů. Podrobný návrh a realizace bude v souladu se Standardy péče o přírodu a krajinu (Řada A).

K výsadbě stromů se přistoupí až po skončení prací, při kterých dochází k hutnění podloží. Bude zajištěno, že nedojde k zhutnění v rámci prokořenitelného prostoru jednotlivých stromů.

Při detailním návrhu stromořadí musí být dodrženy rozhledové úhly.

5.5 Minimální požadavky HDV v rámci nové výstavby

- Návrh objektů HDV se bude řídit normami TNV 75 9011, ČSN 75 9010 a ostatní platnými předpisy,
- při návrhu nových ploch bude dbáno na minimalizaci omezování nezpevněných propustných povrchů. V případě nutnosti zpevnění povrchu bude, tam kde je to přípustné, co největší možné míře přistupováno k zpevněným propustným povrchům s čistící vrstvou či půdním filtrem,
- srážkový odtok ze zastavěných či zpevněných ploch musí být řešen:
 - přednostně jejich akumulací a dalším využitím, vsakováním či výparem:

Za akumulaci bude vždy přednostně umístěno zařízení pro vsakovaná nevyužitých vod. Akumulovaná voda bude přednostně využita pro zálivku. V případě, že vody nebudou akumulovány pro další použití bude jejich likvidace řešena přednostně vsakováním v povrchových objektech s možností výparu a filtrace přes půdní filtr,

- v případě, že vsakování nebude přípustné či proveditelné vzhledem k hydrogeologickým poměrům, znečištění srážkového odtoku či by docházelo k ohrožení již existujících okolních staveb či pozemků, bude zvoleno regulované odvádění do povrchových vod prostřednictvím povrchových prvků či oddílné dešťové kanalizace,
- v případě, že regulované odvádění do povrchových vod není přípustné či proveditelné, je možné přistoupit k regulované odvádění do jednotné kanalizace.
- při projektování uličních prostorů bude kladen důraz na koordinaci jednotlivých prvků vč. IS tak, aby bylo umožněna realizace prvků MZI preferovaně s možností výsadby stromořadí.

5.6 Úpravy na stokové síti

Za cílem navýšení hydraulické kapacity sítě byla vypracována aktualizace generelu (Ing. Čížek, 2009), v rámci kterého bylo navrženo navýšení profilů stok v ul. Obránců Míru, Lomená, Jiráskova. V ulici Jiráskova bylo předpokládáno zachování stávajícího zdvojení stok jednotné kanalizace. V rámci dalších projektových stupňů je vhodné prověřit možnost realizace jedné středové stoky s ohledem na napojení stávajících přípojek a koordinace s ostatními IS.

V rámci této studie se na stokové síti doporučují následující úpravy:

- úprava nátok z ul. Smetanova do šachty v ul Dvořáková,

V tomto místě je nesprávně napojena stoka z ul. Smetanova do hlavní stoky „A“, tj. v úhlu menším než 90°. Navrhuje se úprava napojení, tak aby se úhel pohyboval vhodně v rozmezí 90°-270°.



Obrázek 20 - Špatně řešený nátok ze Smetanovi ulice (zdroj: autor)

- realizace spojné komory v křižovatce Jiráskova, Obránců Míru a Dvořákova,

V místě napojení stok z Jiráskova do hlavní stoky „A“ dochází k soutoku tří stok kruhového profilu DN 400, DN 500 a DN 600, dále pokračuje betonová stoka o profilu 600/900. V tomto místě se navrhuje realizovat spojnou komoru. V případě že by přetrvával záměr pokračování ve výstavbě dle aktualizace generelu (Ing. Čížek, 2009), tj. zdvojení sběrače v ul. Dvořákova, byl by tento objekt spojné komory v návrhu propojen s objektem komory rozbočné osazené hradicím zařízením pro kontrolu odtoku do stávající stoky. Realizace objektu spojné komory či sdružených komor bude zřejmě vyžadovat úpravy v rámci stávající stokové sítě. Při návrhu objektu je nutné dbát na možné zvětšení profilů přitékajících stok dle aktualizovaného generelu.

5.7 Výsledky jednoduché simulace

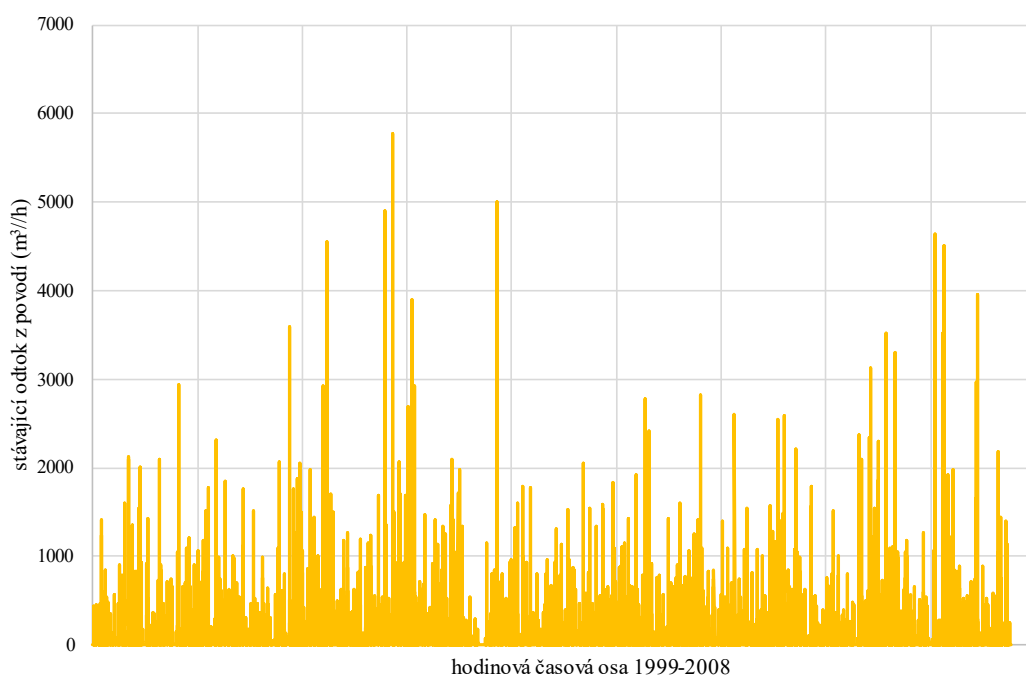
5.7.1 Dimenzování

Nutné retenční objemy podzemních rýh u objektů průleh-rýha se po provedení jednoduché simulace navýšili o 40-53 %.

Došlo k přepočítání stupně pokrytí potřeby vody z AN, které bylo pro jednotlivé objemy navýšeno o 4,3 % (V-AN-2), 6,7 % (V-AN-1) a 11,09 % (V-AN-3).

5.7.2 Stávající stav

Pro stávající stav byly simulovány hodinové objemy odtoku (GRAF), tj. hodinový odtok ze všech povrchů v zájmovém území. Ve skutečnosti, bude objem odtoku s největší pravděpodobností menší vzhledem k předpokladu, že nedochází k odtoku do kanalizace ze všech povrchů povodí typových ploch (viz. posouzení typových ploch). Průměrný roční objem odtoku ze zájmové oblasti pro daná srážková data byl vypočten jako 94,83 tis. m³/rok.



Graf 2 - Stávající odtok z povodí

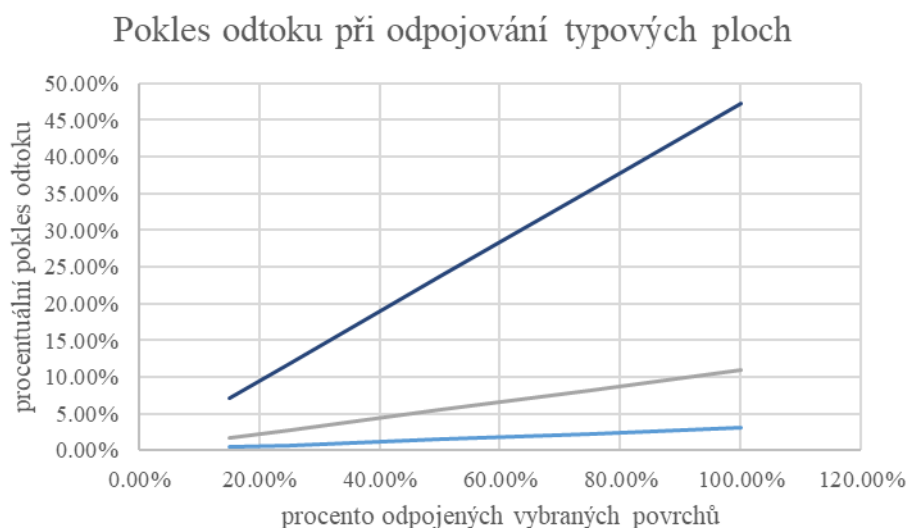
Pro další porovnání níže bylo užito stávajícího odtoku ze všech povrchů.

5.7.3 Vliv odpojení typových ploch

Pro určené procentuální odpojení vybraných povrchů byla sestavena následující tabulka (Tabulka 15) a graf (Graf 3) procentuálního poklesu celkového objemu odtoku z jednotlivých typových povodí a z celé oblasti. Tyto procenta vzhledem ke zvolené metodě simulace odpovídají i poklesu max. průtoků, tj. špičkových hodinových odtoků.

Tabulka 15 - Vliv odpojení typových ploch na objem odtoku

procento odpojení vybraných povrchů	RD		BYTOVÉ DOMY		PRŮMYSLOVÉ AREÁLY	
	pokles odtoku		pokles odtoku		pokles odtoku	
	z dané plochy	z celé oblasti	z dané plochy	z celé oblasti	z dané plochy	z celé oblasti
15.00%	9.43%	1.65%	15.00%	0.46%	13.46%	7.08%
25.00%	15.72%	2.75%	25.00%	0.76%	22.43%	11.81%
50.00%	31.43%	5.50%	50.00%	1.52%	44.86%	23.61%
75.00%	47.15%	8.25%	75.00%	2.28%	67.28%	35.42%
100.00%	62.86%	11.01%	100.00%	3.03%	89.71%	47.23%



Graf 3 - Grafické znázornění poklesu odtoku v závislosti na procentu odpojených typových ploch

5.7.4 Vliv opatření ve veřejných prostorech

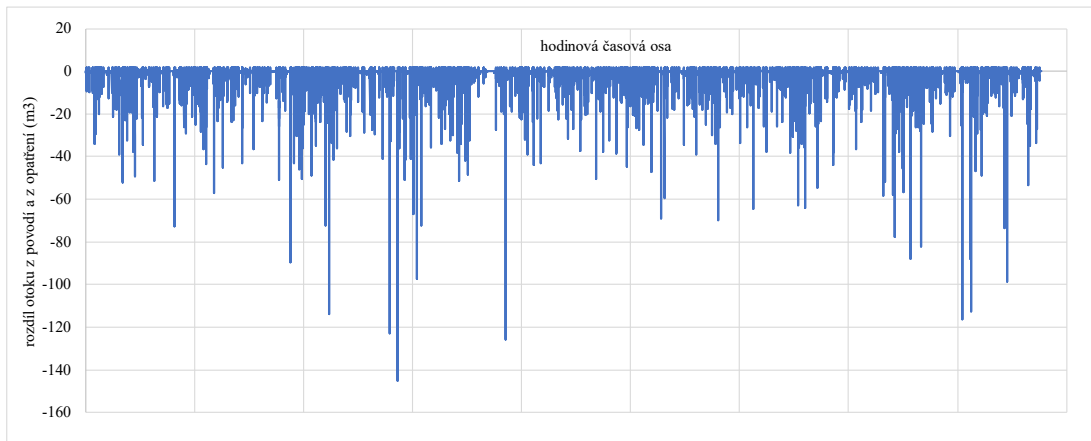
Posouzení bylo provedeno jednotlivě pro navrhované objekty či jejich série v jednotlivých dílčích povodích v rámci veřejných prostor. Při tomto posouzení byl vyjádřen rozdíl odtoku z daného povodí oproti stávajícímu stavu. Při simulaci objektů bylo počítáno i s navrhovanou realizací zpevněných propustných povrchů a jiných úprav v rámci povodí objektu. Zároveň byla zvlášť provedena simulace pro realizaci všech zbylých navrhovaných zpevněných propustných povrchů mimo povodí objektů.

Na níže uvedených grafech rozdílů odtoků je možné vidět i vliv na rozložení odtoku v čase vlivem regulace z jednotlivých objektů (kladné hodnoty).

