

MAREK TEICHMANN – NATÁLIE SZELIGOVÁ – MICHAL FALTEJSEK – STANISLAV ENDEL - FRANTIŠEK KUDA

Hospodaření se srážkovou vodou

v urbanizovaném území sídel Moravskoslezského kraje



Hospodaření se srážkovou vodou

v urbanizovaném území sídel Moravskoslezského kraje

VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ-TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA

ISBN 978-80-248-4704-7



Hospodaření se srážkovou vodou

v urbanizovaném území sídel Moravskoslezského kraje

Vznik publikace byl podporován z finančních prostředků Technologické agentury České republiky a je výstupem grantu číslo SS03010146 „Výzkum a aplikace Water Information Management jako strategie chytrého hospodaření se srážkovými vodami v urbanizovaných územích Moravskoslezského kraje“. Publikace byla vydána nakladatelstvím Gradiva a.s. ve spolupráci s VŠB – Technickou univerzitou Ostrava, Fakultou stavební, Katedrou městského inženýrství.

Odborný posudek:

Ing. arch. Tomáš Pavlovský, Ph.D.

© Autorský kolektiv:

Ing. Marek Teichmann, Ph.D.

Ing. Natálie Szeligová, Ph.D.

Ing. Michal Faltejsek, Ph.D.

Ing. Stanislav Endel, Ph.D.

doc. Ing. et Ing. František Kuda, CSc.

© Obálka:

Ing. Marek Teichmann, Ph.D.

Ostrava, 2023, první vydání

Počet stran: 192

Vydala: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

Tisk: Gradiva a.s.

Náklad: 100 ks

Neprodejné

ISBN 978-80-248-4704-7

PŘEDMLUVA

Tato publikace byla vytvořena se státní podporou Technologické agentury České republiky v rámci Programu Prostředí pro život a představuje jeden z výstupů projektu SS03010146 s názvem „Výzkum a aplikace Water Information Management jako strategie chytrého hospodaření se srážkovými vodami v urbanizovaných územích Moravskoslezského kraje“, který byl zaměřen především na zefektivnění hospodaření se srážkovou vodou v oblasti životního prostředí na urbanizovaném území Moravskoslezského kraje a operativní řešení přívalových vod a sucha. Hlavním cílem projektu byl výzkum a vývoj aplikace analytických a predikčních nástrojů pro chytrou správu urbanizovaného území - tzv. Water Information Management (WIM).

Předkládaná publikace se skládá z pěti kapitol strukturovaných od obecného pojetí až k popisu aplikace Water Information Management (WIM), přičemž je rozdělena na tři části. První část publikace představuje 1. a 2. kapitola, které jsou zaměřeny na obecný výskyt vody na Zemi a její vliv a význam pro lidstvo, faunu, flóru, ale také pro stavitelství a architekturu. Kapitola 2 pojednává o samotné problematice hospodaření se srážkovou vodou na území urbanizovaného území, přičemž uvádí nejen důvody nutnosti řešení, ale rovněž obecné předpoklady a technická řešení jednotlivých dílčích opatření v podobě modro-zelené infrastruktury. Druhá část publikace se pak zaměřuje na stav řešení problematiky srážkových vod na území pěti statutárních měst Moravskoslezského kraje. Výběr pěti měst Moravskoslezského kraje vzešel z parametrů grantu podpořeného Technologickou agenturou ČR, a která mj. právě podpořila vznik této publikace. Druhá část knihy se tak zabývá řešením srážkových vod ve městech Ostrava, Opava, Frýdek-Místek, Karviná a Havířov, přičemž je strukturovaná do 3. a 4. kapitoly. V těchto dvou kapitolách je uvedeno především shrnutí obecných legislativních a jiných opatření zajišťujících management a udržitelnost srážkových vod a hospodaření s nimi. Tato oblast managementu je doplněna analýzou území jednotlivých statutárních měst zaměřenou právě na hospodaření se srážkovou vodou. Třetí a poslední část monografie je věnována strategii chytrého hospodaření se srážkovou vodou v urbanizovaném území pomocí metody Water Information Management (WIM), jejíž aplikaci autorský tým v 5. kapitole demonstuje na příkladu statutárního města Karviná.

Obsah

ÚVOD.....	4
1. VODA – FENOMÉN V ŽIVOTĚ LIDSTVA.....	6
1. 1. Voda na Zemi.....	7
1. 1. 1. Povrchové vody	8
1. 1. 2. Podpovrchové vody	8
1. 2. Koloběh vody	9
1. 2. 1. Koloběh vody na Zemi	9
1. 2. 2. Koloběh vody v urbanizovaném území.....	10
1. 3. Voda v urbanizovaném území.....	11
1. 3. 1. Voda a člověk.....	11
1. 3. 2. Voda a město.....	12
1. 3. 3. Vodní toky v urbanizovaném území	15
1. 3. 4. Vodní plochy v urbanizovaném území.....	17
2. HOSPODAŘENÍ SE SRÁŽKOVOU VODOU V URBANIZOVANÉM ÚZEMÍ MĚST A OBCÍ	18
2. 1. Současný stav hospodaření se srážkovými vodami	19
2. 1. 1. Praktické důvody řešení hospodaření se srážkovými vodami	20
2. 1. 2. Současné přístupy k řešení srážkových vod v ČR a ve světě.....	21
2. 2. Srážkové vody v rámci urbanistické koncepce měst	25
2. 2. 1. Přínosy řízení městských srážkových vod	26
2. 2. 2. Stupně znečištění srážkových vod ve vazbě na povrch	27
2. 2. 3. Kvalitativní požadavky a kontaminace srážkových vod	28
2. 2. 4. Výpočet množství srážkových vod ve vazbě na povrch	29
2. 3. Objekty pro hospodaření se srážkovými vodami	31
2. 3. 1. Akumulace srážkové vody	32
2. 3. 2. Přímá opatření pro vsakování srážkové vody	33
2. 3. 3. Nepřímá opatření a objekty pro vsakování srážkové vody.....	36
2. 4. Zelená infrastruktura v urbanizovaném území.....	41
2. 4. 1. Zelené ulice.....	43
2. 4. 2. Zelené parkování	44
2. 4. 3. Zelené střechy	45
3. MANAGEMENT A UDRŽITELNOST HOSPODAŘENÍ SE SRÁŽKOVOU VODOU V MORAVSKOSLEZSKÉM KRAJI	47
3. 1. Udržitelnost z pohledu regionálního rozvoje	47
3. 1. 1. Rozhodování v rámci regionálního rozvoje	48
3. 1. 2. Regionální politika	49
3. 1. 3. Regionální rozvoj a formy plánování	50
3. 1. 4. Vliv rozvoje vodohospodářství a stavebnictví na rozvoj území	52
3. 2. Udržitelnost vodohospodářské infrastruktury měst a obcí	53
3. 2. 1. Kvality vody.....	54
3. 2. 2. Účinnost vodohospodářských opatření při nakládání s vodou.....	55
3. 2. 3. Vliv odolnosti vody na její udržitelnost.....	56
3. 3. Management hospodaření se srážkovými vodami v Moravskoslezském kraji z pohledu republikových a krajských strategií.....	56
3. 3. 1. Politika územního rozvoje ČR	56
3. 3. 2. Zásady územního rozvoje Moravskoslezského kraje	57
3. 3. 3. Územní studie	58
3. 3. 4. Další studie a strategie na obecní úrovni.....	58

4. ANALÝZA STAVU HOSPODAŘENÍ SE SRÁŽKOVÝMI VODAMI NA ÚZEMÍ STATUTÁRNÍCH MĚST MORAVSKOSLEZSKÉHO KRAJE	63
4. 1. Statutární město Frýdek - Místek	65
4. 1. 1. Základní demografické údaje	65
4. 1. 2. Charakteristika města	66
4. 1. 3. Hydrogeologické podmínky	68
4. 1. 4. Zásobování vodou a odkanalizování	74
4. 2. Statutární město Havířov	77
4. 2. 1. Základní demografické údaje	77
4. 2. 2. Charakteristika města	78
4. 2. 3. Hydrogeologické podmínky	80
4. 2. 4. Zásobování vodou a odkanalizování	86
4. 3. Statutární město Karviná	89
4. 3. 1. Základní demografické údaje	89
4. 3. 2. Charakteristika města	91
4. 3. 3. Hydrogeologické podmínky	94
4. 3. 4. Zásobování vodou a odkanalizování území	99
4. 4. Statutární město Opava	103
4. 4. 1. Základní demografické údaje	103
4. 4. 2. Charakteristika města	104
4. 4. 3. Hydrogeologické podmínky	110
4. 4. 4. Zásobování vodou a odkanalizování	113
4. 5. Statutární město Ostrava	117
4. 5. 1. Základní demografické údaje	117
4. 5. 2. Charakteristika města	119
4. 5. 3. Zásobování vodou a odkanalizování	124
4. 5. 4. Hydrogeologické podmínky	126
5. STRATEGIE CHYTRÉHO HOSPODAŘENÍ SE SRÁŽKOVÝMI VODAMI V URBANIZOVANÉM ÚZEMÍ STATUTÁRNÍCH MĚST MORAVSKOSLEZSKÉHO KRAJE	132
5. 1. Přístupy a vstupní předpoklady strategie chytrého hospodaření se srážkovou vodou	133
5. 1. 1. Městský facility management	134
5. 1. 2. CAFM systémy	136
5. 1. 3. Informační management staveb (BIM)	138
5. 1. 4. Informační modelování a management obcí a měst	139
5. 1. 5. Informační modely obcí a měst	140
5. 2. Metoda Water Information management (WIM)	142
5. 2. 1. Vstupní vývojové předpoklady metody WIM	144
5. 2. 2. Tvorba informačního modelu území	146
5. 2. 3. Výpočetní model množství srážkových vod	148
5. 2. 4. Interpoláční schéma pro výpočet reliéfu terénu	148
5. 2. 5. Identifikace rizikových míst	152
5. 2. 6. Interpoláční mapa polohy uličních vpustí	153
5. 2. 7. Využitelnost interaktivního mapového modelu WIM	154
ZÁVĚR	158
POUŽITÁ LITERATURA A DALŠÍ INFORMAČNÍ ZDROJE	165
PŘÍLOHY	176

ÚVOD

Městská vodohospodářská infrastruktura, tedy činnosti spojené s hospodařením s vodou na území obcí a měst, je jedním ze základních technicko – provozních činností zajišťující nejen funkčnost lidských sídel, ale také jejich obyvatelnost, vytváří základní standardy hygienické, sociální, environmentální, či estetické. Městská vodohospodářská infrastruktura tradičně zahrnuje systémy zásobování pitnou vodou a systémy pro odkanalizování urbanizovaného území. V posledních letech se však lze stále častěji setkat s třetí oblastí, kterou tvoří systémy pro hospodaření se srážkovými vodami v rámci zastavěného území sídel. Právě tato třetí oblast je v současnosti často diskutována nejen s vazbou na udržitelný rozvoj vodárenství, s přesahem k udržitelnému životnímu prostředí, ekonomickým nárokům na výrobu, distribuci a likvidaci vody, respektive čištění vody, ale především s přesahem na udržitelnost stále rostoucích lidských sídel.