5.7.4.1 Jednotlivé objekty a opatření

Průlehy s rýhou – ul. Jiráskova

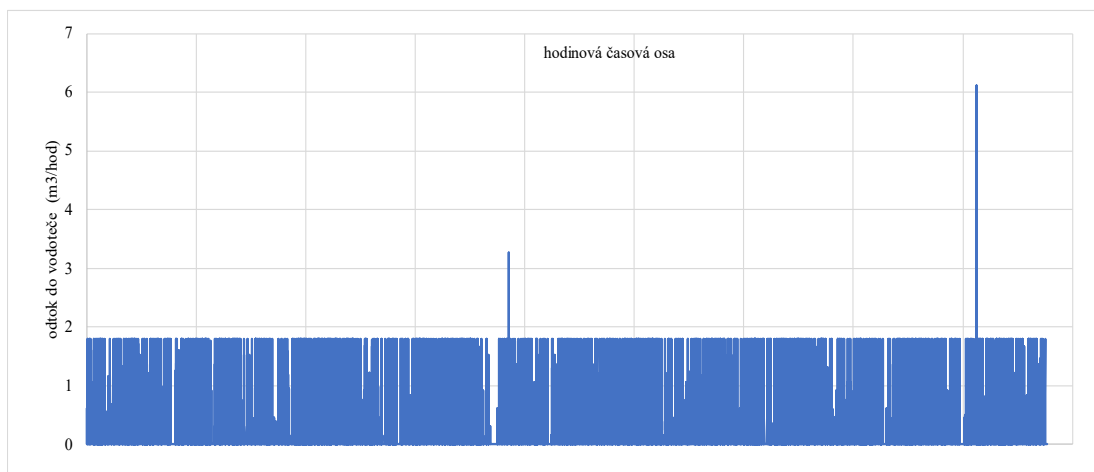
Průlehy s rýhou v této ulici jsou navrhovány jako retenční bez vsakování. Ke snížení objemu odtoku z povodí dojde vlivem realizace zpevněných propustných povrchů. Objem odtoku do kanalizační sítě bude zmenšen ještě o odtok z části ulice odvodněné do vodoteče. Rozdíly v objemu odtoků do kanalizační sítě v čase jsou zobrazeny na Grafu 4.



Graf 4 - rozdíl odtoků - úprava v ul. Lidická

Celkově dojde ke snížení objemu odtoku ze zájmové oblasti o 1,05 %.

Časové rozložení odtoku do vodoteče Veselka je znázorněno v Grafu 5. Průměrný roční objem odtoku je 0,82 tis. m³/rok.

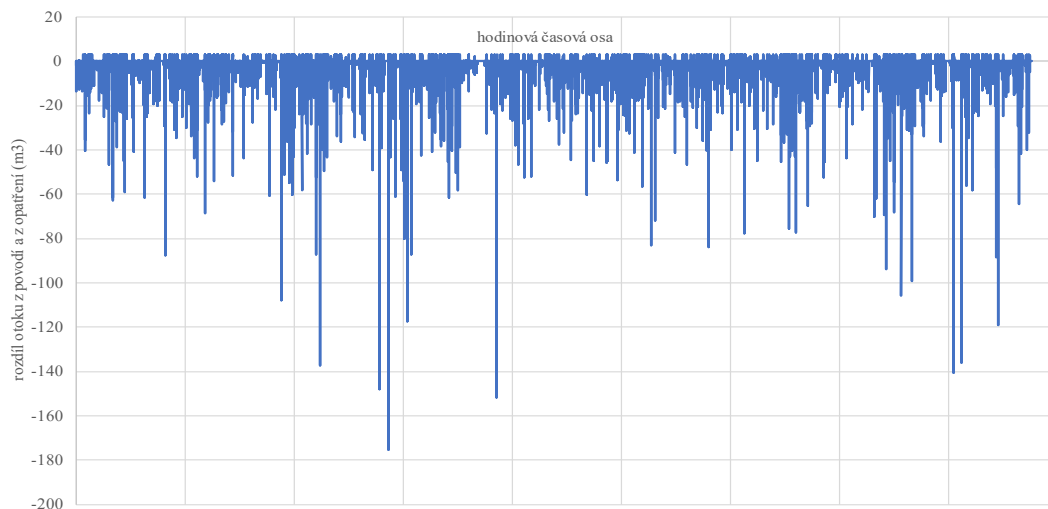


Graf 5 - odtok z objektu do vodoteče

Série akumulční nádrže a vsakování – ul- Lidická

V-AN-1

Při realizaci série navrhované akumulční nádrže se vsakovacím zařízením ve variantě V-AN-1 a navrhovaných propustných povrchů v povodí této nádrže dojde ke snížení celkového odtoku z tohoto dílčího povodí o 51,7 %, tj. 1,51 tis. m³/rok (pro daná srážková data). Rozdíly v objemu odtoku v čase jsou znázorněny v Grafu 6.

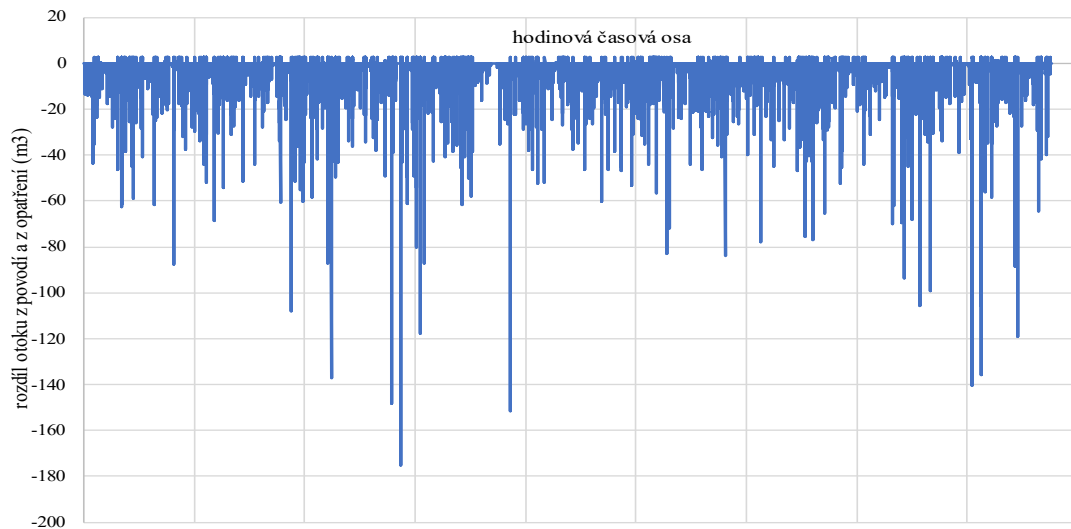


Graf 6 – rozdíly odtoku – V-AN-1

V případě realizace dojde ke snížení odtoku z celé zájmové oblasti o 1,59 %.

V-AN-2

V případě realizace navrhované série akumulční nádrže se vsakovacím zařízením ve variantě V-AN-2 a navrhovaných propustných povrchů v povodí této nádrže dojde ke snížení celkového odtoku z tohoto dílčího povodí o 64,0 %, tj. 1,87 tis. m³/rok (pro daná srážková data). Rozdíly v objemu odtoku v čase jsou znázorněny v Grafu 7.

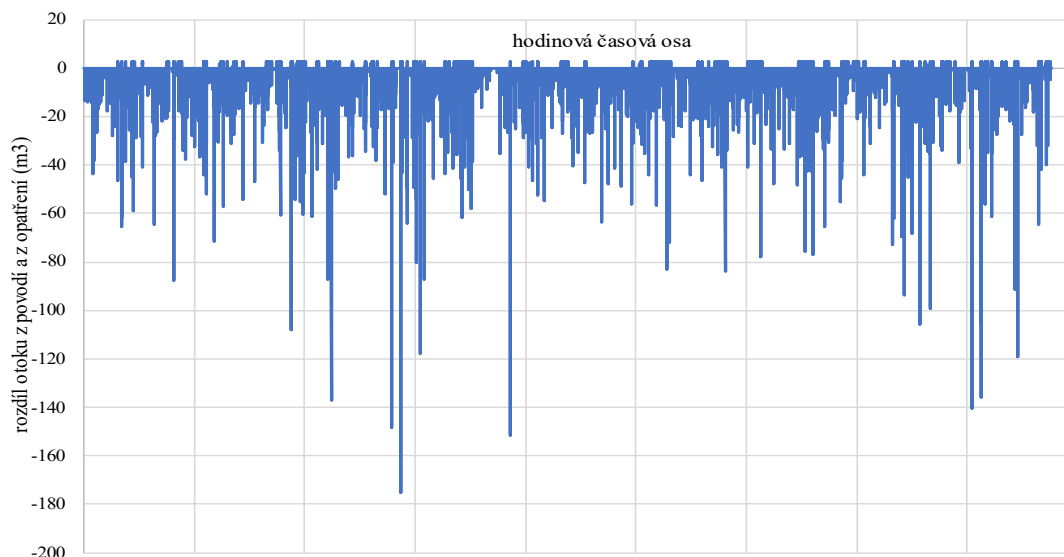


Graf 7 - rozdíly odtoku - V-AN-2

V případě realizace opatření dojde ke snížení celkového stávajícího odtoku ze zájmové oblasti o 1,97 %.

V-AN-3

V případě realizace navrhované série akumulční nádrže se vsakovacím zařízením ve variantě V-AN-3 a navrhovaných propustných povrchů v povodí této nádrže dojde ke snížení celkového odtoku z tohoto dílčího povodí o 74,0 %, tj. 2,16 tis. m³/rok (pro daná srážková data). Rozdíly v objemu odtoku v čase jsou znázorněny v Grafu 8.

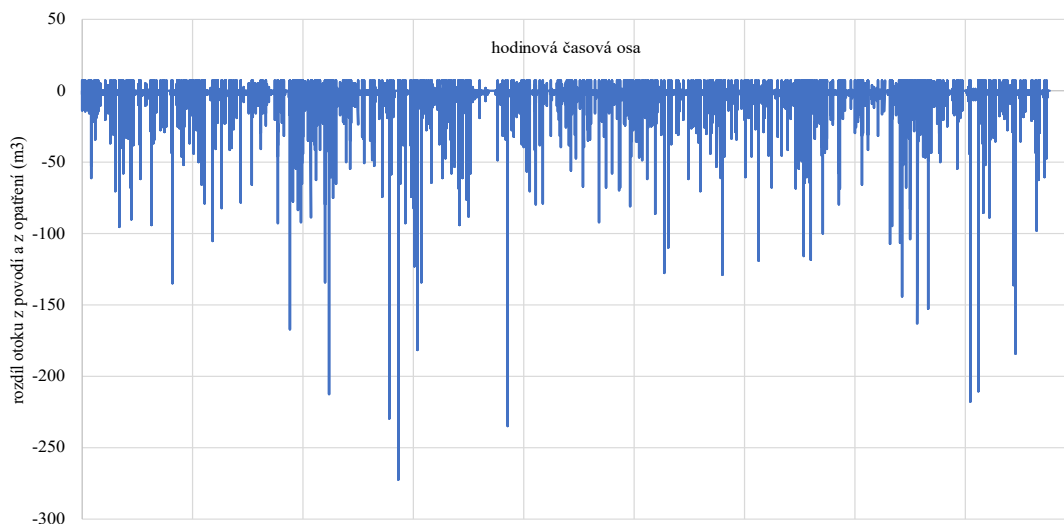


Graf 8 - rozdíly odtoku – V-AN-3

V případě realizace opatření dojde ke snížení celkového stávajícího odtoku ze zájmové oblasti o 2,28 %.

Plošný průleh s rýhou – ul. Obránců Míru, Tylova a Lomená

V případě realizace plošného vsakovacího průlehu a liniového odvodnění v ul. Obránců Míru, Tylova a Lomená dojde ke snížení celkového odtoku z tohoto dílčího povodí o 36,0 %, tj. 1,65 tis. m³/rok (pro daná srážková data). Rozdíly v objemu odtoku v čase jsou znázorněny v Grafu 9.

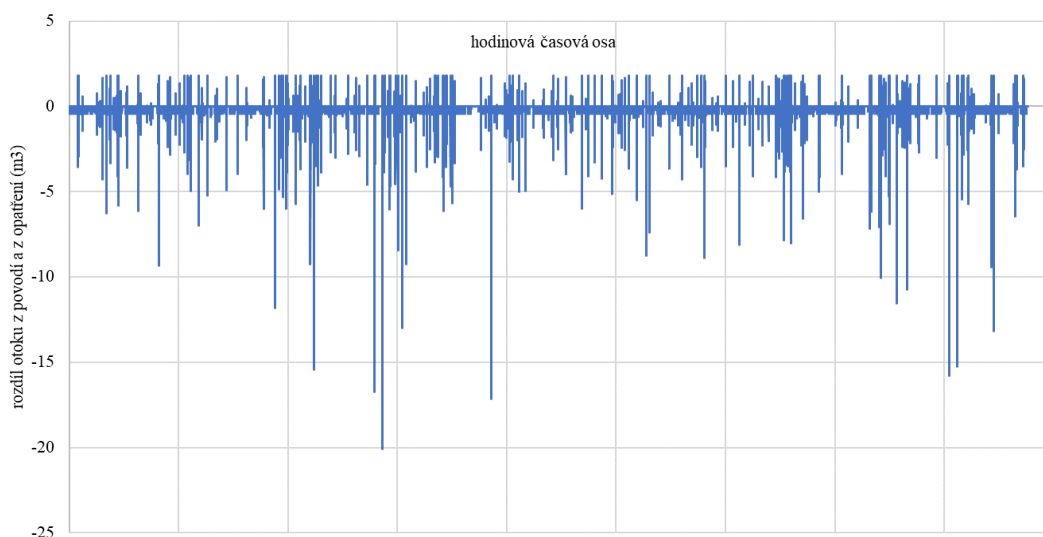


Graf 9 - rozdíly odtoku - plošný průleh ul. Obránců Mírů

Celkový odtok ze zájmové oblasti bude snížen o 1,74 %.

Průleh s rýhou - ul. Obránců Mírů (Hřbitov)

V případě realizace vsakovacího průlehu s rýhou v Obránců Mírů u prostoru Hřbitova (UL-OM-1) dojde ke snížení celkového odtoku z tohoto dílčího povodí o 38,4 %, tj. 0,14 tis. m³/rok (pro daná srážková data). Rozdíly v objemu odtoku v čase jsou znázorněny v Grafu 10.