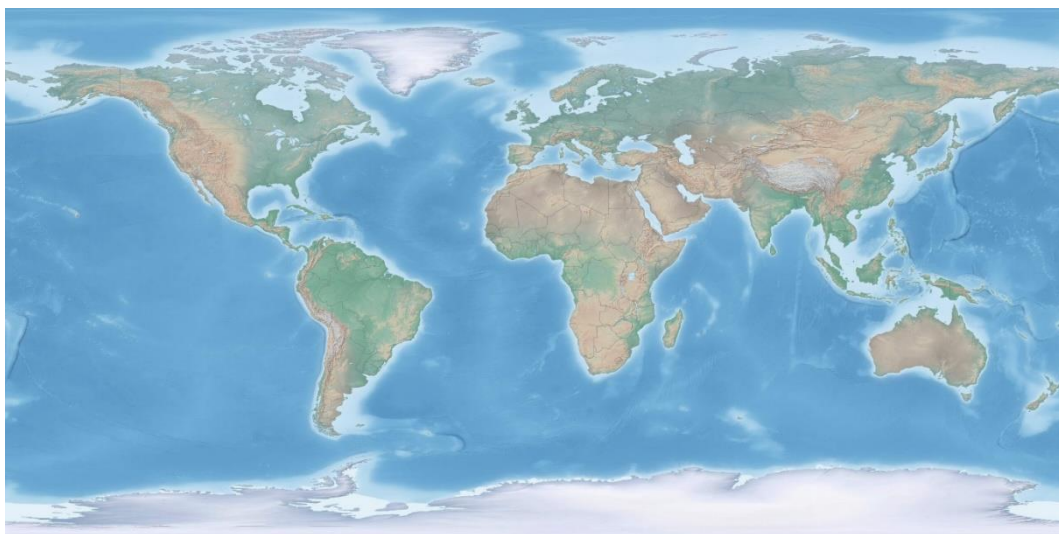
Urbanizované území si lze jen těžko představit bez vody v jakékoliv podobě. Tento fakt je dán zejména skutečností, že voda samotná je nepostradatelnou součástí života lidí, zvířat, i rostlinstva na planetě Zemi. Voda se tak stala historicky součástí lidstva, které ji od pradávna vyhledávalo a užívalo. Díky tomu byly již historicky první osady, či města budovány v blízkosti vodních zdrojů. S postupem času a vývoje historických měst, vývoje evolučního i technologického získávala voda vedle svého hlavního využití, jakožto základní složka života, další a nepostradatelné využití v průmyslu, zemědělství, či dopravě. Tento postupný vývoj tak měl významný vliv na rozvoj vodohospodářských infrastruktur až do podoby, jak je známe dnes. V rámci této publikace jsou jednotlivá odvětví vodohospodářských infrastruktur definována, je zde popsána jejich funkčnost a provozní vlastnosti s přesahem do veřejného prostoru sídel a jeho udržitelného rozvoje. Samotné uplatnění principů udržitelného rozvoje zasahuje do nejrůznějších sfér lidského života. Zpravidla je v rámci urbanizovaného území sídel věnována pozornost především problematice bydlení či dopravy, ale také ochraně zdraví, emisním limitům a dalším ekologickým zátěžím. V převážné většině se tedy jedná o oblasti hmatatelné a pro lidstvo snadno viditelné. Právě z těchto důvodů je velmi často opomíjena, či upozaděna, problematika udržitelnosti vodohospodářské infrastruktury, které jsou v převážné většině skryty pod povrchem. Totéž zpravidla platí v případě provádění údržby a obnovy těchto rozsáhlých systémů, přičemž se lze často setkat s omezeným zájmem a havarijní formou

správy a údržby těchto staveb. Většina provozovatelů a vlastníků technického vybavení v poslední době zaznamenává navýšení intenzity poruch svého majetku, který je způsoben v převážné většině vyčerpanou teoretickou i fyzickou životností použitého materiálu a následnou nutností tuto situaci adekvátně řešit. Stejně tak je již zřejmé, že potřeba řešení problematiky hospodaření se srážkovými vodami je významnou součástí vodohospodářských infrastruktur a je tak potřeba i tuto oblast řešit. Pro adekvátní zefektivnění provozu a údržby těchto staveb je však potřeba přistupovat cíleně a systematicky, což je dnes relativně snadno dosažitelné s využitím moderních manažerských postupů a inovativních technologií, které si zejména v posledních letech našly své uplatnění ve správě a údržbě stavebních objektů a je tak zcela logické, že tyto postupy lze aplikovat také na problematiku vodohospodářské infrastruktury.

Tato publikace představuje několik rovin řešení problematiky městských vodohospodářských infrastruktur. Počátky řešení je potřeba hledat v úplném jádru celé problematiky a je zapotřebí jednotlivé systémy náležitě popsat, seznámit se s jejich jednotlivými součástmi a vzájemnými vazbami (proces identifikace). Pakliže je znám systém a jeho technické parametry, je potřeba přejít analýze jeho provozu, tedy hledání možných způsobů pro zvýšení jeho efektivity, definování jasných procesů a postupů správy, údržby a obnovy jednotlivých částí systémů. Samotné procesy zefektivnění však lze vnímat jako manažerské procesy vyžadující maximální využití sofistikovaných nástrojů a přístupů zakládajících se zejména na kvalitních vstupních a provozních datech. Teprve na takovémto základu lze vystavět kýžená zlepšení a optimalizace systémů vodohospodářské infrastruktury. Tyto procesy jsou zcela nezbytné pro zajištění udržitelnosti jednotlivých městských vodárenských systémů a potažmo také lidských sídel, a to včetně zefektivnění z hlediska sociálních, ekonomických i environmentálních aspektů rozvoje.

1. VODA – FENOMÉN V ŽIVOTĚ LIDSTVA

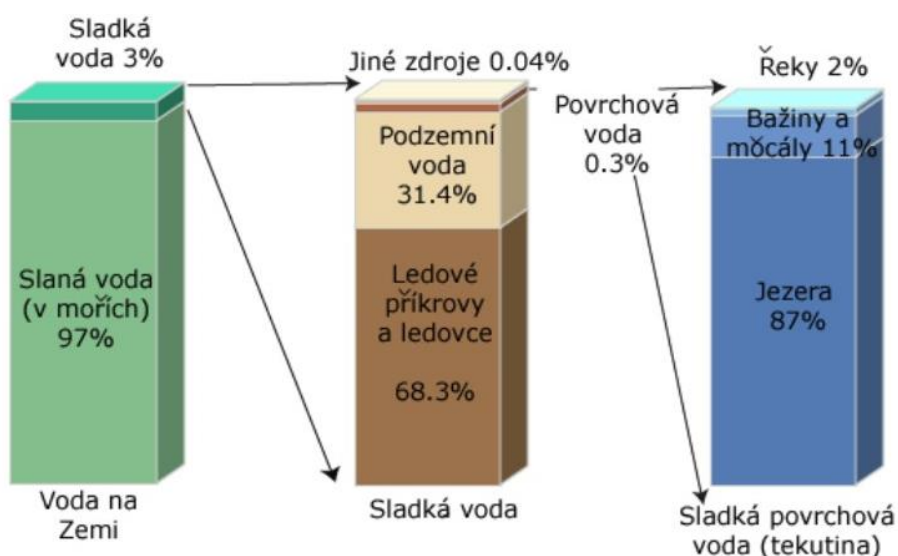
Země je označována jako „modrá planeta“, protože přibližně 71% jejího povrchu pokrývají vodní plochy. Voda však existuje také pod povrchem pevninských částí a rovněž se nachází jako vodní pára ve vzduchu. Voda je omezeným zemským zdrojem a je tak teoreticky možné, že voda, kterou dnes konzumujeme, může být molekulárně stejná voda, kterou před miliony lety konzumovali mamuti. Země je systém s uzavřeným koloběhem vody, což znamená, že jen velmi málo vody opouští atmosféru anebo do ní vstupuje. Voda, která zde byla před miliardami let, je zde proto s vysokou pravděpodobností stále. Voda na zemi však prochází pravidelnými hydrologickými cykly, při kterých se voda čistí a zároveň doplňuje zásoby vody v různých prostředích.



Obr. 1. 1. Země – modrá planeta - Archív autora

Voda je nejdůležitější složkou přírodního prostředí planety Země a zaujímá také klíčové postavení v životě i činnosti člověka, přičemž její úloha roste s mírou rozvoje společnosti. Významnou vlastností vody je její schopnost nepřetržitě se obnovovat procesem výměny vody mezi světovými oceány a pevninou. Oceány jsou převažujícím zdrojem, který v oběhu vody na Zemi hraje úlohu hlavního dodavatele sladké vody pro pevninu. Je však i prostředím, v němž se uskutečňuje výměna mnoha jiných látek (např. salinita) i energie (termální proudění) nejen uvnitř rozsáhlých oceánských prostor, ale i mezi sférami, které tyto oceány obklopují.

Ačkoliv se může jevit, že na Zemi je vody dostatek, tak skutečnost je právě opačná. Vzhledem k faktu, že voda je na zemi rozložena nerovnoměrně, existují místa, kde je vody nedostatek, a tyto oblasti pak trápí často i dlouhodobá období sucha. I přesto, že voda pokrývá 71 % zemského povrchu, je pro lidstvo použitelné jen malé procento vody (přibližně 0,3%). Zbýlá část vodních zdrojů (99,7%) se nachází v oceánech a mořích, půdě, ledovcích a v atmosféře. I přesto je část vody ze zmíněných 0,3%, velmi obtížně použitelná, nebo se nachází v močálech či bažinách. Většina snadno dosažitelné a lidstvem používané vody pochází z řek a přírodních jezer. Tyto viditelné vodní útvary se označují jako povrchové vody. Velká část sladké vody se ve skutečnosti nachází také v podzemí, kde se jedná o půdní vlhkost či přímo vodonosné vrstvy. Tyto podzemní vody pak mohou napájet vodní toky, a proto řeky mohou protékat i bez srážek, byť s minimálním průtokem.



Obr. 1. 2. Rozdělení zásob vody na Zemi – Archiv autora

1. 1. Voda na Zemi

Voda na Zemi je konečným zdrojem. Chránit vodu znamená chránit všechny formy podzemní vody ve vodonosných vrstvách, povrchovou vodu i vodu ve formě par, případně srážek. Hospodaření s vodou na Zemi má tedy hned několik zásadních důvodů. V prvním případě se jedná o zabezpečení lidských potřeb (tedy voda pitná určená ke konzumaci, zavlažování, energetické nároky) a celá řada dalších činností, kde je voda nenahraditelná. Dalším důvodem je pak ochrana hydrosféry, řešení otázek související s nedostatkem vodních

zdrojů, které mohou přerůst až do roviny vojenských sporů o území, případně hydrologické extrémů ve formě povodní.

1. 1. 1. Povrchové vody

Mezi povrchové vody patří všechny vody vyskytující se dočasně nebo trvale na zemském povrchu. Obnova zdrojů povrchových vod je zajištěna v místních klimatických a zeměpisných podmínkách zejména vodami srážkovými, případně vodami podzemními. Povrchové vody můžeme rozdělit dle jejich pohybu na vody stojaté, které představují kupříkladu jezera, a dále vody tekoucí, tedy například řeky. Dále povrchové vody můžeme dělit dle místa jejich výskytu na vody kontinentální a vody mořské, dle jejich chemického složení na vody sladké a slané, případně dle jejich skupenství na vody ve skupenství kapalném, skupenství pevném (led, kroupy) a vody ve skupenství plynném (pára, respektive vzdušná vlhkost, rosa, mlha).

Tyto povrchové vody v našich podmínkách tvoří stěžejní část v zásobách vody pro výrobu a distribuci pitné vody. Kvalita těchto vod je proměnná. U tekoucích vod se kvalita směrem s tokem zhoršuje, což je následkem působení klimatických a povětrnostních podmínek a dále vlivem civilizačních vlivů. U vod stojatých je kvalita vody rovněž proměnná a její kvalita se mění v závislosti na hloubce. Povrchové vody tedy slouží jako zdroj surové vody, ale rovněž jsou recipientem a jsou do těchto vod, zejména vod tekoucích, vyústěny odpadní vody z čističek odpadních vod, vody z průmyslu apod., což způsobuje jejich neustálé znečišťování, které se zde projevuje zejména nánosy na dně koryta, a dále chemickým, fyzickým a mikrobiologickým složením vody. Povrchové vody však v porovnání s vodami podzemními obsahují mnohem méně oxidu uhličitého, síranů, chloridů a dalších rozpuštěných minerálů.

1. 1. 2. Podpovrchové vody

Podpovrchová voda je taková voda, která se nachází pod zemským povrchem. Tato voda se zde může vyskytovat v kapalném, pevném i plynném stavu, a to chemicky i mechanicky vázaná. Obnova zásob podzemních vod je zajištěna vodami povrchovými a dešťovými srážkami, které se do země dostávají průsaky, neboli infiltrací, dále se zásoby podzemní vody doplňují kondenzací vodních par z magmatu v zemském jádře.

Kvalita podzemních vod je stejně jako u vod povrchových proměnná. Její jakost se mění v závislosti na hloubce, hydrogeologických poměrech a geologické skladbě podloží a také

na lokalitě. Tyto vody jsou znečišťovány zpravidla průsaky nežádoucích chemikálií do podloží, přičemž největšími znečišťovateli je zemědělství, popřípadě různé průmyslové havárie, staré ekologické zátěže, apod. Tyto kontaminanty, které se do podloží infiltrují, jsou následně díky proudění podpovrchových vod dále unášeny. Podpovrchové vody na sebe s ohledem ke svému situování pod zemským povrchem vážou velké množství minerálních prvků, oxidů uhlíčitého, síranů a chloridů. Jejich výsledné složení tak závisí na fyzikálně – chemickém složení podloží, tedy hornin a půd, se kterými vody přijdou do styku. Teplota podzemních vod je na rozdíl od vod povrchových zpravidla neměnná, jelikož tyto vody nejsou vystavovány klimatickým změnám.

1. 2. Koloběh vody

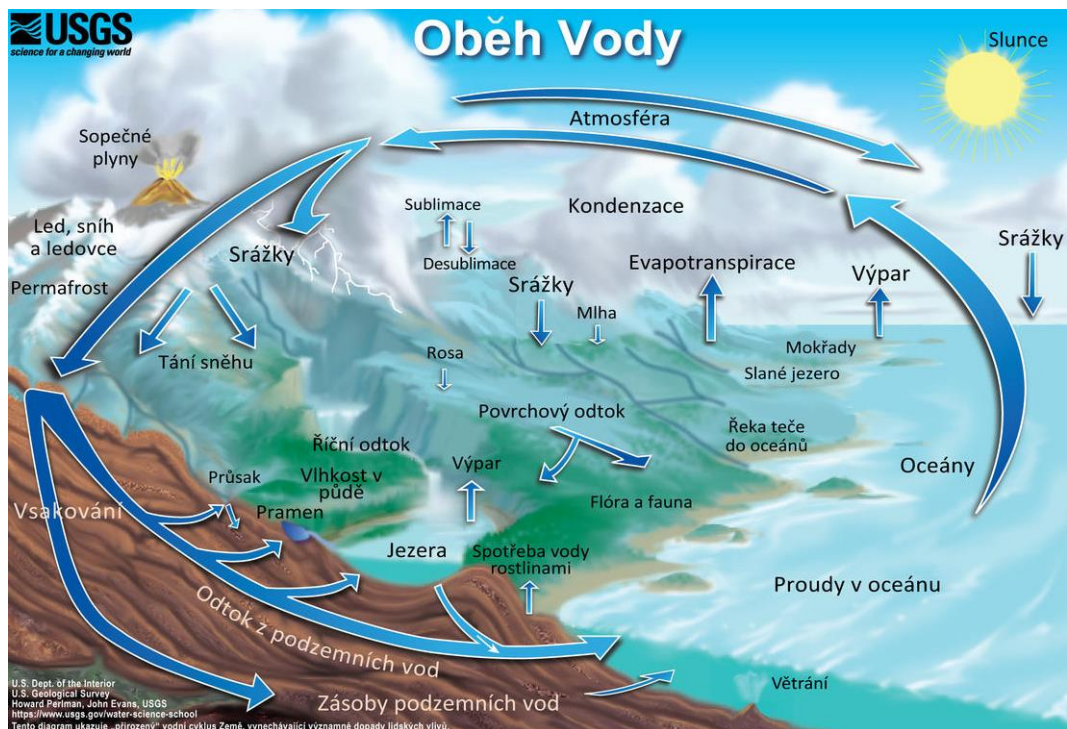
Koloběh vody představuje prakticky nekonečný cyklus pohybu vody na Zemi, který je zajištěn konečným množstvím vody, která je neustále v pohybu a je nerovnoměrně rozložená. Obecně lze říci, že tento hydrologický cyklus znázorněný na Obr. 1. 3. a Obr. 1. 4. představuje grafické znázornění pohybu vody prostředím, přičemž voda při tomto koloběhu může měnit skupenství (pevné, kapalné a plynné).

1. 2. 1. Koloběh vody na Zemi

Koloběh vody na Zemi, označovaný také jako „velký koloběh vody“ je přirozený cyklus vody na planetě Zemi. Jedná se o nepřetržitý proces, při kterém dochází k odpařování vody z vodních ploch a zemských pevninských ploch do ovzduší. Vlivem tohoto přirozeného výparu dochází ke stavu, kdy je vzdušný prostor plně nasycen a dochází k procesu kondenzace, tedy vysrážení vzdušné vlhkosti, která se mění na drobné kapky vody. Tyto kapky pak v podobě srážek padají na zemský povrch (déšť, sníh, kroupy, rosa, mlha). Tyto srážky pak padají zpátky na Zemi, přičemž při dopadu do vodních ploch se stávají součástí těchto vodních ploch. V případě dopadu na pevninu pak dochází k jejich částečnému vsaku do podloží a dále k povrchovému odtoku. Hydrologický cyklus je dokončen opětovným odparem těchto vod ze zemského povrchu.

Tento koloběh je pro život na Zemi zásadní. V případě, že by po dopadu vody na Zem nedocházelo k jejímu následnému odparu, převážná část vody by se pravděpodobně naakumulovala v mořích a pevninské části by tak zůstaly zcela bez vody. Koloběh vody je tedy potřeba chápat jako zásadní způsob dodávky vody na Zemi, přičemž se prostřednictvím

srážek kumuluje voda ve vodních plochách, či vodních tocích, srážky doplňují hladiny podzemních vod a také dodávají potřebnou vodu a zvlahu fauně a flóře. Tento koloběh vody lze sledovat na Obr. 1. 3.



Obr. 1. 3. Koloběh vody na Zemi - „Velký oběh vody“ (U. S. Geological Survey)

Přesto, že oběh vody na Zemi je nepostradatelný, přináší s sebou také mnoho problémů. Mezi ty základní patří dva přírodní extrémny – sucho a přívalové srážky (často doprovázené bleskovými povodněmi či záplavami), přičemž tyto problémy způsobuje nerovnoměrné rozložení vody na Zemi. Mezi další problémy pak patří zejména znečištění – kontaminace půdy, jejíž negativní účinky jsou vlivem koloběhu vody umocněny, dochází tak ke kontaminaci vody a tyto znečištěné vody jsou vlivem vodního cyklu dále unášeny až do moří a oceánů.

1. 2. 2. Koloběh vody v urbanizovaném území

Koloběh vody v urbanizovaném území, označovaný jako tzv. „malý koloběh vody“ je člověkem vytvořený, tedy umělý, cyklus zajišťující řízené vedení vody v urbanizovaném území měst a obcí. Tento koloběh zahrnuje především objekty vodohospodářské infrastruktury, které zajišťují funkčnost celého cyklu. V rámci tohoto koloběhu, jehož grafické znázornění je vyobrazeno na Obr. 1. 4., lze sledovat jednotlivé procesy v několika

krocích. Na počátku procesu je jímání vody z přírodních zdrojů, odtud je voda dopravena do urbanizovaného území k jejímu upotřebení. Po použití vody v sídlech je voda odvedena stokovou sítí k jejímu vyčištění a následně odvedena zpět do přírodních vodních toků. Tento cyklus lze dále rozšířit o odvádění srážkových vod z urbanizovaného území. Tyto srážkové vody jsou pak stejně tak jako použité vody odpadní odvedeny do recipientu.



Obr. 1. 4. Koloběh vody v území – „Malý oběh vody“ (Veolia voda a. s.)

1. 3. Voda v urbanizovaném území

Voda tvoří neodmyslitelnou součást každého urbanizovaného území, ve kterém zastává nejen mnoho podob, ale také mnoho funkcí. Bez vody by obce a města byly zcela neobyvatelné. Tento fakt je znám již z historického hlediska sahajícího až do dob před našim letopočtem, kdy již tehdejší města disponovala rozvinutou vodárenskou infrastrukturou, která zahrnovala nejen systémy pro zásobování vodou, například v podobě akvaduktů, ale i systémy pro odvádění odpadních vod mimo zastavěné území. V dnešní době, kdy je vody stále častěji nedostatek, je potřeba s touto komoditou šetřit a podporovat udržitelný rozvoj vodárenských infrastruktur.

1. 3. 1. Voda a člověk

Voda představuje nepostradatelnou složku lidského života, na které jsou lidské životy přímo závislé. Přísun vody je pro organismus člověka nutný, obvykle člověk vydrží bez vody maximálně 7 až 10 dní, poté dochází k silným zdravotním komplikacím, jejichž poslední fází je smrt. I přesto, že člověk by měl denně vypít 2 až 3 litry tekutin, ne vždy je toto

množství splnitelné a to zejména z důvodů nerovnoměrného rozložení vody na Zemi. Na světě tak existují oblasti, kde je vody nedostatek a lidé si v takovýchto lokalitách musí vystačit s výrazně omezenějším množstvím vody. Přístup k vodě však vždy nemusí znamenat uspokojení těchto požadavků, a to zejména z důvodů kvality vody, která má na zdraví významný vliv (Davidson a kol., 2005).