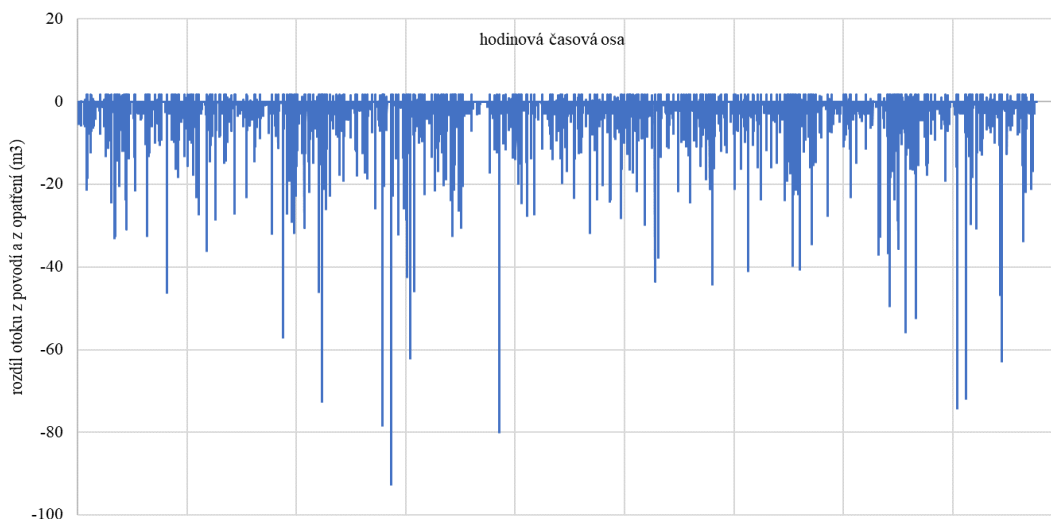


Graf 10 - rozdíly odtoků - průleh Hřbitov

Celkový odtok ze zájmové oblasti bude snížen o 0,15 %.

Průleh s rýhou - ul. Obránců Mírů (Turnovská)

V případě realizace vsakovacího průlehu s rýhou v ul. Obránců Mírů u ul. Turnovská (UL-OM-3) dojde ke snížení celkového odtoku z tohoto dílčího povodí o 69,9 %, tj. 1,10 tis. m³/rok (pro daná srážková data). Rozdíly v objemu odtoku v čase jsou znázorněny v Grafu 11.

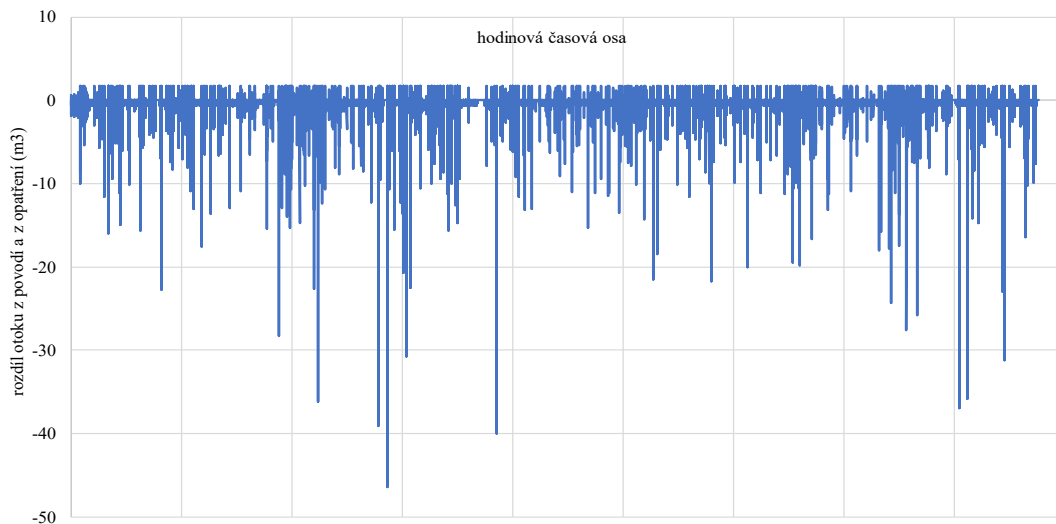


Graf 11 - rozdíly odtoků - průleh s rýhou UL-OM-3

Celkový odtok ze zájmové oblasti bude snížen o 1,9 %.

Průleh s rýhou - ul. Nerudova

V případě realizace vsakovacího průlehu s rýhou v ul. Nerudova dojde ke snížení celkového odtoku z tohoto dílčího povodí o 36,4 %, tj. 0,29 tis. m³/rok (pro daná srážková data). Rozdíly v objemu odtoku v čase jsou znázorněny v Grafu 12.

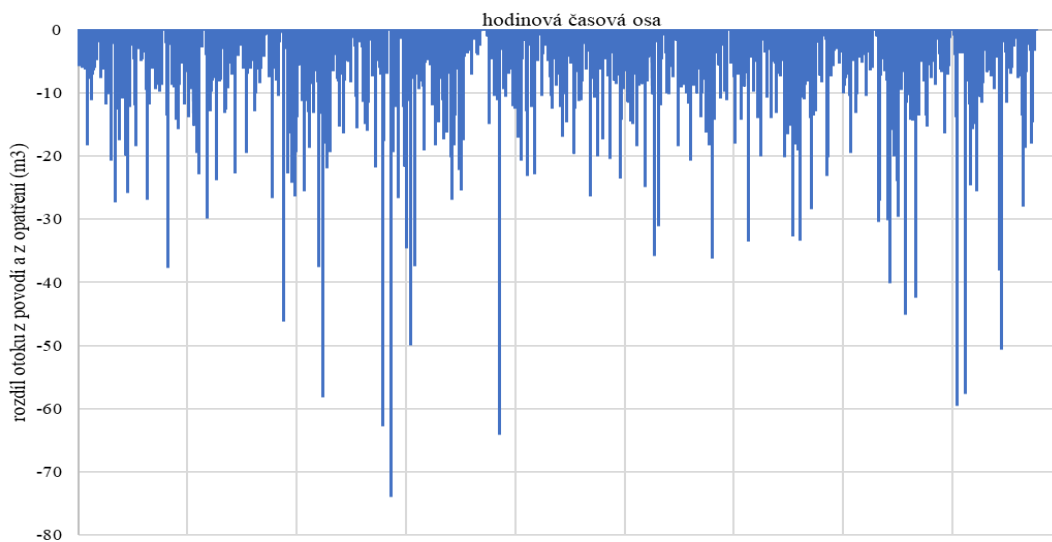


Graf 12 - rozdíly odtoku - průleh s rýhou Nerudova

Celkový odtok ze zájmové oblasti bude snížen o 0,30 %.

Propustné zpevněné povrchy

Pokud dojde k realizaci samostatných propustných povrchů (ne v rámci úpravy povodí objektu) dojde ke snížení odtoku z těchto ploch, tj. snížení redukované plochy, o 44,3 %. Časové rozložení rozdílů odtoků patrné z Grafu 13. Celkový odtok z území bude snížen o 1,27 %.



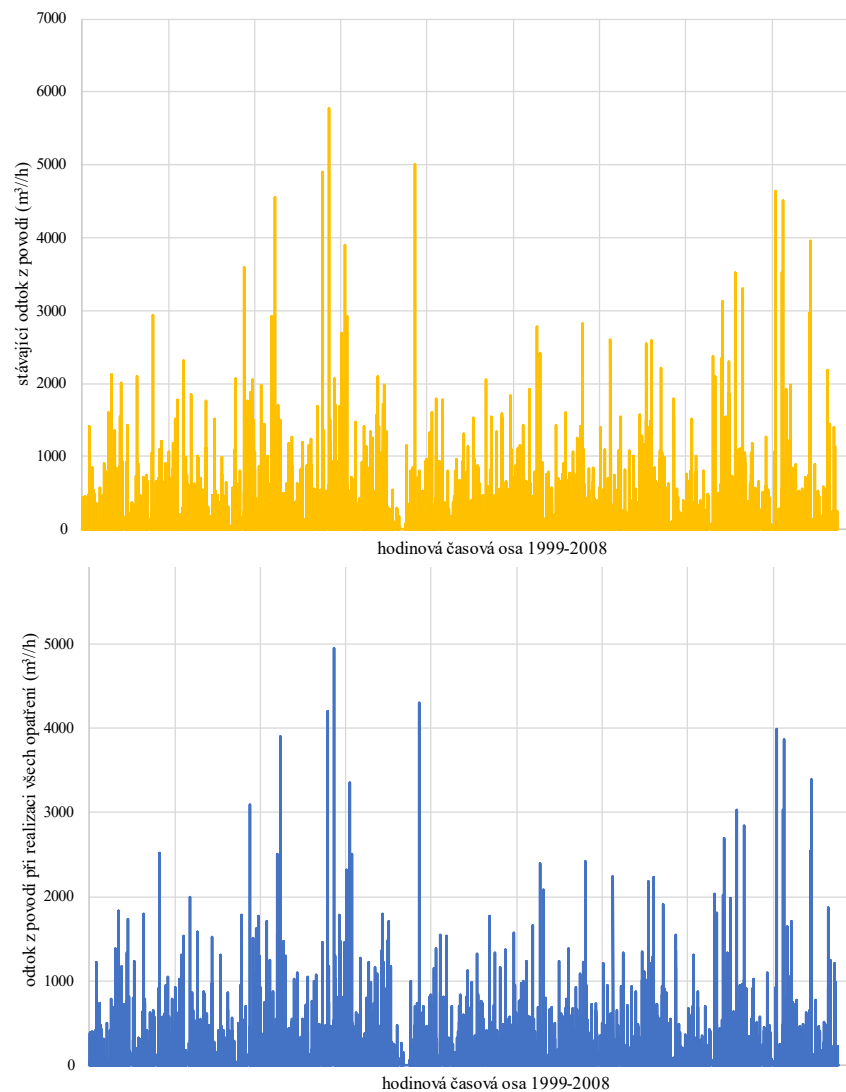
Graf 13 - rozdíly odtoku - propustné zpevněné povrchy

5.7.4.2 Realizace všech opatření

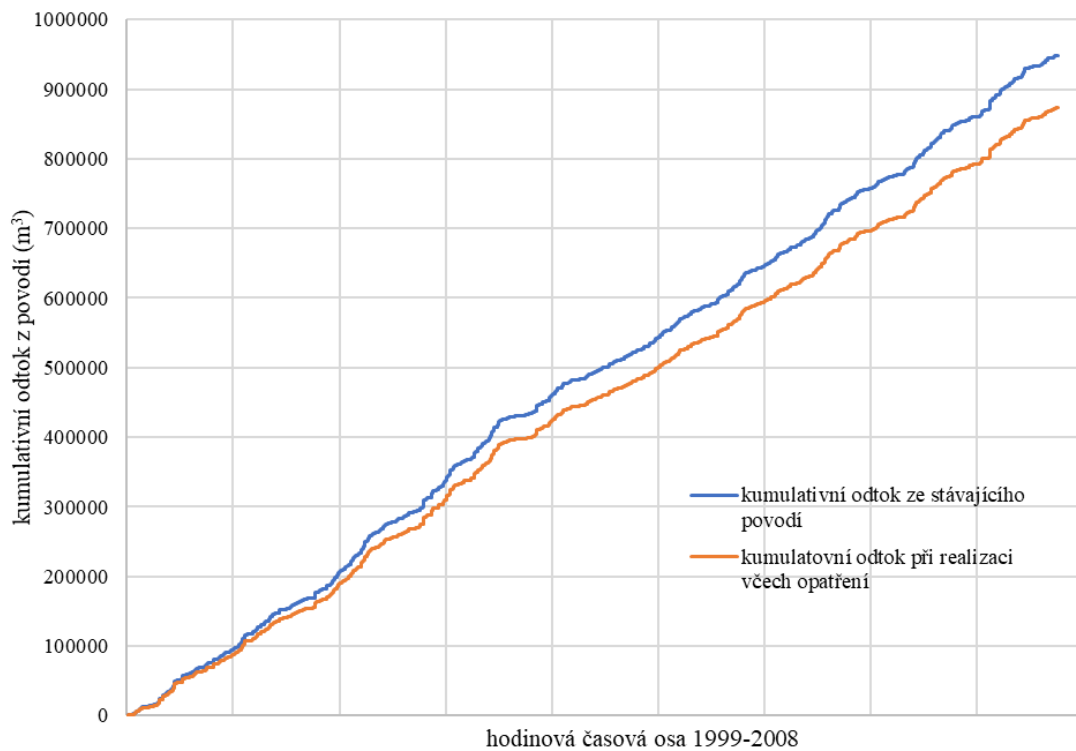
Při realizaci všech opatření v povodí dojde ke snížení odtoku o 7,9 % tj. o 7,53 m³/rok. Zároveň dojde ke snížení špičkové odtoku 14,28 %.

Časové rozložení odtoku při realizaci všech opatření navrhovaných na veřejných prostorech v zájmové oblasti z povodí je znázorněný v Grafu 14, pro porovnání je připojen Graf 2 - Stávající odtok z povodí.

Zároveň je přiložen graf průběhu kumulativních odtoků stávajících a při realizaci všech opatření pro srovnání (Graf 15).



Graf 14 - Časové rozložení odtoku z povodí při realizaci všech opatření



Graf 15 - Kumulativní odtok z povodí - realizace opatření ve veřejných prostorech

5.7.5 Shrnutí účinků opatření

Pro typové plochy byly stanovena jednotlivá procenta snížení odtoku dle odpojení vybraných povrchů (střech a zpevněných ploch). Při vlastním průzkumu oblasti bylo zjištěno, že již v současné době je část pravděpodobně typových ploch odpojena. Při odhadu procentuálního následujícího procenta odpojení:

- 10% střech rodinných domů,
- 15% nepropustných ploch průmyslových areálů

můžeme předpokládat celkový odtok z povodí o 8,2 % nižší než zde vyjádřený stávající stav. Ten by poté tedy vyjadřoval maximální možný odtok z povodí při zapojení všech povrchů.

V případě, že by se podařilo odpojení dalších 15 % střech rodinných domů a 10 % nepropustných ploch průmyslových areálů mohlo by dojít k poklesu odtoku o 6,4 %.

Tato hodnota je vhodná dát do porovnání se snížením odtoku z uličních prostor pomocí navrhovaných opatření . Při realizaci všech opatření dojde k předpokládanému poklesu odtoku o 7,9 %, tedy jen o 1,5 % bodu více. Toto zjištění je v souladu s poměrem redukováných ploch jednotlivých povodí (soukromé vs. veřejné pozemky). Ovšem simulací realizace všech navrhovaných objektů došlo k výrazně znatelnějšímu poklesu maximálního odtoku (14,6 %), což dokazuje schopnost navržených retenčních prostor transformovat srážkový odtok, tedy rozkládat ho v čase. Toto vede k nižšímu zatěžování stokové sítě při intenzivnějších srážkových událostech, které jsou spojeny s probíhající změnou klimatu.

Nejvýhodnější z pohledu snížení odtoku se zdá být realizace série s akumulací nádrží v ul. Lidická.

Reálná redukce odtoku objekty MZI bude pravděpodobně vyšší vlivem odběru vody rostlinami (především stromy), ztrát smáčením či zadržování vody v půdních filtrech, které nebyly do simulace zahrnuty.

5.8 Shrnutí návrhu opatření

Obecně se navrhuje v co největší možné míře omezit nepropustné povrchy a nahradit je propustnými.

Veřejné prostory v majetku obce

Návrh konkrétních objektů byl zaměřen na uliční a veřejné prostory v majetku obce Mnichovo Hradiště. Přehled navržených objektů obsahuje Tabulka 16.

Tabulka 16 - Navržené objekty

povodí	objekty
Jiráskova ulice	oboustranné průlehy s retenční podzemní rýhou a stromořadím částečné odvodnění do vodoteče
Obránců Míru (UL-OM-2), Tylova ulice, Lomená ulice	plošný průleh se vsakovací podzemní rýhou z plastových bloků liniové povrchové odvodnění
Obránců Míru (UL-OM-1)	průleh se vsakovací podzemní rýhou
Obránců Míru (UL-OM-1)	dvojitý průleh se vsakovací podzemní rýhou
Nerudova ulice	průleh se vsakovací podzemní rýhou

Jako nejvýhodnější z hlediska snížení odtoku se ukázala být série opatření s AN v ul. Lidická. Nejlepší poměr účinku ku nenáročnosti realizace bude pak realizace vsakovacího plošného průlehu v ul. Obránců Míru, u které je největším zásahem přespádování ulice do jednostranného sklonu. V případě záměru minimalizace zásahů do stávajících povrchu doporučuje se prozkoumat možnost odvodnění pouze poloviny ulice do plošného průlehu.

Propustné zpevněné povrchy se navrhují pro plochy příjezdových komunikací a příjezdům ke garážím, parkovací pruhy v ul. Jiráskova, veškeré parkovací plocha a část ul. U Trati.



Typové plochy

Pro typové plochy byly podány možné kroky samosprávy (viz. jednotlivé kapitoly) a doporučena typová opatření:

- Rodinné domy – podzemní akumulční nádrž v sérii se vsakovacím opatřením,
- Bytové domy – vegetační střecha/vsakovací průlehy s regulovaným odtokem,
- Průmyslové areály – retence, vsakování a regulace/retence s regulovaným odtokem.



6. Závěr

V rámci této práce byly navrženy opatření MZI pro veřejné prostory a soukromé pozemky (typové plochy) a definovány minimální požadavky na MZI v rámci nové zástavby.

Nejvíce se na tvorbě odtoku z oblasti podílí právě soukromé pozemky, v čele s průmyslovými areály. Proto byly doporučeny kroky ze strany samosprávy a správce stokové sítě ke zvýšení motivace vlastníků k realizaci opatření. Mezi tyto kroky patří především finanční motivace v podobě dotací na realizaci či údržbu opatření, nebo možnost nižších poplatků za odvádění srážkových vod do kanalizace pro podnikající subjekty (průmyslové areály v oblasti). Dále pak pro vlastníky rodinných domů ulehčení procesu realizace ale i získání dotace na opatření z programu Nová zelená úsporám. Při návrhu těchto kroků bylo přihlíženo k následujícím skutečnostem, které byly vnímány jako překážka realizace:

1. Vlastníci RD:

- pořízení akumulární podzemní akumulární nádrže je ekonomicky nevýhodné – je možné, že doba návratnosti realizace AN při využití vody pouze pro zálivku bude přesahovat 15 let (i s dotací od NZP), i vzhledem k tomu že RD nemusí platit za odvádění srážkových vod, úspora je tedy pouze na vodném, navíc se přidávají provozní náklady,
- realizace vyžaduje časovou dotaci od vlastníka domu či pověřené osoby (zařizování zhotovitele, dotace atd.), navíc představuje diskomfort pro obyvatele,
- vyžaduje se tedy jisté „ekologické cítění“ vlastníka, aby došlo k realizaci.

2. Bytová družstva a společenství vlastníků (příp. jiné subjekty):

- bez finanční motivace pro realizaci AN, využití vody v domě při pořízení jednoduché přípojky pravděpodobně jen např. na úklid společných prostor, další využívání by vyžadovalo realizaci nových rozvodů užitkové vody, navíc opět není povinnost platit za srážkové vody odváděné do kanalizace.
- otázka možnosti oddělení dešťových vod od splaškových v rámci technického vybavení budovy, v případě možnosti realizace venkovních svodů či



jednoduchého oddělení v suterénu (přízemí) domu došlo by přivedení vody na městské pozemky,

3. Průmyslové areály:

- nízké objemy poplatků za odvádění srážkových vod,
- problematická realizace vsakovacích zařízení vzhledem k horším vsakovací podmínkám, možné vyšší hladině podzemní vody a omezeným půdorysným možnostem.

Bohužel i přes tyto navržené možné motivační kroky se radikální zvýšení procenta vlastníků, kteří hospodaří se srážkovou vodou na pozemku, nemůže předpokládat.

I z toho důvodu byl detailnější návrh opatření zaměřen na veřejné prostory, tedy na pozemky obce. Tyto opatření mohou snížit objem srážkového odtoku o 7,9 % a objem maximální hodinového odtoku o 14,3 %. Snížení odtoku vede například k prodlužování životnosti stok v oblasti, menší namáhání ČOV za deště, nebo také k nižšímu výskytu lokálních záplav v oblasti, vlivem přetížení kanalizační sítě.

Snížení dopadu záplav zase poskytuje přespádování vozovek, tak aby byl případný povrchový odtok odváděn od stávajících staveb, např. v problematické ul. U Trati. Bylo by ovšem nesprávné omezit účinek či benefity MZI v uličním prostoru pouze na vypočtené procento snížení odtoku z území.

Navržená akumulární nádrž přináší i ekonomické benefity městu v podobě úspory pitné vody. Otevřené vsakovací průlehy budou přispívat k ochlazení města, zvyšování vzdušné vlhkosti, v případě realizace u stávající zeleně podpoří její růst. Výsadba stromořadí v ul. Jiráskova, která je hlavním příjezdem do obce z přilehlé dálnice, například poskytne stín a bude přispívat k snížení letních teplot v oblasti s velkým procentem zpevněných ploch, sníží prašnost a zároveň pozvedne estetický dojem z hlavního příjezdu do města z přilehlé dálnice. A mnoho dalších.



7. Seznam příloh

Nedílnou součástí této práce jsou následující přílohy:

1. Celková situace –1.-3. díl (1:1000)
2. Situace typových povodí (1:2000)
3. Situace analýzy povrchů (1:3000)
4. Listy typových ploch
5. Výpočty předběžného dimenzování
6. Vzorové listy průlehů



8. Seznam použitých zdrojů

- [1] GOULDEN, Shula, Michelle E. PORTMAN, Naomi CARMON a Tal ALON-MOZES. From conventional drainage to sustainable stormwater management: Beyond the technical challenges. *Journal of Environmental Management*. 2018, (219), 37-45. ISSN 0301-4797.
- [2] STRÁNSKÝ, David, Vojtěch BAREŠ a Ivana KABELKOVÁ. *Zásady hospodaření s dešťovou vodou a legislativa*. Prezentace. Počítáme s vodou, 2019.
- [3] CZWA SERVICE, S.R.O. *Analýza dokumentů pro koncepční hospodaření se srážkovou vodou v obcích*. Ministerstvo životního prostředí ČR, 2021. Dostupné také z: <https://www.mzp.cz/>
- [4] MAGISTRÁT HLAVNÍHO MĚSTA PRAHY. *Standardy hospodaření se srážkovými vodami na území hlavního města Prahy*. Praha: ČVUT FSv.
- [5] KENDON, Elizabeth J., Hayley J. FOWLER, Nigel M. ROBERTS, Malcolm J. ROBERTS, Steven C. CHAN a Catherine A. SENIOR. Heavier summer downpours with climate change revealed by weather forecast resolution model. *Nature Climate Change* [online]. 2014, 4(7), 570-576 [cit. 2024-01-04]. Dostupné z: doi:10.1038/nclimate2258
- [6] ALMAAITAH, Tamer, Madison APPLEBY, Howard ROSENBLAT, Jennifer DRAKE a Darko JOKSIMOVIC. The potential of Blue-Green infrastructure as a climate change adaptation strategy: a systematic literature review. *Blue Green Systems* [online]. 2021, 3(1), 223-248 [cit. 2024-01-04]. Dostupné z: <https://iwaponline.com/bgs/article/3/1/223/85658/The-potential-of-Blue-Green-infrastructure-as-a>
- [7] VÍTEK, Jiří, David STRÁNSKÝ, Ivana KABELKOVÁ, Vojtěch BAREŠ a Radim VÍTEK. *Hospodaření s dešťovou vodou v ČR*. Praha: 01/71 ZO ČSOP Koniklec, 2015. ISBN 978-80-260-7815-9.

- [8] Utilising green and bluespace to mitigate urban heat island intensity. *Science of The Total Environment*. 2017, **584-585**, 1040-1055. ISSN 0048-9697.
- PARFITT, Harley. How can green infrastructure improve air quality in urban areas? *Meristem design* [online]. 2023 [cit. 2024-01-04]. Dostupné z: <https://www.meristemdesign.co.uk/>
- Der Klimawandel – Herausforderung für die Stadtklimatologie. *Schriftenreihe des Amtes für Umweltschutz*. State Capital Stuttgart, 2010, (3/2010). ISSN 1438-3918.
- U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). *The Economic Benefits of Green Infrastructure: A Case Study of Lancaster, PA*. 2014. EPA 800-R-14-007. Dostupné také z: <https://www.epa.gov/>
- BROWN, Kathryn a Ana MIJIC. *Integrating green and blue spaces into our cities: Making it happen*. Graham Institute, 2019. Dostupné také z: www.imperial.ac.uk. Briefing paper. Imperial College London.
- BOCKARJOVA, M., W.J.W. BOTZEN, M.H. VAN SCHIE a M.J. KOETSE. Property price effects of green interventions in cities: A meta-analysis and implications for gentrification. *Environmental Science & Policy*. 2020, **112**, 293-304. ISSN 1462-9011.
- DREISEITL, Herbert a Bettina WANSCHURA. *Strengthening blue-green infrastructure in our cities: Enhancing blue-green infrastructure & social performance in high density urban environments*. 2016. Dostupné také z: www.ramboll.com/LCL
- TAKANO, T., K. NAKAMURA a M. WATANABE. Urban residential environments and senior citizens' longevity in mega-city areas: the importance of walkable green space. *Journal of Epidemiological and Community Health*. 2002, **56**(12), 913-916.