Podle WHO nemá v dnešní době až 17% obyvatel Země přístup k pitné vodě, což je způsobeno buďto zcela chybějící vodohospodářskou infrastrukturou anebo pouze základním technickým vybavením. Cca 35% světové populace má přístup k vodě, která však neodpovídá minimálním hygienickým požadavkům a každoročně tak až 3,5 milionů lidí zemře na onemocnění způsobená závadnou vodou. Z těchto 3,5 mil. pak tvoří drtivou většinu děti mladší 5 let. V roce 2011 téměř 90% všech zemřelých na nedostatek či závadnost vody tvořily děti mladší 10 let. V České republice je přístup k vodě považován za samozřejmost, avšak celosvětově tomu tak není. K roku 2019 mělo cca 58% obyvatelstva Země přístup k vodě, která je přivedena vodovodním potrubím až do jejich domu. Napříč světem se liší také množství spotřebované vody na osobu na den. Zatímco v ČR se spotřeba na jednoho obyvatele na den pohybuje okolo 120 litrů vody, v některých rozvojových státech (zejména Afrika a Jižní Amerika) je spotřeba na obyvatele i kolem 10 litrů vody. Naopak například v USA (cca 300 l/os./den) anebo Novém Zélandu (cca 250 l/os./den). Problematika vody v obecném pojetí je dnes celosvětově preferovaným tématem, ne-li fenoménem, a jinak tomu není ani v oblasti vodohospodářské infrastruktury, která zajišťuje koloběh vody v rámci urbanizovaného území. Pitné vody je na Zemi stále častěji nedostatek a je tak potřeba s vodou zacházet šetrněji, než tomu bylo doposud.

1. 3. 2. Voda a město

Voda a město k sobě jednoznačně patří, tento fakt je dán již historicky, kdy se lidská sídla budovala v blízkosti řek. Právě vodní toky měly pro historická města významnou funkci, města se k vodním tokům stavěla zády a recipienty plnily funkci hlavního přísunu vody pro fungování města, funkci pro likvidaci odpadů a zároveň funkci obrannou. Postupem času se role vodních toků měnila a s postupným růstem měst se voda stala jedním z hlavních městotvorných prvků tak, jak je tomu dnes, viz Obr. 1. 5. Obecně je jasné, že voda je pro život obyvatel podstatnou složkou, bez které není možno žít, stejně je tomu i u měst, která díky přístupu k dostatečné kvantitě a kvalitě vody mohla od jejich vzniku až do současnosti růst a udržovat si svůj hygienický standard.



Obr. 1. 5. Půdorysné uspořádání historického jádra ovlivněné vodním prvkem (řeka Vltava, Český Krumlov) – Převzato z Mapy.cz

Ačkoliv města bez přístupu k vodě byla již historicky neudržitelná, přináší voda také negativní účinky, které jsou nyní navíc umocněny stupněm urbanizace. Růst měst s vazbou na vodní toky s sebou přinášel také mnoho vedlejších účinků, mezi které lze řadit nejen přírodní katastrofy, jako povodně či záplavy, ale také problémy hygienické či zdravotní. Právě tyto problémy sužovala historická města, ve kterých plnil vodní tok roli stokové sítě, která odváděla veškeré odpady mimo zastavěné území. V této souvislosti je potřeba si uvědomit, že velké světové řeky byly v období středověku enormně znečištěné (řeka Temže v Londýně byla označována za „světovou stoku“) a ohrožovaly tak další sídla po směru toku vody (Guikema, 2008; Rinaldi, 2001).

V dnešní době se postoj k vodě změnil, voda je brána jako významná městotvorný prvek, který je využíván k rekreaci a relaxaci, zkvalitňuje klima města (reguluje tzv. tepelné ostrovy, zvyšuje vzdušnou vlhkost), často tvoří dominantu a plní estetickou funkci. I přesto se však v dnešní době stále můžeme setkat s negativními dopady působení vody, nejčastěji to jsou extrémní situace jako povodně a záplavy. Vyspělá města však již často dosáhla vysoké úrovně ochrany před přívalovou vodou či záplavami a jsou schopna těmto

negativním vlivům čelit. Tato skutečnost je však výsledkem mnoha procesů a kombinací nápravných a podpůrných opatření, zejména s vazbou na vodárenskou infrastrukturu a vodní díla. I přes tuto skutečnost však situace není zcela uspokojivá a v tuzemských podmínkách města v mnoha ohledech zaostávají za vyspělými moderními městy v zahraničí. Mnoho zejména větších municipalit začalo revitalizovat vodní toky či plochy, které jimi procházejí, avšak tento proces je zdlouhavý a silně závislý na možnostech prostorových, finančních, politických a dalších možnostech daného urbanizovaného území.



*Obr. 1. 6. Přírodě blízké a povodňově kapacitní řešení potoka. (potok Blanice, Vlašim, 2018) –
Archív autora*

Dnešní sídla, která byla historicky vystavěna v blízkosti vodních toků, již díky stupni urbanizace tyto vodní prvky pohltila a voda se tak stala součástí urbanistické koncepce měst. Tato skutečnost je znázorněná na Obr. 1. 5., kde na ortofotomapě historického jádra města Český Krumlov, kde lze sledovat jak město, respektive jednotlivé prvky (ulice, řady domy, náměstí apod.), kopírující topografické podmínky, jež jsou dány liniemi vodního toku, v tomto případě řeky Vltavy. S postupným nárůstem obyvatel a zvyšujícím se stupněm urbanizace byl vodní tok městem úplně pohlcen, městská zástavba se začala rozrůstat po obou stranách vodního toku a ten se tak stal plnohodnotnou součástí zastavěného území. Města a obce, jimiž vodní toky procházejí, však tyto toky významně ovlivňují a postupem

času často mění i jejich podobu, zejména jejich trasy. Samotná podoba vodních prvků v zastavěném území však byla pozměněna také díky úpravě břehů a to zejména z důvodu postupného zastavění přímého okolí těchto vodních prvků. Břehy tak byly v minulosti zpevňovány, byl upravován jejich podélný profil, přičemž se lze často setkat s pevnými koryty či hrázemi, které plní ochrannou funkci v případech zvýšení hladiny, viz Obr. 1. 6.

Z těchto důvodů je více než jasné, že práce s vodními prvky v urbanizovaném území obcí a měst je zcela odlišná od úpravy a hospodaření s vodou v krajině. Zásadním rozdílem je v tomto případě charakter prostoru, ve kterém se při plánování a realizaci úprav vodních prvků pracuje. Obecně pak lze říci, že v rámci urbanizovaného území se veškeré realizace odvíjejí od prostoru omezeného přílehlou zástavbou a dále pak vymezenými vlastnickými právy. Realizace opatření ve volné krajině je pak výrazně jednodušší a omezení jsou prakticky dána pouze krajinným rázem a případnými souvisejícími vlivy.

1. 3. 3. Vodní toky v urbanizovaném území

V urbanizovaném území obcí a měst se lze nejčastěji setkat s vodními toky (řeky, potoky, slepá ramena, vodní kanály apod.), které často tvoří významný urbanistický prvek daného území. Tato významnost je dána především v závislosti na velikosti vodního toku, která se odvíjí od základních parametrů, jako je množství vody, velikost průtoku, šířka koryta, apod. Významnými parametry je pak také případná regulace, tedy úpravy břehů a koryta, zatrubnění, či umístění recipientu vzhledem k území (vodní tok prochází středem urbanizovaného území, okrajem území, volným prostorem, apod.). Obecně se však v prostoru obcí a měst lze setkat s různými postoji k vodnímu toku, přičemž nejčastěji je vodní tok situován vůči území tak, aby byl přístupný z veřejných ploch, čímž je zajištěno provádění údržby břehů a koryt, ale zároveň je vodní tok zpřístupněn veřejnosti a může tak plnit funkci rekreační či relaxační. V praxi se často okolí vodních toků pojato formou parkové úpravy, v níž voda tvoří estetický a relaxační prvek tohoto prostoru, jehož součástí je nezbytný doplňující mobiliář. V současné době se lze velmi často setkat s revitalizacemi, jejichž hlavním úkolem je v blízkosti recipientu vybudovat protipovodňová opatření (zemní valy, stěny apod.), se kterými rovněž souvisí úpravy a čištění břehů i koryt.



Obr. 1. 7. Začlenění vodního toku do funkčních a rekreačních ploch města (řeka Visla, Gdaňsk, Polsko, 2019) – Archív autora

Velikost vodního toku má významný vliv na jeho následující funkční využití. Na Obr. 1. 6. lze sledovat menší vodní tok (potok Blatnice ve Vlašimi), který má relativně malý průtok. Tento průtok se však může několikanásobně navýšit v případě přívalových dešťů, což je následně redukováno pomocí zpevněných břehů viditelných na obrázku. Opačný případ je pak znázorněn na Obr. 1. 7. (řeka Visla v Gdaňsku), kde vodní tok tvoří významnou dominantu a městotvorný prvek využíváný k lodním plavbám, rekreaci a relaxaci.

Současné přístupy k revitalizaci vodních toků se často soustředí na budování přírodně blízkých opatření břehů a koryt vodních toků. Lze se setkat s realizacemi, kde je navyšován retenční prostor, který dokáže spolehlivěji akumulovat přívalové srážky a ochránit tak blízká zastavěná území proti negativním důsledkům vydatných dešťů. V případě takovýchto realizací se jedná o úzkou vazbu či přímé propojení na parkové úpravy související se zpřístupněním vodního toku lidem za účelem rekreace, relaxace, případně dalším činností. Nové přístupy mají také často neopominutelnou vazbu na objekty technické infrastruktury, zejména dešťovou kanalizaci, případně objekty pro hospodaření se srážkovými vodami, přičemž je však dbáno zejména na zvýšené estetické požadavky vodního toku a jeho okolí.

1. 3. 4. Vodní plochy v urbanizovaném území

Vodní plochy v urbanizovaném území (nádrže, rybníky, tůňe, jezera, přehrady apod.) mohou stejně tak jako vodní toky tvořit významné městotvorné prvky. Obecně lze vodní plochy členit dle jejich velikosti, způsobu plnění (průtočné, bezodtokové) či způsobu využití (rekreační, požární nádrže, retenční nádrže, chovné rybníky apod.). Vodní plochy jsou z hlediska urbanistické kompozice zpravidla komplikovanější, avšak jejich následné využití může v případě revitalizace být mnohem širší. V případě revitalizací se tak lze velmi často setkat s pracemi, jejichž cílem je zpřístupnění dané vodní plochy veřejnosti, přičemž tento kontakt může být i aktivní (plavební účely, koupání apod.). Ve většině případů je však cíleno především na doprovodnou parkovou úpravu, která vodní plochu vhodně doplňuje a rozšiřuje.



Obr. 1. 8. Začlenění vodní plochy do funkčních a rekreačních ploch města (rybník Vajgar, Jindřichův Hradec) – Archív autora

Na Obr. 1. 8. je vyobrazena dominantní vodní plocha situovaná prakticky uprostřed města (rybník Vajgar v Jindřichově Hradci), kde je její umístění dáno historicky. Vodní plochy jsou na rozdíl od potoků a řek klidné a jejich spojení s okolím často vytváří doprovodné zrcadlení obzoru, viz Obr. 1. 8., nebo Obr. 1. 7.

2. HOSPODAŘENÍ SE SRÁŽKOVOU VODOU V URBANIZOVANÉM ÚZEMÍ MĚST A OBCÍ

Problematika hospodaření se srážkovými vodami (HSV) v rámci urbanizovaného území obcí a měst je jednou ze tří oblastí městské vodohospodářské infrastruktury a logicky tak navazuje na systémy distribuce pitné vody a systémy stokování a následného čištění odpadních vod. Právě stokování je oblastí, mezi které problematika srážkových vod dlouhodobě patřila, avšak vzhledem k situaci, která nastala zejména v posledních letech, se stále častěji jeví potřeba řešit oblast hospodaření se srážkovými vodami samostatně. Hlavní důvody pro adekvátní řešení této oblasti lze shledat zejména s vazbou na množství pitné vody, které je např. v rámci ČR zejména v letních měsících mnohdy nedostatek. Pomocí efektivních způsobů hospodaření se srážkovými vodami lze snížit odběr pitné vody z distribuční sítě a to zejména prostřednictvím využití srážkové vody pro hygienicky méně náročné účely (splachování toalet, zavlažování, apod.). Srážková voda má však pro urbanizované území mnoho dalších významů, jednak může zlepšovat klimatické poměry v sídlech, zvyšovat hladinu podzemních vod a současně může tvořit různorodé urbanisticko-architektonické prvky měst, tzv. městotvorné prvky (Teichmann, Szeligová, Kuda, 2018).

V dnešní době je již srážková voda vnímána jinak, než tomu bylo v minulosti. Tento fakt je dán zejména historickým vývojem lidských sídel, kdy se města zpravidla situovala v blízkosti vodních toků, které zajišťovaly nejen přístup k vodě, ale také „přírodní kanalizaci“. Postupem času se s rozvojem měst rozrůstala i zastavěná plocha těchto měst a v rámci urbanizace docházelo k napřímení vodních toků, které těmito městy procházely. Tyto činnosti měly ve své době zcela logické opodstatnění zejména z důvodu bezpečnosti, kdy v případě vydatných dešťů byly sníženy hrozby rozsáhlých povodní či záplav. Postupnou urbanizací lidstvo dosáhlo schopnosti rychle odvádět veškeré „nežádoucí“ vody ze svého území. Vody skrze město díky napřímené trase recipientu jen rychle protékly, a navíc byly obohaceny o veškeré nežádoucí odpadní vody, tedy nejen splašky, ale i vody srážkové. Tento vývoj byl dále o to více umocněn stupněm urbanizace, tedy intenzitou zastavění propustných ploch, které rapidně zvýšily povrchový odtok srážkových vod (Chen, Gao, 2019).

Obecně řečeno je hospodaření se srážkovými vodami v rámci urbanizovaného území proces, jehož cílem je zachování přirozených podmínek odtoku srážkových vod z území. Přeneseně lze říci, že hlavním úkolem hospodaření se srážkovými vodami je pomocí efektivních způsobů a technických řešení snížit nadměrný (neřízený) odtok srážkových vod z urbanizovaného území s cílem tyto vody v daném území zadržet a dále je buďto následně využívat anebo zasakovat do podloží a zvyšovat tak stále klesající hladinu podzemních vod.



Obr. 2. 1. Následky přívalových srážek v urbanizovaném území (Karviná, 2019) – Archív autora

2. 1. Současný stav hospodaření se srážkovými vodami

Vzhledem k celosvětové změně klimatu, která nejen v ČR vyvolává výskyt extrémních meteorologických jevů, současná urbanizovaná území čelí boji se suchem na straně jedné a s enormním množstvím přívalových srážkových vod na straně druhé. Tyto extrémní klimatické situace s sebou přinášejí nedostatek vody, sucho, vlny horka a bleskové povodně, přičemž všechny tyto faktory mají významný vliv nejen na kvalitu života obyvatelstva, ale také na funkčnost infrastruktury, přírodní ekosystémy apod. Tento stav se nejcitlivěji projevuje zejména v urbanizovaném území, kde je navíc umocněn stále se zvyšujícím stupněm urbanizace. Nejpalčivěji zde pak působí zejména kumulace přívalových srážkových vod, které vznikají v důsledku nedostatečné přirozené infiltrace těchto vod do podloží.

Urbanizované prostředí sídel je oproti přirozené krajině tvořeno zpravidla enormním množstvím nepropustných ploch, které se vlivem urbanizace, často zcela neřízeně, zvyšují a způsobují tak přehlcení stokového systému, čistíren odpadních vod, rozvodnění menších vodotečí a vznik následných stále častějších bleskových povodní. Z těchto důvodů je zapotřebí zefektivnit stav hospodaření se srážkovými vodami v urbanizovaném území, což se v posledních letech ukazuje jako nevyhnutelné z důvodů měnícího se klimatického prostředí a s tím souvisejících následků sucha. Přestože jsou dnes lidstvu známy některé základní způsoby hospodaření s vodou, stále je absentováno jejich logické využití v praxi tak, aby působily komplexně a s vazbou na své okolí.

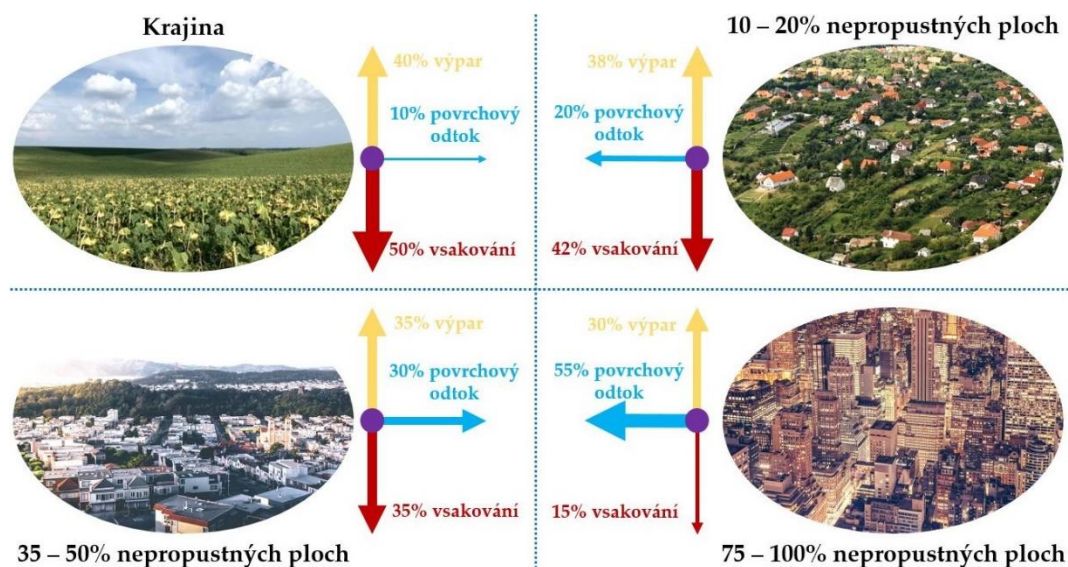
2. 1. 1. Praktické důvody řešení hospodaření se srážkovými vodami

Stav opatření pro nakládání se srážkovými vodami v urbanizovaném území v současné době dospěl do situace, která se již stává neúnosná a rychle se zhoršuje. Tato skutečnost je důsledkem dvou hlavních příčin, a sice změnou klimatu a především pak stupněm urbanizace.

Problematika změny klimatu významně ovlivňuje výskyt srážek a analogicky poté množství srážkových vod vyskytující se v rámci urbanizovaného území. Obecně však lze říci, že množství srážek je stále stejné (na tento fakt má vliv zejména omezené množství vody na Zemi, viz Kap. 1. 2. 1.), mění se však jejich rozložení v čase a právě toto rozložení má vliv na enormní meteorologické extrémy, tedy přívalové deště, které v rámci urbanizovaného území způsobují často rozsáhlé komplikace (viz předchozí Obr. 2. 1.) a dále období sucha, jež mají za následek rapidní pokles hladiny spodních vod, snížení průtoků vody ve vodních tocích a logicky pak také nedostatek vody v rámci zdrojů pitné vody. Tyto meteorologické extrémy jsou způsobeny zejména oteplováním Země, přičemž vyšší teploty v zimním období mají vliv na snižování množství sněhových srážek a zároveň zvyšují územní výpar. Naopak v letním období vysoké teploty způsobují nadměrný výpar a tím snížení územního odtoku a pokles vodní hladiny řek i vodních ploch. Výsledkem těchto extrémních jevů je pak vzrůstající riziko bleskových povodní či záplav a období sucha (Bruaset, Sægrov, 2018).

Druhým, v rámci obcí a měst velmi významným faktorem, je stupeň urbanizace daného území. Stupeň urbanizace je nejčastěji vyjadřován procentem zastavění, respektive procentuálním poměrem nepropustných ploch k plochám propustným v daném

urbanizovaném území. Lidská sídla jsou charakteristická velkou mírou zpevněných ploch (např. komunikace, střechy, apod.) nepodporujících přirozený cyklus vody, což výrazně ovlivňuje mikroklimatické podmínky daného území. Srážková voda, která dopadne na zpevněnou plochu, je co nejrychleji svedena do veřejné stokové sítě a následně odvedena pryč z urbanizovaného území. Z tohoto důvodu je výrazně ovlivněn přirozený vsak srážkových vod do podzemních vrstev či jejich výpar. V současnosti se stupeň urbanizace pohybuje na vysoké úrovni a dnešní města tak běžně dosahují 70% i více ploch, které jsou pro vodu nepropustné (viz Obr. 2. 2.). Tento fakt významně ovlivňuje možnost přirozené infiltrace srážkových vod do podloží a jejich výpar, přičemž se pak až několikanásobně zvyšuje povrchový odtok těchto vod.



Obr. 2. 2. Rozdělení odtoku v závislosti na stupni urbanizace – Vlastní zpracování

2. 1. 2. Současné přístupy k řešení srážkových vod v ČR a ve světě

V dnešní době je lidstvu známo značné množství dílčích technických řešení, opatření či zařízení, která mají za úkol zadržet vodu v urbanizovaném území, a stejně tak existuje i celá řada výzkumů a postupů zabývajících se regulací odtokových poměrů či zadržením vody v krajině. Kombinace vlivu klimatické změny a stupně urbanizace však ve větších městech či obcích již vygradovala natolik, že stále častěji čelíme obdobím sucha nebo naopak bleskovým povodním. Tento fakt je způsoben absencí efektivního strategického plánu, jak jednotlivé dílčí kroky zaměřené na hospodaření se srážkovou vodou efektivně

využít a provázat je tak, aby vzájemně tvořily jednotný a snadno udržitelný celek v rámci celého urbanizovaného území.

V tuzemském prostředí je problematika srážkových vod a jejich odtoku zejména v posledním desetiletí vnímaná, přičemž pro ni dokonce byl přijat všeobecně využívaný termín „hospodaření s dešťovými vodami“, často zkracovaný do podoby „HDV“. Obecně lze však tento termín označit za ne zcela správný, a to z důvodu, že se zaměřuje pouze na vody dešťové a ostatní skupenství srážek (sníh, či kroupy) tak opomíjí. Současné územně plánovací podklady a dokumentace jednotlivých samospráv tuto oblast mnohdy neřeší, nicméně některé samosprávy tento fakt vnímají a zpracování této problematiky vítají. Některá města (Olomouc či Hradec Králové), případně povodí (Odry, Moravy, či Dyje) v současné době disponují již zpracovanými studii odtokových poměrů, ty však situaci řeší jen v obecné rovině (bez vazeb a interakcí v daném území a případného provázání např. na databázi katastru nemovitostí, digitální mapy stokových soustav apod.) a zejména s přesahem na protipovodňová opatření, případně na nové rozvojové lokality. Problematika je však často diskutována a řešena v rámci jednotlivých stavebních objektů a souvisejících pozemků, přičemž požadavky na tato řešení jsou zakotvena také v tuzemské legislativě, zejména zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), vše ve znění pozdějších předpisů.