- KUO, Frances E., Magdalena BACAICOA a William C. SULLIVAN.
[16] Transforming Inner-City Landscapes. *Environment and Behavior*. 1998, **30**(1), 28-59.
- ČESKO. § 5 odst. 3 zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých
[17] zákonů (vodní zákon) - znění od 1. 1. 2024. In: *Zákony pro lidi.cz [online]*.
Dostupné také z: Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-254#p5-3>
- ČESKO. § 140 zákona č. 283/2021 Sb., stavební zákon - znění od 1. 1. 2024. In:
[18] *Zákony pro lidi.cz [online]*. Dostupné také z:
<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2021-283#p140>
- OLOMOUC. *Městské standardy objektů HDV a MZI na veřejných
[19] prostranstvích*. JV projekt, 2020.
- MZE. *Hospodaření se srážkovými vodami*. Březen 2013. Praha: Sweco
[20] Hydroprojekt.
- Vsakovací zařízení srážkových vod*. Únor 2012. Úřad pro technickou
[21] normalizace, metrologii a státní zkušebnictví.
- HARIS, H a et al. Urban Stormwater Management Model and Tools for
Designing Stormwater Management of Green Infrastructure Practices. In: *IOP
[22] Conference Series: Earth and Environmental Science [online]*. Volume 32.
Putrajaya, Malaysia, 2016 [cit. 2024-01-03]. Dostupné z: doi:10.1088/1755-
1315/32/1/012022
- NOVÁ ZELENÁ ÚSPORÁM. *Závazné pokyny pro žadatele a příjemce podpory
[23] v podprogramu Nová zelená úsporám programu HOUSEnerg Modernizačního
fondu: Rodinné domy*. Platné vyhlášením příslušné výzvy (září 2023). Státní
fond životního prostředí ČR, 2023. Dostupné také z: novazelenausporam.cz
- Greywater - recycling water at home. *Better Health Channel [online]*. 2013,
[24] 31.7.2013 [cit. 2024-01-02]. Dostupné z:



<https://www.betterhealth.vic.gov.au/health/healthyliving/greywater-recycling-water-at-home>

[25] NOVÁ ZELENÁ ÚSPORÁM. *Závazné pokyny pro žadatele a příjemce podpory v podprogramu Nová zelená úsporám programu HOUSEnerg Modernizačního fondu: Bytové domy*. Platné vyhlášením příslušné výzvy (září 2023). Státní fond životního prostředí ČR, 2023. Dostupné také z: novazelenausporam.cz

[26] *Pravidla pro žadatele a příjemce podpory v Operačním programu Životní prostředí pro období 2021–2027*. Verze 06. Ministerstvo životního prostředí ČR, 2023. Dostupné také z: <https://opzp.cz/dokumenty/pravidla-pro-zadatele/>

[27] 52. výzva Ministerstva životního prostředí: *k podávání žádostí o poskytnutí podpory v rámci „Operačního programu Životní prostředí 2021–2027“ podporovaných z Fondu soudržnosti*. Ministerstvo životního prostředí ČR, 2023. Dostupné také z: <https://opzp.cz/dokument/3549>

[28] 51. výzva Ministerstva životního prostředí: *k podávání žádostí o poskytnutí podpory v rámci „Operačního programu Životní prostředí 2021–2027“ podporovaných z Fondu soudržnosti*. Verze 2. Ministerstvo životního prostředí ČR, 2023. Dostupné také z: <https://opzp.cz/dokument/3546>

[29] *Integrovaný regionální operační program* [online]. [cit. 2024-01-07]. Dostupné z: <https://irop.gov.cz/>

[30] *Meliorace-Potřeba vody pro doplňkovou závlahu*. 2017. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví.

[31] VÍTEK, Jiří. *Zásada aplikace modrozelené infrastruktury*. [prezentace]. Jihlava: Počítáme s vodou, 2022. Dostupné také z: <https://www.pocitamesvodou.cz/>

[32] ASOCIACE ČISTÍRENSKÝCH EXPERTŮ ČESKÉ REPUBLIKY. *Metodická příručka posouzení stokových systémů urbanizovaných povodí*. 2006. Dostupné také z: <https://www.forumochranyprirody.cz/>



9. Seznam obrázků

Obrázek 1 - Srážkové události a příslušné prostředky HDV [3]	11
Obrázek 2 - Vztah HDV k šedé, modrozelené a zelené infrastruktuře [3].....	12
Obrázek 3 – Příklady prvků modrozelené infrastruktury a jejich vliv na toky vody, upraveno z [6]	13
Obrázek 4 - vliv urbanizace na povrchový srážkový odtok [7]	14
Obrázek 5 - Postup při volbě příjemce srážkových vod a preferovaná opatření [4]..	19
Obrázek 6 - Schéma tvorby matematického modelu [32]	22
Obrázek 7 - Zájmová oblast (červeně), uzávěrový profil (modrý bod).....	29
Obrázek 8 - (1) pohled od vodoteče Veselka do zájmové oblasti; (2) pohled od železniční trati do ulice; (3 a 4) tok Veselka v místě křížení s ulicí Jiráskova (zdroj: autor).....	35
Obrázek 9 - (1 a 2) Pohled na úsek ulice před místním hřbitovem; (3) uliční prostor ve střední části (UL-OM-2); (4) pohled na zeleň v křižovatce s ul. Lidická (navrhované umístění plošného průlehu); (5 a 6) pohled na horní část ulice se zeleným pásem (UL-OM-3) (zdroj: autor).....	36
Obrázek 10 - (1 a 2) pohled do ulice u křižovatky Obránců Míru, po levé straně druhé nadzemní podlaží řadových garáží; (3) parkoviště u bytového domu; (4) pohled na zelený pás se stromy a druhé nadzemní podlaží garáží shora; (5) první nadzemní podlaží garáží s příjezdovou komunikací podél hřbitovní zdi; (6) stávající retenční nádrž	38
Obrázek 11 - (1) pohled do kratší slepé části ulice; (2) pohled do delší části ulice Tylova (zdroj: autor)	39
Obrázek 12 - (1) Část ulice s přilehlou parkovou plochou; (2) Vrchní část ulice s parkovací plochou pro šikmé parkování (zdroj: autor)	39
Obrázek 13 - (1) Spodní část ul. navazující na ul. Obránců Míru; (2) horsní jednopruhová část ul. navazující na ul. Přestavická (zdroj: autor)	40
Obrázek 14 - (1) První část ulice U Trati s řadovými garážemi; (2) Druhá část ul. s přilehlými zelenými plochami (zdroj: autor)	41
Obrázek 15 - Pohledy do ul. Krátká.....	41
Obrázek 16 - Odvodňová část ul. Nerudova do kanalizace.....	42

Obrázek 17 - Rozvojové plochy přiléhající k zájmové oblasti (zdroj: Územní plán města Mnichovo Hradiště).....	43
Obrázek 18 - Příklad užití TTE - roštů na parkovací ploše [33].....	60
Obrázek 19 – Povodí zasažená opatřeními – veřejné prostory; červená – zpevněné celistvé povrchy, fialová – nepropustná dlažba; (světle červená – bez úpravy odtoku, zásah v rámci návaznosti příčného spádování).....	66
Obrázek 20 - Špatně řešený nátok ze Smetanovi ulice (zdroj: autor).....	81



10. Seznam tabulek

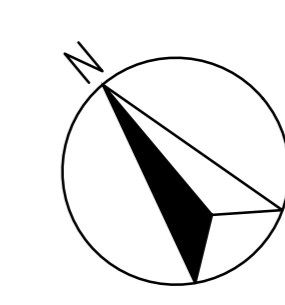
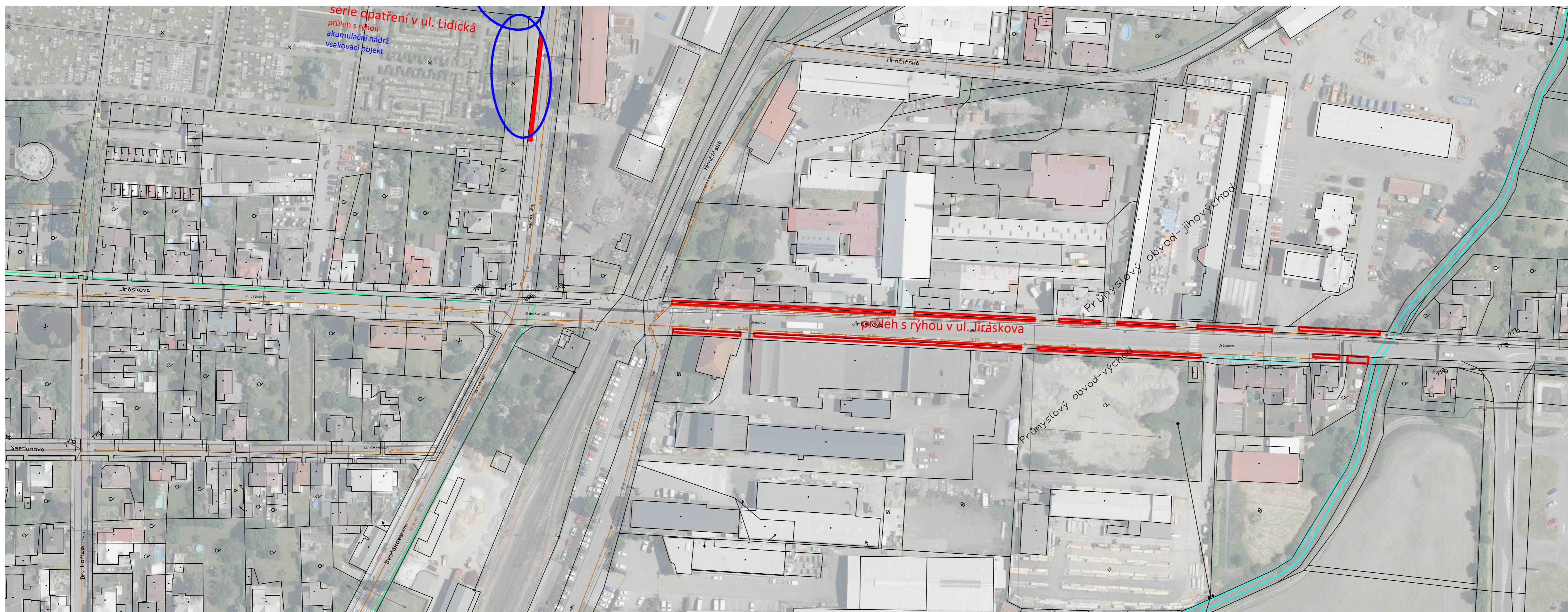
Tabulka 1 - Hodnoty návrhových kritérií dle různých předpisů; (a) Standarty hospodaření s srážkovými vodami na území hl. města Prahy; (b) TNV 75 9011 – pro vsakovací objekty bez regulovaného odtoku odkazuje na (c); (c) ČSN 75 9070 [4][20][21]	21
Tabulka 2 - Výše podpory z programu NZÚ pro rodinné domy - zelená střecha [23]	23
Tabulka 3 - Výše podpory z programu NZÚ pro rodinné domy - dešťovka	25
Tabulka 4 - Výše podpory z programu NZÚ pro bytové domy - zelená střecha	26
Tabulka 5 - Výše podpory z programu NZÚ pro bytové domy – dešťovka (právnícké a fyzické osoby, bytová družstva, společenství vlastníků) [25]	26
Tabulka 6 - Výše podpory z programu NZÚ pro rodinné domy - dešťovka (obce, veřejná správa) [25]	27
Tabulka 7 - Srážkový normál 1991-2020 pro Prahu a Středočeský kraj (zdroj: ČHMÚ)	30
Tabulka 8 - Teplotní normál 1991-2020 pro Prahu a Středočeský kraj (zdroj: ČHMÚ)	30
Tabulka 9 - hodnoty N-letých průtoků toku Veselka (zdroj: Ing. Romášek)	30
Tabulka 10 - Úrovně hladiny podzemní vody ve studnách v oblasti (zdroj: Ochrana podzemních vod s.r.o)	31
Tabulka 11 - Tabulka výměr odvodňovaných ploch	33
Tabulka 12 - Vzorová tabulka výpočtu doplňkové závlahy	49
Tabulka 13 - Maximální průměrný roční objem odtoku z průmyslových ploch	64
Tabulka 14 - Ochranná pásma IS	76
Tabulka 15 - Vliv odpojení typových ploch na objem odtoku	83
Tabulka 16 - Navržené objekty	95



11. Seznam grafů

Graf 1 - Koláčový graf redukováných odvodňovaných ploch.....	33
Graf 2 - Stávající odtok z povodí	83
Graf 3 - Grafické znázornění poklesu odtoku v závislosti na procentu odpojených typových ploch.....	84
Graf 4 - rozdíl odtoků - úprava v ul. Lidická.....	85
Graf 5 - odtok z objektu do vodoteče	85
Graf 6 – rozdíly odtoku – V-AN-1	86
Graf 7 - rozdíly odtoku - V-AN-2	87
Graf 8 - rozdíl odtoku – V-AN-3	88
Graf 9 - rozdíly odtoku - plošný průleh ul. Obránců Míru	89
Graf 10 - rozdíly odtoků - průleh Hřbitov	89
Graf 11 - rozdíly odtoků - průleh s rýhou UL-OM-3	90
Graf 12 - rozdíly odtoku - průleh s rýhou Nerudova.....	91
Graf 13 - rozdíly odtoku - propustné zpevněné povrchy.....	91
Graf 14 - Časové rozložení odtoku z povodí při realizaci všech opatření.....	92
Graf 15 - Kumulativní odtok z povodí - realizace opatření ve veřejných prostorech	93

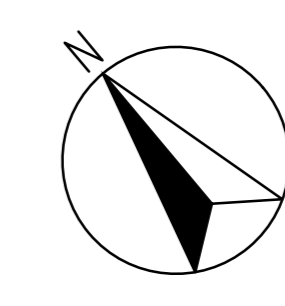
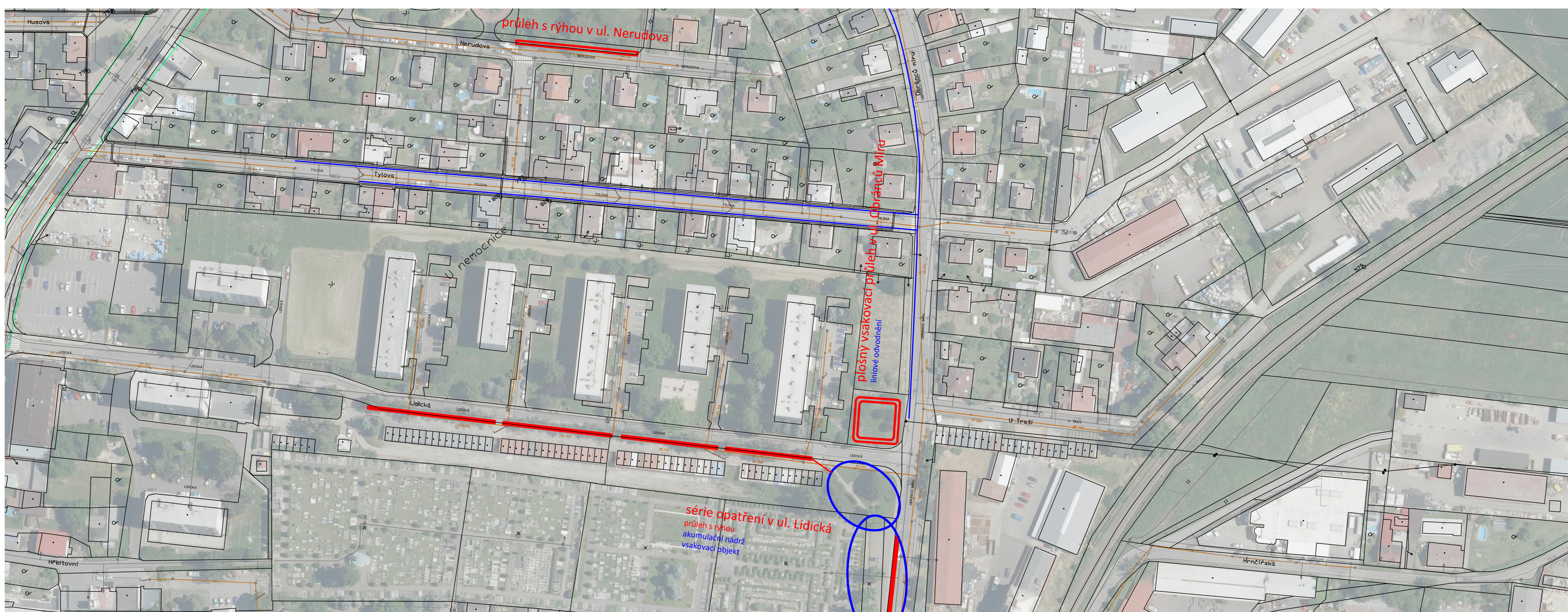




Legenda

- Navržené objekty
- stávající kanalizační síť

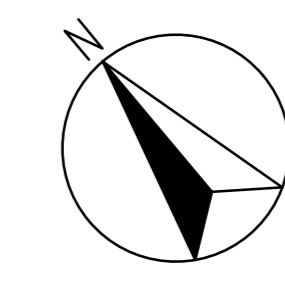
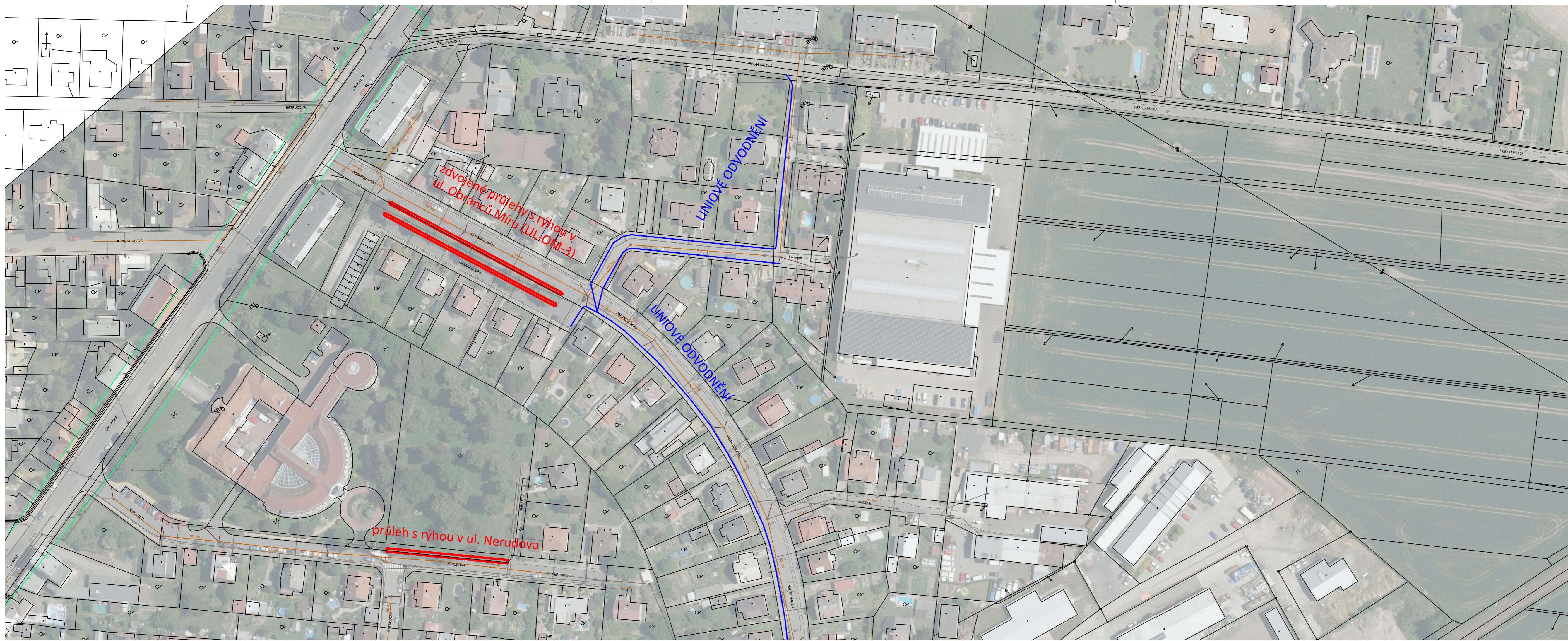
Vypracoval: Bc. Lenka Matznerová	Vedoucí zvláštní práce Doc. Ing. David Stránský, PH.D.	
Státní zvláštní práce DP		
Katedra K144 Katedra vodního hospodářství obcí		
Studijní program Stavební inženýrství	Datum: 1/2024	
Název: Studie hospodaření se srážkovými vodami ve východní části města Mnichovo Hradiště		Mřítko: 1:1000
Příloha: Celková situace		Formát: 6 A4
		Číslo přílohy: 1a.



Legenda

- Navržené objekty
- stávající kanalizační síť

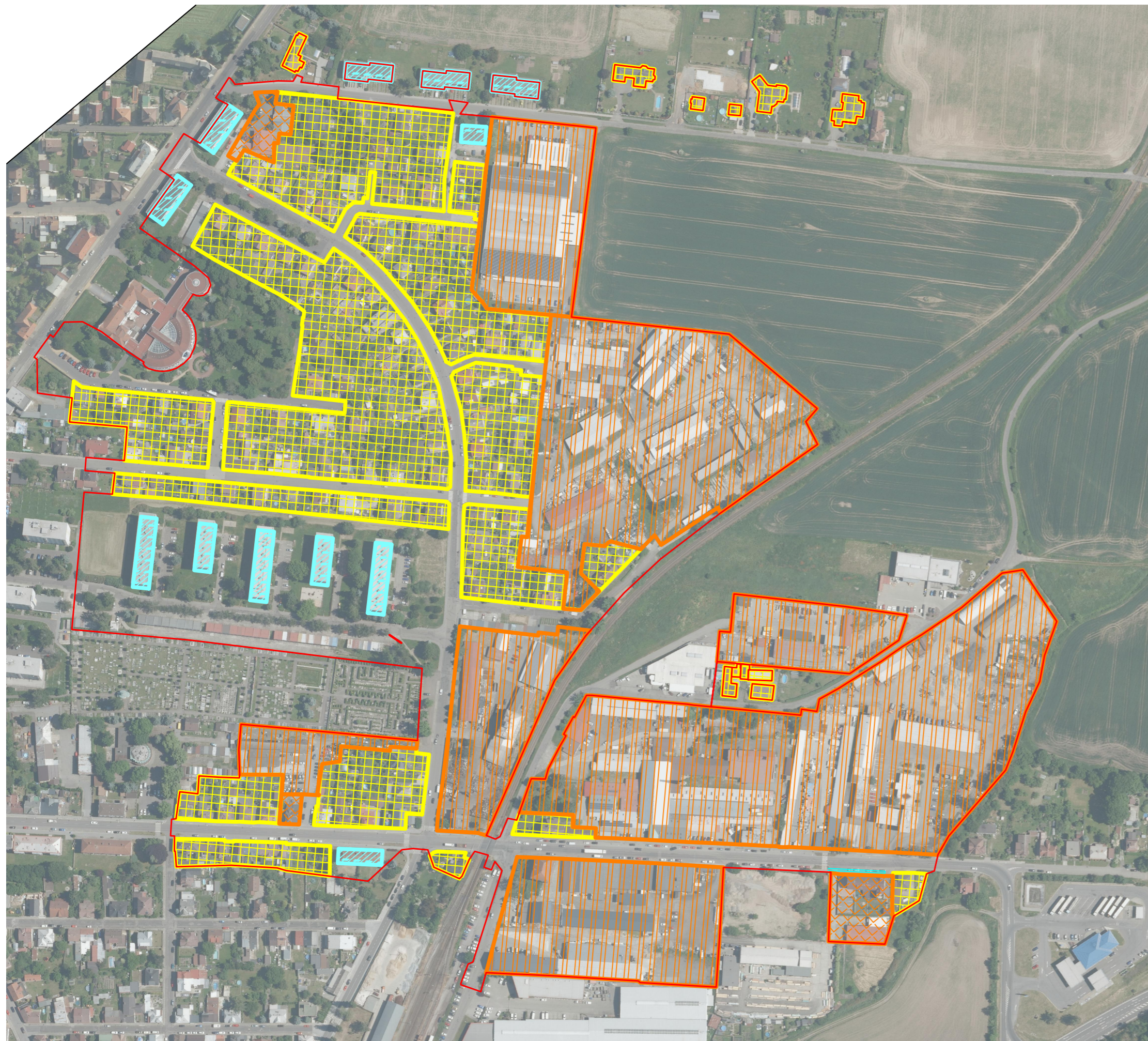
Vypracoval: Bc. Lenka Matznerová	Vedoucí zvláštní práce Doc. Ing. David Stránský, PH.D.	
Státní zvláštní práce DP		
Katedra K144 Katedra vodního hospodářství obcí		
Studijní program Stavební inženýrství	Datum: 1/2024	
Název: Studie hospodaření se srážkovými vodami ve východní části města Mnichovo Hradiště		Mřítko: 1:1000
Příloha: Celková situace		Formát: 6 A4
		Číslo přílohy: 1b.



Legenda

- Navržené objekty
- stávající kanalizační síť

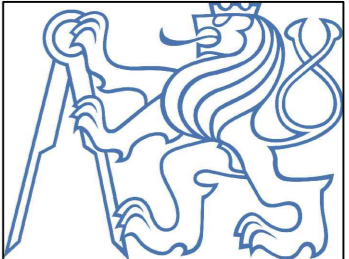
Vypracoval: Bc. Lenka Matznerová	Vedoucí zvláštní práce Doc. Ing. David Stránský, PH.D.	
Státní zvláštní práce DP		
Katedra K144 Katedra vodního hospodářství obcí		
Studijní program Stavební inženýrství	Datum: 1/2024	
Název: Studie hospodaření se srážkovými vodami ve východní části města Mnichovo Hradiště		Mřítko: 1:1000
Příloha: Celková situace		Formát: 6 A4
		Číslo přílohy: 1c.

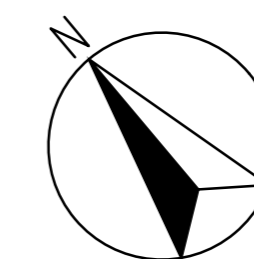


Legenda

TYPOVÁ POVODÍ

-  povodí celé
-  povodí - průmysl
-  povodí - rodinné domy
-  povodí - bytové domy
-  ostatní plochy podnikání

Vypracoval: Bc. Lenka Matznerová	Vedoucí závěrečné práce Doc. Ing. David Stránský, PhD. Státní závěrečná práce DP	
Katedra K144 Katedra vodního hospodářství obcí		
Studijní program Stavební inženýrství – V	Datum: 1/2024	
Akce: Studie hospodaření se srážkovými vodami ve východní části města Mnichovo Hradiště		Měřítko: 1:3000
		Formát: 6 A4
Příloha: Situace typových povodí		Číslo přílohy: 2.



Legenda

- PLOCHY**
- střechy šikmé
 - střechy ploché
 - zpevněný nepropustný povrch - celistvý/panely
 - zpevněný nepropustný povrch - dlažba
 - zahrady RD (zeleň + zpevněný povrch)
 - zeleň
- TYPOVÁ POVODÍ**
- povodí - průmysl
 - povodí - rodinné domy
 - povodí - bytové domy
 - ostatní plochy podnikání

Vypracoval: Bc. Lenka Matznerová	Vedoucí závěrečné práce Doc. Ing. David Stránský, Ph.D. Státní závěrečná práce DP	
Katedra K144 Katedra vodního hospodářství obcí		
Studijní program Stavební inženýrství – V	Datum: 1/2024	
Akce: Studie hospodaření se srážkovými vodami ve východní části města Mníchovo Hradiště	Měřítko: 1:2000	Formát: 6 A4
Příloha: Situace analýzy povrchů	Stupeň: ____	Číslo přílohy: 3.