Stavební zákon č.183/2006 Sb., ve znění pozdějších předpisů se v konkrétních bodech odkazuje na prováděcí vyhlášku č. 501/2006 Sb., o obecných požadavcích na využívání území, ve znění pozdějších předpisů, která mj. stanovuje dle § 20 odst. 5 písm.c):

„Stavební pozemek se vždy vymezuje tak, aby na něm bylo vyřešeno vsakování nebo odvádění srážkových vod ze zastavěných ploch nebo zpevněných ploch, pokud se neplánuje jejich jiné využití; přitom musí být řešeno:

- *přednostně jejich vsakování, v případě jejich možného smísení se závadnými látkami umístění zařízení k jejich zachycení, není-li možné vsakování,*
- *jejich zadržování a regulované odvádění oddílnou kanalizací k odvádění srážkových vod do vod povrchových, v případě jejich možného smísení se závadnými látkami umístění zařízení k jejich zachycení, nebo*

- *není-li možné oddělené odvádění do vod povrchových, pak jejich regulované vypouštění do jednotné kanalizace.*“

Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby, ve znění pozdějších předpisů dle § 6 odst. 4 pak stanovuje: *„Stavby, z nichž odtékají povrchové vody, vzniklé dopadem atmosférických srážek (dále jen „srážkové vody“), musí mít zajištěno jejich odvádění, pokud nejsou srážkové vody zadržovány pro další využití. Znečištění těchto vod závadnými látkami nebo jejich nadměrné množství se řeší vhodnými technickými opatřeními. Odvádění srážkových vod se zajišťuje přednostně zasakováním. Není-li možné zasakování, zajišťuje se jejich odvádění do povrchových vod; pokud nelze srážkové vody odvádět samostatně, odvádí se jednotnou kanalizací.*“

Ačkoli by se mohlo zdát, že obě vyhlášky říkají ve vztahu k hospodaření se srážkovou vodou téměř totéž, zásadní rozdílem je skutečnost, pro koho jsou obě tato sdělení určena. Zatímco v rámci vyhlášky č. 268/2009 Sb. je ukládaná povinnost dodržovat principy hospodaření se srážkovými vodami stavebníkovi, vyhláška 501/2006 Sb. ukládá povinnost vymezit stavební pozemek tak, aby na něm bylo možné hospodařit se srážkovými vodami v rozsahu vyplývajícího z vyhlášky č. 268/2009 Sb. Lze tedy říci, že zodpovědnost je částečně přenesena i na samosprávu měst a obcí, které v rámci rozhodnutí o umístění staveb vymezují jednotlivé pozemky. Je tedy zřejmé, že problematiku hospodaření se srážkovými vodami je potřeba řešit již v rámci zpracování územně plánovací dokumentace daného území.

Tyto povinnosti dále doplňuje vodní zákon č. 254/2001 Sb., ve znění pozdějších předpisů, který dle § 5 odst. 3 stanovuje: *„Při provádění staveb nebo jejich změn nebo změn jejich užívání jsou stavebníci povinni podle charakteru a účelu užívání těchto staveb je zabezpečit zásobováním vodou a odváděním, čištěním, popřípadě jiným zneškodňováním odpadních vod z nich v souladu s tímto zákonem a zajistit vsakování nebo zadržování a odvádění povrchových vod vzniklých dopadem atmosférických srážek na tyto stavby (dále jen „srážkové vody“) v souladu se stavebním zákonem. 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.*“

Z výše jmenovaných legislativních předpisů vyplývá, že problematika srážkových vod, je v rámci tuzemské legislativy vnímána a vymáhána. Tento požadavek se však promítá

pouze do výstavby v rámci jednotlivých stavebních objektů, avšak koncepční pojetí v rámci celého urbanizovaného území, případně alespoň jeho jednotlivých dílčích částí, řešeno není. V rámci Státní politiky životního prostředí České republiky 2030 s výhledem do 2050, v aktuálním znění, je však tato problematika zmíněna mezi základními strategickými cíli, především pak cíl 1.1.5. Efektivní využívání vody je zmíněno jednak, že: „*Důležitým předpokladem pro rozšíření recyklace vod je oddílná kanalizace pro vody odpadní a vody srážkové.*“, dále pak: „*V urbanizovaném území musí být primární snahou zajistit maximální zasakování zde spadlé srážkové vody - tedy přeměna povrchů na propustné.*“. Tento strategický cíl je pak dále rozšířen ve Specifickém cíli 1.6.3 o zavedení systému hospodaření s vodou, vč. vody srážkové v sídlech, který mj. zmiňuje, že: „*Nezbytná je proto úprava jednotného kanalizačního systému na oddílný, který umožní srážkovou vodu akumulovat.*“. Stěžejní principy hospodaření se srážkovými vodami jsou dále zakotveny také v podkladech normativního charakteru, zejména pak ČSN 75 9010 Vsakovací zařízení srážkových vod a TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami. Tyto předpisy pak přímo popisují jednotlivé základní způsoby zadržování, vsakování a přímé užívání srážkových vod v rámci urbanizovaného území měst a sídel.

Z výše popsaných tuzemských přístupů a stavu poznání dané problematiky v rámci urbanizovaného území České republiky lze definovat čtyři stěžejní příčiny nekonceptního přístupu k řešení srážkových vod:

- platná legislativa vnáší do problematiky velmi nekonceptní přístup, který v podstatě celou zodpovědnost a řešení přenáší prostřednictvím zákonů a prováděcích vyhlášek na stavebníky jednotlivých stavebních objektů v rámci měst a obcí,
- současné normativní a technické předpisy jsou prakticky určeny pouze úzkému spektru odborníků (převážně vodohospodářů),
- nedostatečná vzájemná mezioborová komunikace a spolupráce, která by zajistila koordinaci jednotlivých opatření napříč všemi profesemi v rámci urbanizovaných prostor města a obcí,
- nedostatečná veřejná osvěta, tedy systematické šíření povědomí o dané problematice nejen mezi jednotlivé odborné profese, ale také mezi laickou veřejností, které se tato problematika nepopíratelně přímo dotýká.

V zahraničním prostředí je problematika srážkových vod v urbanizovaném území více diskutována a řešena nežli je tomu v tuzemských podmínkách (Ballard, Wilson, Udale, 2015). Obecně lze shledat, že srážkové vody jsou více vnímány a propagovány mezi odbornou i laickou veřejností, avšak i zde (např. Německo, Rakousko, Polsko) se v praxi lze velmi často setkat převážně s projekty zpravidla menšího (lokálního) významu, ve kterých je problematika srážkových vod řešena. Mnoho takovýchto projektů lze dohledat také např. v Anglii, Švýcarsku, Skandinávii, ale i v např. v Maďarsku. Zpravidla se však i zde jedná o uplatnění v menším měřítku (převážně souvislost s revitalizací veřejných prostor) a s absencí zmapování rizikových prostor v rámci celého urbanizovaného území měst a obcí (Butler, 2019).

2. 2. Srážkové vody v rámci urbanistické koncepce měst

Dnešní urbanizovaná území jsou vzhledem ke změně klimatu, masivnímu populačnímu růstu a s ním spojené urbanizaci v komplikované situaci, kdy na území těchto měst vzniká enormní množství srážkových vod. V současné situaci je převážná část povrchového odtoku těchto vod následně svedena do stokové sítě. Díky této situaci pak často dochází k mnoha problémům, mezi které patří zejména přetěžování čistíren odpadních vod, případně znečišťování recipientů odváděním směsí srážkových vod a vod splaškových z odlehčovacích komor na stokové síti. Současná urbanizovaná území se však potýkají s mnoha negativními projevy těchto faktorů, z nichž některé lze sledovat v ukázce v rámci Přílohy č. 1. Obecně lze však problematiku meteorologických extrémů, tedy extrémních přívalových srážek i období sucha, řešit právě efektivním hospodařením se srážkovými vodami. Z tohoto pohledu je jasné, že je potřeba srážkovou vodu v urbanizovaném území řízeně zadržet (tzv. retardace povrchového odtoku), a to formou snadno udržitelných povrchových vsakovacích a retenčních zařízení doplněných zelení, případně též výměnou nepropustných zpevněných povrchů za propustné. Těmito způsoby pak lze nejen řízeně zadržovat srážkovou vodu v území, ale také zvyšovat objem podzemních vod a zabezpečit tak kvalitnější a udržitelné prostředí, které dokáže meteorologickým extrémům odolávat. Proces hospodaření se srážkovými vodami v rámci urbanistické koncepce lze tedy označit jako problematika řízení městských srážkových vod.

2. 2. 1. Přínosy řízení městských srážkových vod

Řešení problematiky městských srážkových vod má pro urbanizovaná území mnohé výhody, které naplňují všechny tři základní pilíře udržitelného rozvoje sídel (ekonomický, ekologický a sociální). Z ekologického hlediska se při řízení této problematiky výrazně zkvalitňuje prostředí urbanizovaného území, které je uměle tvarováno tak, aby bylo možné eliminovat veškeré negativní vlivy urbanizace na odtok, však i výpar srážkových vod (viz Kap. 2. 1. 1.), a to za podmínek podobných jako je tomu ve volné krajině. Řízením a efektivním využíváním lze dále naplnit také ekonomický pilíř, který souvisí zejména s úsporou finančních prostředků na pořízení a výrobu pitné vody tam, kde lze stejně efektivně využít akumulované vody srážkové a zároveň tak lze docílit vyšší efektivity v rámci ČOV, které v případě řádného hospodaření se srážkovými vodami nejsou v období přívalových dešťů přetěžovány. Zároveň však řízení městských srážkových vod naplňuje také sociální pilíř, a to zejména v rámci využití přírodě blízkých opatření pro hospodaření se srážkovými vodami, která v rámci urbanizovaného území působí kladně na život obyvatelstva a zlepšují tak estetické, klimatické i urbanistické struktury daného území (Echlos, Pennypacker, 2015).

Mezi významné faktory, které přináší efektivní využívání a hospodaření se srážkovými vodami v urbanizovaném území dále může přinášet také účinnou regulaci (retardaci, či zpomalení) odtoku srážkových vod mimo zastavěné území a současně lze díky širším možnostem a kvalitnější připravenosti území na srážkové vody omezit hrozby bleskových povodní a záplav. Systémy pro hospodaření se srážkovými vodami dále mohou absorbovat městský hluk, snižovat účinky tepelných ostrovů a postupně tak zlepšovat klimatické poměry v území. Zároveň tyto postupy mohou významně posílit zásoby podzemních vod a pozitivně tak ovlivnit vodní zdroje využívané pro výrobu pitné vody. Významný vliv však systémy mají také na tradiční stokové systémy, zejména pak systémy jednotné stokové soustavy, které jsou často přetěžovány a nadměrně zatěžují ČOV i ekosystémy recipientů, do kterých jsou často přímo vyústěny přepady z odlehčovacích komor na jednotné stokové sítě obsahující směs srážkových a splaškových vod. Mimo tyto přínosy lze samozřejmě řadit také možnosti dalšího využívání srážkových vod, a to nejen pro zavlažování zeleně, ale i další využití (např. průmysl, požární voda apod. (Šrytr, 2013; VSA 2002).

Obecně lze tedy říci, že efektivní využívání, řízení a hospodaření se srážkovými vodami v urbanizovaném území má obrovský význam pro udržitelný rozvoj urbanizovaného území

obcí a měst, přičemž je zapotřebí tyto procesy realizovat zejména z pozic samosprávy měst, respektive nástrojů územního plánování. Pouze těmito způsoby lze dosáhnout udržitelného rozvoje, který sníží současná zatížení životního prostředí, zvýší jeho udržitelnost a zároveň posilí vztahy mezi vodou, urbanizovaným územím i jeho obyvateli a vyrovná tak rychlý urbanistický růst obcí a měst.

2. 2. 2. Stupně znečištění srážkových vod ve vazbě na povrch

Problematika srážkových vod a potencionální využití či nakládání s těmito vodami v rámci urbanizovaného území má mnohdy svá úskalí, která je potřeba efektivně řešit. Veškeré opatření pro nakládání a hospodaření se srážkovými vodami se musejí nutně stát součástí urbanizovaného území, ve kterém se nacházejí, přičemž musí respektovat veškeré interaktivní vazby v rámci svého okolí. Je nutné zajistit, aby veškerá tato opatření pro adaptaci na změnu klimatu a stupeň urbanizace byla nastavena správně a nefungovala pouze jako nástroj pro alternativní odvodnění území, ale v rámci daného prostoru kvalitně a spolehlivě fungovala. Zároveň je nesmírně důležité dbát na zajištění kvality těchto opatření, zejména v ekologickém a pro své okolí šetrném smyslu.

Tab. 2. 1. Orientační klasifikace znečištění srážkových vod v závislosti na druhu povrchu, ze kterých jsou tyto vody odváděny – Vlastní zpracování dle TNV 75 9011

Typ plochy	Míra znečištění srážkových vod
Vegetační střechy Střechy z inertních materiálů Střechy s plochou neošetřených kovových částí do 50 m ² Komunikace pro chodce a cyklisty Málo frekventovaná parkoviště osobních aut Málo frekventované pozemní komunikace (příjezdy k domům)	NÍZKÁ
Střechy s plochou neošetřených kovových částí 50 m ² až 500 m ² Středně frekventované pozemní komunikace (Vysoce) frekventovaná parkoviště (osobní auta a autobusy)	STŘEDNÍ
Střechy s plochou neošetřených kovových částí nad 500 m ² , Vysoce frekventované pozemní komunikace Plochy u skladišť, manipulační plochy Komunikace zemědělských areál, Parkoviště nákladních aut	VYSOKÁ

Je tedy zapotřebí klást důraz na kvalitu srážkových vod, se kterou je možné v rámci daného opatření hospodařit. Při návrhu a řešení různých opatření (akumulace, využívání

i vsakování) je nutné vnímat kvalitu srážkové vody, se kterou má být v rámci daného opatření nakládáno. Minimální kvalitativní požadavky srážkových vod významně ovlivňuje plocha, se kterou dané srážkové vody přišly do styku, a které mohou být více či méně kontaminované, viz Tab. 2. 1. Obecně lze říci, že hospodaření, ať už je jakékoliv, s významně znečištěnou srážkovou vodou musí být zcela odlišné od hospodaření s relativně čistou srážkovou vodou. V případě, kdy by byl tento fakt ignorován a opatření by i přes tuto skutečnost bylo improvizovaně umístěno v rámci území, mohlo by pak docházet i k rozsáhlým kontaminacím podzemních vod. Při návrhu opatření pro hospodaření se srážkovými vodami je tedy nutné znát alespoň orientačně případnou kontaminaci dané srážkové vody a na základě tohoto vědomí pak navrhnout příslušná opatření v podobě čištění či odstředování, případně odvádění znečištěných odpadních vod tradičně prostřednictvím stokové soustavy. Zpravidla riziko kontaminace souvisí s povrchy, kde dochází k častému pohybu či stání vozidel (útky naftových derivátů či oleje), naopak mezi nejméně znečištěné srážkové vody pak patří vody zachycené např. na komunikacích pro pěší či cyklisty, viz Tab. 2. 1 (Nařízení vlády č. 61/2003 Sb.; Dierkes, Göbel, Coldewey, 2005).

2. 2. 3. Kvalitativní požadavky a kontaminace srážkových vod

V případě přistoupení k problematice HSV je potřeba náležitě vyhodnotit kvalitativní požadavky srážkových vod. Samotná míra znečištění srážkových vod, respektive jejich složení, se odvíjí od dvou základních parametrů. Samotné srážkové vody mohou být znečištěny již před jejich dopadem na zemský povrch, a to díky kontaminaci mikročásticemi obsaženými v ovzduší. Zpravidla významnější je však kontaminace srážkových vod, která se odvíjí od případné kontaminace povrchu v dané lokalitě, na který srážkové vody dopadají. Kvalita srážkových vod se tak mění nejen po dopadu na povrch, ale i před ním. Obecně pak lze říci, že povrchový odtok srážkových vod a jeho případná kontaminace je pak přímo závislá na čase a množství (vydatnosti) srážek. Zpravidla nejvyšší podíl znečištění obsahují srážkové vody odtékající z povrchu v prvních minutách deště, což je způsobeno tzv. oplachem těchto povrchů. V rámci zemí EU je znečištění srážek před jejich dopadem na zem minimální (významně závisí na plnění emisních limitů) a prakticky tak srážkové vody z hlediska kvality a chemického složení splňují požadavky pro pitnou vodu (Asio Tech spol. s.r.o., 2020; Pytl a kol., 2012; TNV 75 9011).

Ačkoliv jsou zejména dnes opatření pro HSV v urbanizovaném území měst a obcí celkově doporučována a žádoucí, nesou s sebou tato patřičná rizika právě v možné kontaminaci srážkových vod. Zpravidla nejvyšší stupeň kontaminace v rámci veřejného prostoru lze identifikovat v místech vytižených pozemních komunikací a hromadných parkovišť, kde se vyskytuje celá škála znečišťujících faktorů, jako jsou úkapy olejů či paliv, chemické ošetřování komunikací při zimní údržbě apod. (Steiner, 2010). Případnou kontaminaci povrchového odtoku srážkových vod je tedy potřeba před jejich dalším využitím (vsakování, akumulace pro další využití, vypouštění do recipientu) patřičně eliminovat. Samotná míra znečištění ve vazbě na jednotlivé plochy, ze kterých srážkové vody odtékají, je znázorněna v Tab. 5.1. Tato tabulka je však dále rozšířena a v rámci TNV 75 9011 jsou definovány typické znečišťující látky na jednotlivých typech ploch, včetně očekávaného znečištění srážkových vod (viz Tab. P2.1. uvedená v Příloze č. 2). Ve vazbě na tyto podklady je pak žádoucí vyhodnotit vhodnost aplikace opatření případného sběru a hospodaření se srážkovými vodami z povrchů, kde může docházet ke kontaminaci těchto vod. Je zapotřebí si uvědomit, že vypouštění kontaminovaných srážkových vod do vodních toků, či jejich zasakování do podloží a dotování stavu podzemních vod může mít významný vliv na ekologické podmínky nejen v místě likvidace těchto vod, ale i v rámci jeho širších vztahů. Znečištěné vody srážkové je tedy před jejich likvidací nebo dalším využitím potřeba náležitě čistit, přičemž opatření pro takovéto čištění srážkových vod jsou uvedeny např. v rámci TNV 75 9011, viz Tab. P2. 2., respektive Tab. P2. 3. uvedené v Příloze č. 2.

2. 2. 4. Výpočet množství srážkových vod ve vazbě na povrch

Návrhy vhodných opatření pro hospodaření se srážkovými vodami se vždy odvíjejí od množství těchto srážkových vod, které určují požadovanou kapacitu či rozsah daného opatření. Stanovením objemu srážkových vod se zabývá mj. technická norma ČSN 75 9010 Vsakovací zařízení srážkových vod. V rámci výpočtu je dominantní stanovení tzv. regulované půdorysné plochy, ze které jsou srážkové vody odváděny, přičemž tato redukovaná plocha se vypočte dle vztahu 2. 1.:

$$A_{red} = \sum_{i=1}^n A_i * \psi_i [m^2] \quad 2. 1.$$

Kde značí:

A_{red} celkový redukovaný půdorysný průmět odvodňovaných ploch 1 až n ,

- A_i půdorysný průmět odvodňované plochy [m²],
 ψ součinitel odtoku srážkových vod pro danou odvodňovanou plochu, viz Tab. 2. 2.,
 n počet odvodňovaných ploch určitého druhu.

Pro výpočet redukované plochy A_{red} je významný součinitel odtoku ψ_i , který se odvíjí od propustnosti daného povrchu, respektive jeho materiálu a určuje se v rozsahu 0 až 1, přičemž hodnota 1 představuje absolutně nepropustný (zpravidla nenasákavý) povrch, hodnota 0 naopak povrch maximálně absorpční, viz Tab. 2. 2.

Tab. 2. 2. Součinitele odtoku srážkových povrchových vod ψ – Vlastní zpracování dle ČSN 75 9010

Druh odvodňované plochy (druh úpravy povrchu)	Sklon povrchu		
	do 1%	1% až 5%	nad 5%
	Součinitele odtoku srážkových povrchových vod ψ		
Sřechy s propustnou horní vrstvou (vegetační sřechy)	0,4 až 0,7 *	0,4 až 0,7 *	0,5 až 0,7 *
Sřechy s vrstvou kačírku na nepropustné vrstvě	0,7 až 0,9 *	0,7 až 0,9 *	0,8 až 0,9 *
Sřechy s nepropustnou horní vrstvou	1,0	1,0	1,0
Sřechy s nepropustnou horní vrstvou o ploše větší než 10 000 m ²	0,9	0,9	0,9
Asfaltové a betonové plochy, dlažby se zálivkou spár	0,7	0,8	0,9
Dlažby s pískovými spárami	0,5	0,6	0,7
Upravené štěrkové plochy	0,3	0,4	0,5
Neupravené a nezastavěné plochy	0,2	0,25	0,3
Komunikace ze zatravnovacích tvárnic	0,2	0,3	0,4
Komunikace z vsakovacích tvárnic	0,2	0,3	0,4
Sady, hřiště	0,1	0,15	0,2
Zatravněné plochy	0,05	0,1	0,15

* Podle tloušťky propustné horní vrstvy (s rostoucí tloušťkou propustné horní vrstvy se součinitel odtoku srážkových povrchových vod snižuje až na uvedenou dolní mezní hodnotu)

Po stanovené velikosti tzv. redukovaných ploch lze dle vztahu 2. 2. stanovit množství srážkových vod odtékajících z redukované plochy, přičemž pro výpočet je zásadní součinitel q_s , představující tzv. intenzitu směrodatného deště. Tato intenzita představuje množství srážkových vod typické pro danou lokalitu za jednotku času, běžně se udává v l/s/ha a v rámci České republiky se pohybuje přibližně mezi hodnotami 110 až 140 l/s/ha. Celkové množství srážkových vod se v rámci dané odvodňované plochy stanoví:

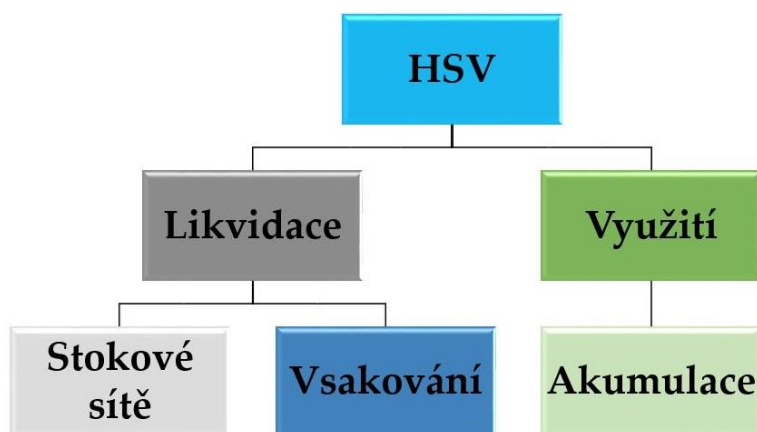
$$Q_{cel} = A_{red} * q_s \quad [l/s] \quad 2. 2.$$

Kde značí:

- Q_{cel} celkové množství odváděných srážkových vod [m³],
 A_{red} celkový redukovaný půdorysný průmět odvodňovaných ploch 1 až n ,
 q_s intenzita směrodatného deště uvažované periodicity v daném území [l/s/ha].