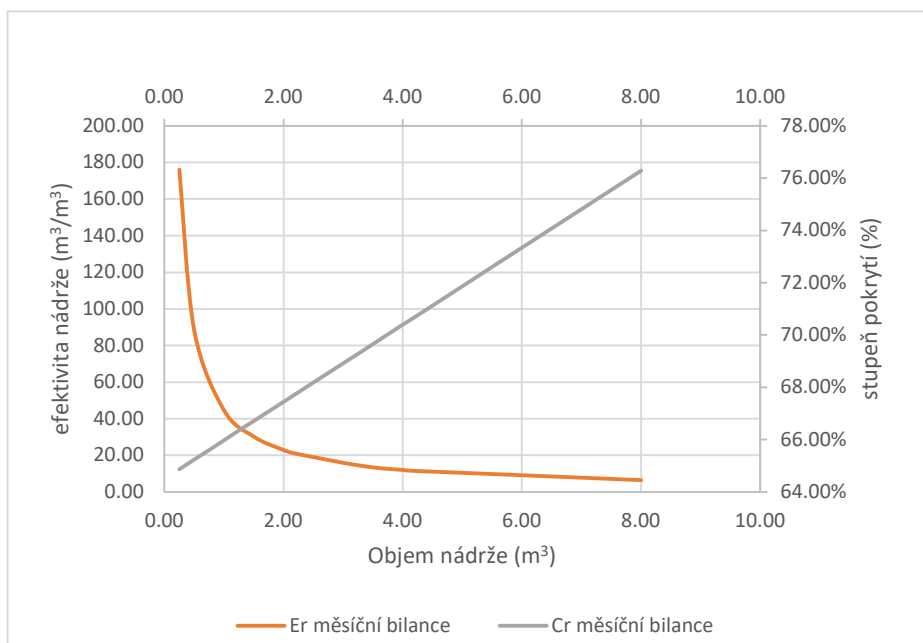


4. PŘÍLOHA

LISTY TYPOVÝCH PLOCH

Typová plocha	
Rezidenční plocha - rodinné domy	
Výměry ploch	
výměra	Průměrná výměra ploch střech na pozemku = 137.34 m²
	počet objektů - 124
	Průměrná výměra zahrady = 397.6 m²
výměra druhů povrchů v povodí	střecha šikmá (0.9) - 17030 m ²
	střecha plochá (0.9) - 4260 m ²
	zahrada (0.2) - 54274 m ²
	nepropustné (tenisový kurt) (0.7) - 605 m ²
	nepropustná dlažba (0.75) - 129 m ²
Typová plocha	
Rezidenční plocha - bytové domy	
Výměry ploch	
výměra druhů povrchů v povodí	střecha šikmá (0.9) - 375 m ²
	střecha plochá (0.9) - 4260 m ²
Typová plocha	
Průmyslové areály	
Výměry ploch	
výměra druhů povrchů v povodí	střecha šikmá (0.90) - 27 770 m ²
	střecha plochá (0.90) - 12 418 m ²
	zpevněné celistvé povrchy (0.85) - 51 237 m ²
	nezpevněné hutněné povrchy (0.6) - 15 260 m ²
	nepropustná dlažba (0.75) - 667 m ²

Křivka akumulční nádrže RD



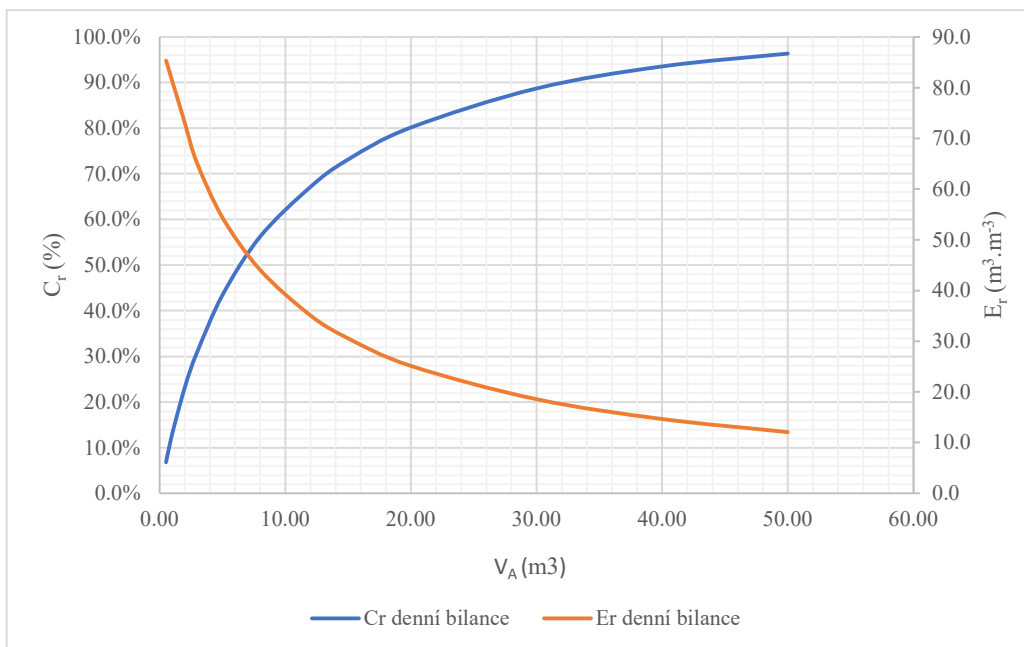


5. PŘÍLOHA

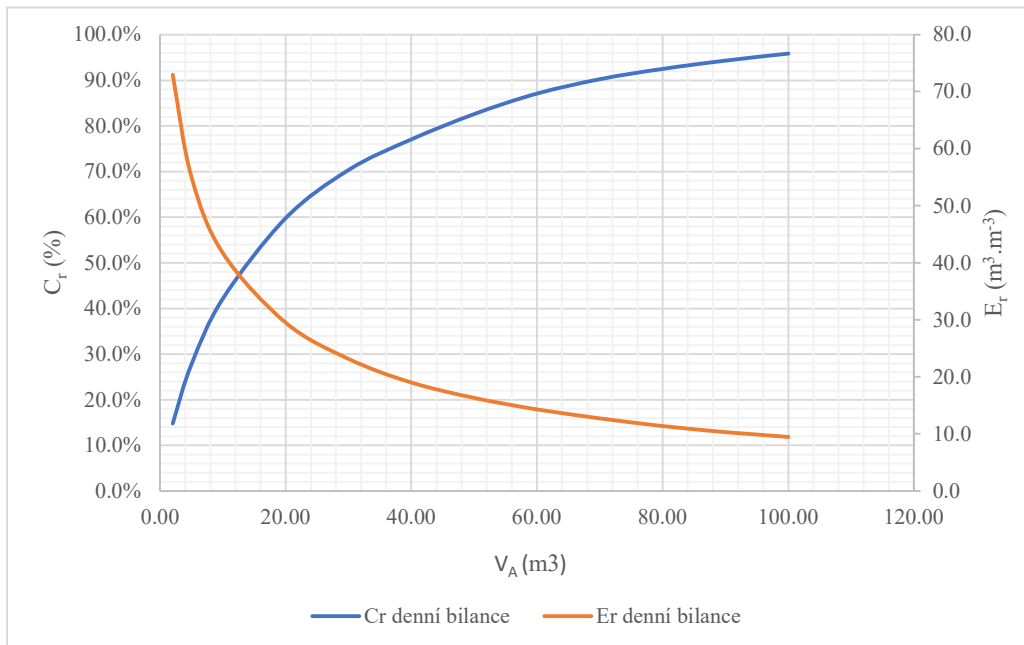
VÝPOČTY PŘEDBĚŽNÉHO DIMENZOVÁNÍ

Křivky akumulčních nádrží

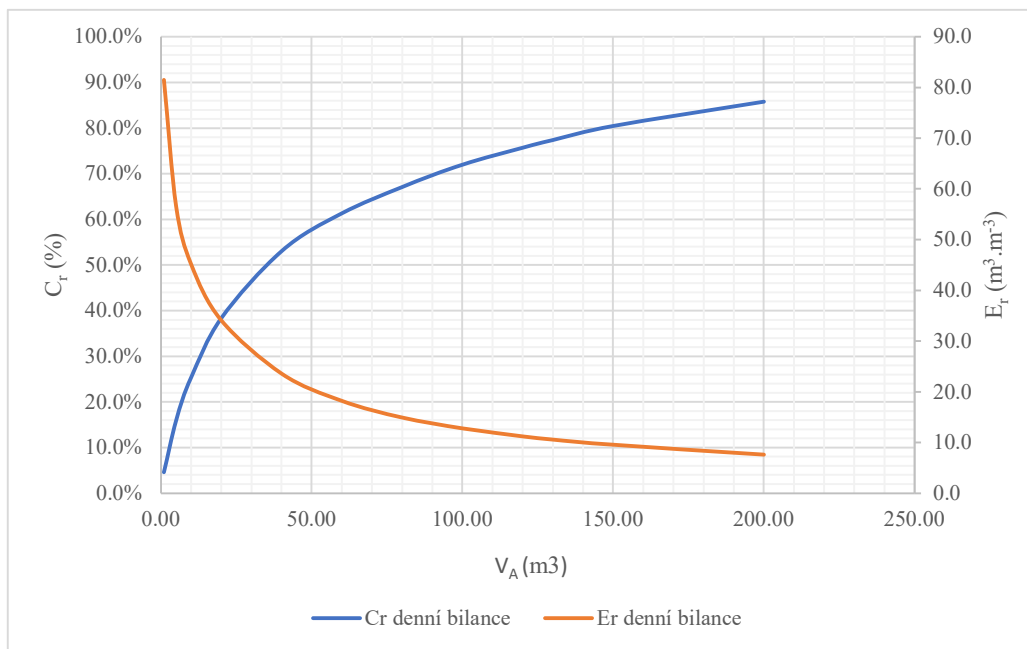
1. ODBĚR V PRACOVNÍ DNY (celkem 2 x 1,5 m³)



2. ODBĚRY V PRACOVNÍ DNY (celkem 4 x 1,5 m³)



3. ODBĚRY V PRACOVNÍ DNY (celkem 4 x 1,5 m³)



Návrh pomocí bilance blokových dešťů - průlehy

pro povodí Jiráskova

průleh do kanalizace

$Q_{reg} = 0.50$ l/s

T (min)	i (l/s/ha)	Vpřítok (m ³)	Vv/p (m ³)	Vretence (m ³)	Vvsak(m ³)	Vretence (m ³)
	p = 0,2	p = 0,2	p = 0,2	p = 0,2	p = 0,2	p = 0,2
5	363.33	12.20	24.44	-12.24	0.00	12.05
10	248.33	16.68	48.88	-32.20	0.00	16.38
15	193.33	19.48	73.32	-53.84	0.00	19.03
20	159.17	21.39	97.76	-76.38	0.00	20.79
30	118.89	23.96	146.64	-122.68	0.00	23.06
40	96.67	25.98	195.52	-169.55	0.00	24.78
60	71.11	28.66	293.29	-264.62	0.00	26.86
120	41.25	33.25	586.57	-553.32	0.00	29.65
240	23.47	37.85	1173.14	-1135.30	0.00	30.65
360	16.81	40.64	1759.71	-1719.07	0.00	29.84
480	13.19	42.55	2346.29	-2303.74	0.00	28.15
600	10.83	43.67	2932.86	-2889.19	0.00	25.67
720	9.17	44.34	3519.43	-3475.09	0.00	22.74
1080	6.39	46.36	5279.14	-5232.79	0.00	13.96
1440	4.88	47.25	7038.86	-6991.60	0.00	4.05
2880	3.03	58.56	14077.71	-14019.15	0.00	-27.84
4320	2.18	63.15	21116.57	-21053.42	0.00	-66.45

	$V_{retence} (m^3)$	$h_{retence} (m)$	$T_{pr} (h)$
povrchové z.	-12.24	-0.04	-0.03

	$V_{retence} (m^3)$	n (-)	$V_{tělesa} (m^3)$
podzemní z.	30.65	0.35	88.47
		$htělesa (m)$	$T_{pr} (h)$
		0.43	11.92

průleh do vodoteče

Q_{reg}= 0.50 l/s

T (min)	i (l/s/ha)	Vpřítok (m ³)	Vv/p (m ³)	Vretence (m ³)	Vvsak(m ³)	Vretence (m ³)
	p = 0,2	p = 0,2	p = 0,2	p = 0,2	p = 0,2	p = 0,2
5	363.33	7.14	14.30	-7.15	0.00	6.99
10	248.33	9.77	28.59	-18.82	0.00	9.47
15	193.33	11.40	42.89	-31.48	0.00	10.95
20	159.17	12.52	57.18	-44.66	0.00	11.92
30	118.89	14.03	85.77	-71.75	0.00	13.13
40	96.67	15.20	114.36	-99.16	0.00	14.00
60	71.11	16.78	171.54	-154.76	0.00	14.98
120	41.25	19.46	343.08	-323.62	0.00	15.86
240	23.47	22.15	686.16	-664.01	0.00	14.95
360	16.81	23.79	1029.24	-1005.45	0.00	12.99
480	13.19	24.90	1372.32	-1347.42	0.00	10.50
600	10.83	25.56	1715.40	-1689.84	0.00	7.56
720	9.17	25.95	2058.48	-2032.53	0.00	4.35
1080	6.39	27.13	3087.72	-3060.59	0.00	-5.27
1440	4.88	27.66	4116.96	-4089.31	0.00	-15.54
2880	3.03	34.28	8233.93	-8199.65	0.00	-52.12
4320	2.18	36.96	12350.89	-12313.93	0.00	-92.64

	V _{retence} (m ³)	h _{retence} (m)	T _{pr} (h)
povrchové z.	-7.15	-0.04	-0.03

	V _{retence} (m ³)	n (-)	V _{tělesa} (m ³)
podzemní z.	15.86	0.35	45.80
		htělesa (m)	T _{pr} (h)
		0.38	6.17

pro povodí Lidická

průleh

T (min)	i (l/s/ha)	Vpřítok (m3)	Vv/p (m3)	Vretence (m3)
	p = 0,2	p = 0,2	p = 0,2	p = 0,2
5	363.33	25.51	6.19	19.32
10	248.33	34.87	12.38	22.49
15	193.33	40.72	18.56	22.15
20	159.17	44.70	24.75	19.95
30	118.89	50.08	37.13	12.95
40	96.67	54.29	49.50	4.79
60	71.11	59.91	74.25	-14.34
120	41.25	69.50	148.50	-79.00
240	23.47	79.09	297.00	-217.91
360	16.81	84.95	445.50	-360.55
480	13.19	88.92	594.00	-505.08
600	10.83	91.26	742.50	-651.24
720	9.17	92.67	891.00	-798.33
1080	6.39	96.88	1336.50	-1239.62
1440	4.88	98.75	1782.00	-1683.25
2880	3.03	122.39	3564.00	-3441.61
4320	2.18	131.98	5346.00	-5214.02

	$V_{retence} (m^3)$	$h_{retence} (m)$	$T_{pr} (h)$
povrchové z.	22.49	0.18	0.21

pro povodí Obránců Míru (část), Tylova, Lomená

průleh plošný

Q_{reg}= 1.50 l/s

T (min)	i (l/s/ha)	Vpřítok (m ³)	Vv/p (m ³)	Vretence (m ³)	Vvsak(m ³)	Vretence (m ³)
	p = 0,2	p = 0,2	p = 0,2	p = 0,2	p = 0,2	p = 0,2
5	363.33	96.10	23.17	72.94	0.22	22.49
10	248.33	131.37	46.33	85.04	0.45	44.98
15	193.33	153.41	69.50	83.92	0.67	67.48
20	159.17	168.40	92.66	75.74	0.90	89.97
30	118.89	188.68	138.99	49.69	1.34	134.95
40	96.67	204.55	185.33	19.23	1.79	179.93
60	71.11	225.71	277.99	-52.27	2.69	217.63
120	41.25	261.86	555.98	-294.11	5.37	245.69
240	23.47	298.01	1111.95	-813.94	10.75	265.66
360	16.81	320.06	1667.93	-1347.88	16.12	271.53
480	13.19	335.04	2223.91	-1888.86	21.50	270.35
600	10.83	343.86	2779.88	-2436.02	26.87	262.99
720	9.17	349.15	3335.86	-2986.71	32.25	252.11
1080	6.39	365.02	5003.79	-4638.77	48.37	219.45
1440	4.88	372.08	6671.72	-6299.65	64.49	177.99
2880	3.03	461.13	13343.44	-12882.32	128.98	72.95
4320	2.18	497.28	20015.17	-19517.89	193.47	-84.99

	V _{retence} (m ³)	h _{retence} (m)	T _{pr} (h)
povrchové z.	85.04	0.23	0.21

	V _{retence} (m ³)	n (-)	V _{tělesa} (m ³)
podzemní z.	271.53	0.35	301.70
		h _{tělesa} (m)	T _{pr} (h)
		0.80	23.50

pro povodí Obránců Míru - hřbitov (UL-OM-1)

průleh velký

Q_{reg}= 0.50 l/s

T (min)	i (l/s/ha)	Vpřítok (m ³)	Vv/p (m ³)	Vretence (m ³)	Vvsak(m ³)	Vretence (m ³)
	p = 0,2	p = 0,2	p = 0,2	p = 0,2	p = 0,2	p = 0,2
5	363.33	7.67	2.62	5.05	0.04	2.42
10	248.33	10.48	5.24	5.25	0.09	4.85
15	193.33	12.24	7.85	4.39	0.13	7.27
20	159.17	13.44	10.47	2.97	0.17	9.70
30	118.89	15.06	15.71	-0.65	0.26	13.90
40	96.67	16.32	20.94	-4.62	0.35	14.77
60	71.11	18.01	31.42	-13.40	0.52	15.69
120	41.25	20.90	62.83	-41.93	1.05	16.25
240	23.47	23.78	125.66	-101.88	2.10	14.49
360	16.81	25.54	188.49	-162.95	3.14	11.60
480	13.19	26.74	251.33	-224.59	4.19	8.15
600	10.83	27.44	314.16	-286.72	5.24	4.20
720	9.17	27.86	376.99	-349.13	6.29	-0.02
1080	6.39	29.13	565.48	-536.35	9.43	-12.70
1440	4.88	29.69	753.98	-724.28	12.57	-26.08
2880	3.03	36.80	1507.95	-1471.16	25.14	-74.74
4320	2.18	39.68	2261.93	-2222.25	37.71	-127.63

	V _{retence} (m ³)	h _{retence} (m)	T _{pr} (h)
povrchové z.	5.25	0.13	0.12

	V _{retence} (m ³)	n (-)	V _{tělesa} (m ³)
podzemní z.	16.25	0.35	46.91
		htělesa (m)	T _{pr} (h)
		1.02	4.89

pro povodí Obránců Míru (Turnovská) (UL-OM-3)

průleh 2x

Q_{reg}= 0.50 l/s

T (min)	i (l/s/ha)	Vpřítok (m ³)	Vv/p (m ³)	Vretence (m ³)	Vvsak(m ³)	Vretence (m ³)
	p = 0,2	p = 0,2	p = 0,2	p = 0,2	p = 0,2	p = 0,2
5	363.33	35.15	25.76	9.39	0.22	25.39
10	248.33	48.05	51.53	-3.48	0.45	47.30
15	193.33	56.11	77.29	-21.18	0.67	54.99
20	159.17	61.59	103.06	-41.46	0.90	60.10
30	118.89	69.01	154.59	-85.57	1.35	66.76
40	96.67	74.82	206.12	-131.30	1.80	71.82
60	71.11	82.56	309.17	-226.62	2.70	78.06
120	41.25	95.78	618.35	-522.57	5.40	86.78
240	23.47	109.00	1236.69	-1127.69	10.79	91.01
360	16.81	117.06	1855.04	-1737.97	16.19	90.07
480	13.19	122.54	2473.38	-2350.84	21.59	86.55
600	10.83	125.77	3091.73	-2965.96	26.99	80.78
720	9.17	127.70	3710.07	-3582.37	32.38	73.72
1080	6.39	133.51	5565.11	-5431.60	48.58	52.53
1440	4.88	136.09	7420.14	-7284.05	64.77	28.12
2880	3.03	168.66	14840.28	-14671.62	129.54	-47.28
4320	2.18	181.88	22260.42	-22078.54	194.31	-142.02

	V _{retence} (m ³)	h _{retence} (m)	T _{pr} (h)
povrchové z.	9.39	0.03	0.02

	V _{retence} (m ³)	n (-)	V _{tělesa} (m ³)
podzemní z.	91.01	0.35	262.71
		htělesa (m)	T _{pr} (h)
		0.68	14.16

pro povodí Nerudova

průleh

$Q_{reg} = 0.50 \text{ l/s}$

T (min)	i (l/s/ha)	Vpřítok (m3)	Vv/p (m3)	Vretence (m3)	Vvsak(m3)	Vretence (m3)
	p = 0,2	p = 0,2	p = 0,2	p = 0,2	p = 0,2	p = 0,2
5	363.33	16.74	3.09	13.65	0.05	2.89
10	248.33	22.88	6.19	16.70	0.10	5.79
15	193.33	26.72	9.28	17.44	0.15	8.68
20	159.17	29.33	12.38	16.96	0.20	11.57
30	118.89	32.87	18.56	14.30	0.30	17.36
40	96.67	35.63	24.75	10.88	0.41	23.14
60	71.11	39.32	37.13	2.19	0.61	34.72
120	41.25	45.61	74.25	-28.64	1.22	40.79
240	23.47	51.91	148.50	-96.59	2.44	42.27
360	16.81	55.75	222.75	-167.00	3.66	41.29
480	13.19	58.36	297.00	-238.64	4.87	39.09
600	10.83	59.90	371.25	-311.35	6.09	35.80
720	9.17	60.82	445.50	-384.68	7.31	31.91
1080	6.39	63.58	668.25	-604.67	10.97	20.22
1440	4.88	64.81	891.00	-826.19	14.62	6.99
2880	3.03	80.32	1782.00	-1701.68	29.24	-35.32
4320	2.18	86.62	2673.00	-2586.38	43.86	-86.84

	$V_{retence} (m^3)$	$h_{retence} (m)$	$T_{pr} (h)$
povrchové z.	17.44	0.28	0.33

	$V_{retence} (m^3)$	n (-)	$V_{tělesa} (m^3)$
podzemní z.	42.27	0.35	46.97
		$htělesa (m)$	$T_{pr} (h)$
		0.57	12.28

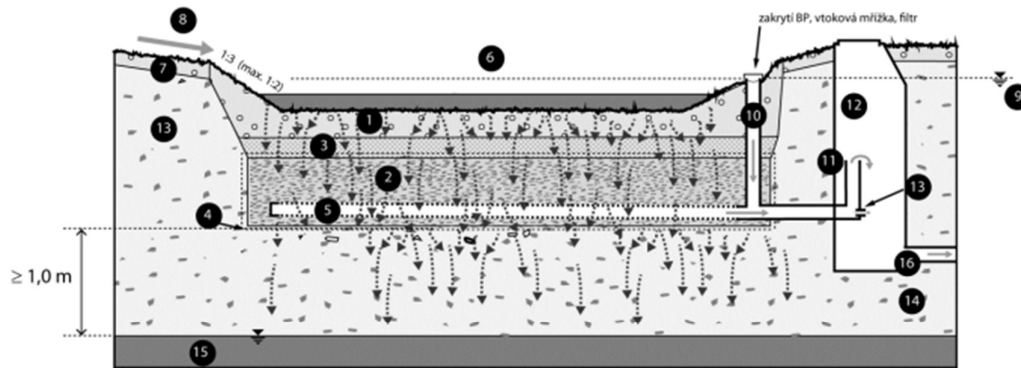


6. PŘÍLOHA

VZOROVÝ LIST PRŮLEHŮ

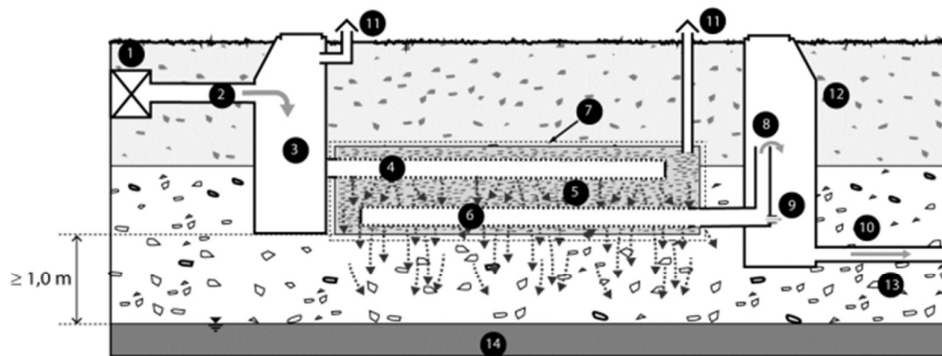
Vzorové listy průlehů (převzato z normy TNV 75 9011)

Systém průleh – rýha s povrchoвым přítokem a regulovaným odtokem



- | | |
|--|---|
| 1 - Zatravněná humusová vrstva průlehu; tl. $\geq 0,3$ m, $K \geq 1 \cdot 10^{-5}$ m/s | 8 - Plošný povrchový přítok |
| 2 - Retenční/vsakovací rýha (štěrk 16/32mm / prefabrikované bloky) | 9 - Max. reteční hladina; $h \leq 0,3$ m |
| 3 - Píščito-hlinitá vrstva; tl. $\geq 0,1$ m, $K \geq 1 \cdot 10^{-4}$ m/s | 10 - Bezpečnostní přeliv průlehu s filtrem |
| 4 - Geotextilie | 11 - Bezpečnostní přeliv rýhy |
| 5 - Drenážní odtokové potrubí | 12 - Šachta |
| 6 - Průleh | 13 - Regulátor odtoku |
| 7 - Ohumusování, osetí, tl. $\approx 0,1$ m | 14 - Nedostatečně propustné půdní a horninové prostředí |
| | 15 - Max. hladina podzemní vody |
| | 16 - Odtok |

Rýha s podpovrchovým přítokem a regulovaným odtokem



- | | | |
|--|-------------------------------|---|
| 1 - Předčištění - vtoková mřížka, síta, filtr, kalová jámka | 6 - Odtokové drenážní potrubí | 11 - Odvzdušnění |
| 2 - Podpovrchový přívod vody | 7 - Geotextilie | 12 - Nedostatečně propustné půdní a horninové prostředí |
| 3 - Vstupní šachta | 8 - Bezpečnostní přeliv | 13 - Propustné půdní a horninové prostředí |
| 4 - Přívodní drenážní potrubí | 9 - Regulátor průtoku | 14 - Max. hladina podzemní vody |
| 5 - Retenční/vsakovací rýha (štěrk 16/32mm / prefabrikované bloky) | 10 - Odtok | |