2. 3. Objekty pro hospodaření se srážkovými vodami

Hospodaření se srážkovými vodami zahrnuje širokou škálu řešení a způsobů, kterými lze efektivně tyto vody zpracovat, odvádět či zadržovat v rámci urbanizovaného území měst a obcí. Obecně lze systémy hospodaření se srážkovými vodami rozdělit do dvou oblastí, a sice prostřednictvím jejich možného využití anebo naopak jejich likvidací, viz Obr. 2. 3. V rámci dalšího možného využívání srážkových vod je potřeba disponovat vhodně situovanými prostory, kde je možné srážkové vody akumulovat pro jejich případné využití (zálivka, splachování toalet, recyklace apod.). Z hlediska likvidace lze se srážkovými vodami hospodařit buďto jejich vsakováním, případně jejich odvedením do stokové sítě. V současné praxi se však setkáváme převážně právě se způsoby likvidace prostřednictvím odvádění srážkových vod do stokové sítě a z tohoto pohledu lze označit toto řešení za nejméně efektivní. Celkově však na výsledné způsoby hospodaření se srážkovými vodami má vliv celá řada faktorů, mezi které patří mimo uplatnitelných technických řešení také podmínky daného prostředí a v neposlední řadě také stupeň znečištění odváděných srážkových vod.



Obr. 2. 3. Způsoby nakládání se srážkovými vodami – Vlastní zpracování

V následujících podkapitolách jsou řešeny dva zásadní přístupy a opatření v rámci HSV, a sice akumulace a vsakování srážkových vod na území sídel. Likvidace srážkových vod prostřednictvím stokové sítě (jež je taktéž uvedeno v Obr. 2. 3.) se pak provádí dle postupů pro odvádění odpadních vod z urbanizovaného území lidských sídel a mezi něž patří i vody srážkové, viz postupy uvedené v Kap. 4 Stokování.

2. 3. 1. Akumulace srážkové vody

Akumulace srážkových vod a jejich následné využívání je zejména v posledních letech velmi aktuálním tématem. Využití srážkových vod patří k nejrozšířenějším způsobům obnovy a v běžné praxi se s ní často setkáváme v té nejjednodušší podobě - nádrže pod střešním žlabem pro zalévání zahrady. Existují však také další, důmyslnější systémy, umožňující využívat srážkové vody pro řadu dalších účelů. Takovéto systémy jsou využívány převážně v prostředí budov, kde jsou srážkové vody akumulovány za účelem jejich dalšího využití např. pro splachování toalet, zalévání zahrady, případně i k dalším účelům.

Ve veřejném prostoru urbanizovaného území se však lze rovněž setkat s akumulací srážkových vod. V rámci České republiky se mezi nejčastější opatření pro akumulaci srážkových vod ve veřejném prostoru využívá tzv. dešťových zdrží. Jedná se převážně o monolitické či prefabrikované nádrže z betonu či železobetonu, které dnes slouží k zachycení přívalových srážkových vod. Tyto dešťové zdrže se budují zejména v posledních letech jako doplnění odlehčovacích komor na jednotné stokové síti, přičemž jsou v nich po určité době skladovány srážkové vody, které jsou poté v bezdeštném období odčerpávány zpět do stokové sítě k jejich vyčištění, případně jsou regulovaně vypouštěny přímo do recipientu. S takovýmito nádržemi se však lze setkat i historicky (V ČR převážně budovány mezi 30. a 80. léty 20. stol.), kdy tyto dešťové zdrže sloužily jako zásoba požární vody.

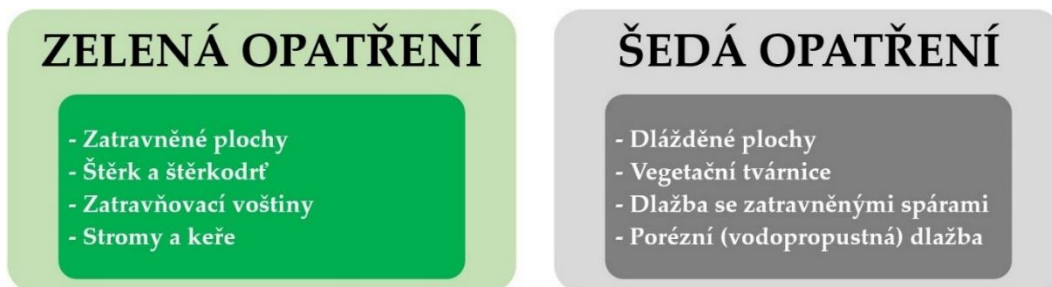
V současné době se lze s akumulací srážkových vod v rámci veřejných prostor setkat spíše v omezeném měřítku, a to z důvodu, že jsou dnes uplatňovány převážně vsakovací objekty osázené zelení. Přesto se v některých případech s akumulací srážek lze setkat, zejména pak tam, kde je zvýšený požadavek na přísun vody. V tuzemských podmínkách je využívána zejména akumulace srážek v rámci podzemních nádrží, přičemž akumulované srážkové vody slouží nejčastěji k závlaze, případně slouží jako zásoba vody pro různé vodní prvky (fontány, vodotrysky, případně jiné prvky). V zahraničí se však lze setkat s širším uplatněním dešťových zdrží v rámci veřejných ploch, viz Obr. 2. 4., kde je vyobrazeno multifunkční hřiště, jež je oproti okolnímu terénu mírně zapuštěno a v případě přívalových srážek slouží jako akumulační prostor. V bezdeštném období jsou pak tyto srážkové vody regulovaně odčerpávány do blízkého recipientu (Bokern, 2014).



Obr. 2. 4. Akumulační prostor v rámci městského mobiliáře – multifunkční hřiště (Rotterdam, Nizozemsko). Vlevo prázdný akumulaciční prostor, vpravo zaplněn srážkovou vodou (Bokern, 2014)

2. 3. 2. Přímá opatření pro vsakování srážkové vody

Přímá opatření a objekty jsou podpůrná opatření, sloužící především k redukci nebo prevenci povrchového srážkového odtoku. Tato opatření spočívají především ve využívání či případné výměně nepropustných ploch za propustné. Jedná se tedy o opatření bez jakéhokoliv retenčního prostoru. Úkolem těchto opatření je maximální možné umožnění přirozené infiltrace srážkových vod do podloží tak, aby se procentuální podíl vsaku srážkových vod co nejvíce přiblížil přirozenému (krajinnému) prostředí a to tak, jak je uvedeno v Obr. 2. 2.



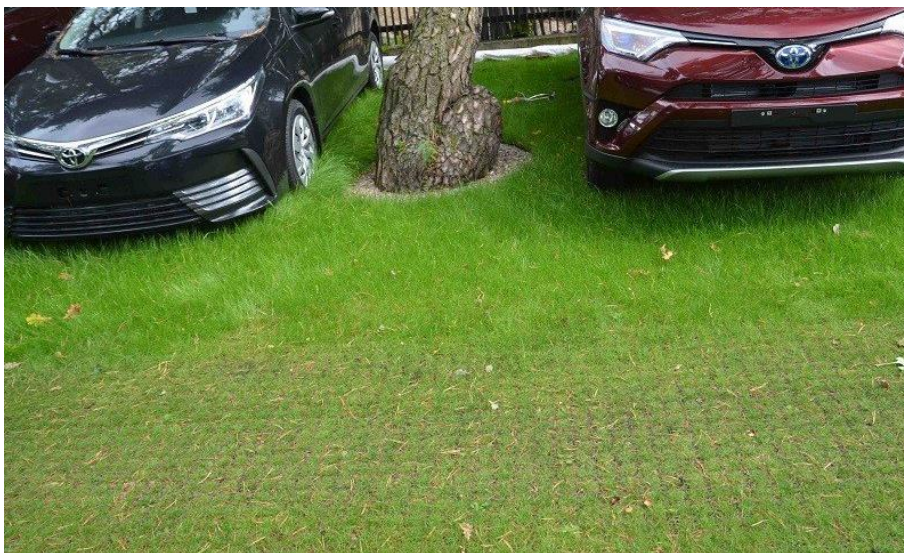
Obr. 2. 5. Druhy přímých opatření pro HDV – Vlastní zpracování

Užití přímých opatření pro vsakování však v moderních městech z důvodu vysokého stupně urbanizace zpravidla nestačí, a plochy určené pro přímá opatření tak musí být dále doplněné a rozšířené o další sekundární opatření, viz Kap. 2. 3. 3. Mezi přímá opatření pro vsakování srážkových vod tak lze řadit objekty plošného vsakování, jako jsou propustné zpevněné povrchy, vegetační, zatravněné, či štěrkové plochy. Tyto přímé opatření pro vsakování srážkových vod se dělí na opatření zelené a opatření šedé, viz Obr. 2. 5., přičemž

opatření zelená jsou tvořena nezpevněnými, zpravidla nepochozími plochami. Oproti tomu mezi opatření šedá patří plochy zpevněné, tedy plochy pochozí.

Zelená opatření HSV – propustné zelené povrchy pro plošný však srážkových vod

Nejrozšířenější a nejpoužívanějším povrchem jsou v globálním měřítku zatravněné plochy, jejichž základem je konsolidovaná ohumusovaná zemina, která je oseta odolnými travními druhy. Zatravněné plochy jsou z hlediska absorpce vody nejvhodnějším opatřením, jelikož v závislosti na druhu zeminy a saturaci podloží dokáží absorbovat až 100% srážkových vod, které na takovou plochu dopadnou. Alternativou zatravněných ploch jsou plochy s vrstvou šterku (nejčastěji používán tzv. kačírek), případně šterkodrtě. Základem šterkových ploch je nosná vrstva ztuhlé zeminy, která může být opatřena vodopropustnou folií, která zabraňuje prorůstání nežádoucí zeleně do krycí, šterkové vrstvy. Šterkové plochy mají zpravidla velmi podobnou absorpční schopnost jako plochy zatravněné a jsou schopny pojmout až 100% srážkových vod. Mezi další plošná zelená opatření se řadí také zatravnovací mřížky (často označované jako voštiny), které jsou již prakticky přechodem mezi zelenými a šedými opatřeními. Jedná se o mřížové prvky (nejčastěji plastové, případně ocelové), viz Obr. 2. 6., s jejichž pomocí se armují (zpevňují) zatravněné či šterkové plochy, aniž by došlo k výraznému snížení absorpce zeminy. Takto armované plochy mají výrazně vyšší únosnost oproti plochám nevyztuženým. Absorpční schopnost těchto armovaných ploch je až 90% srážkových vod, které na plochu dopadnou.

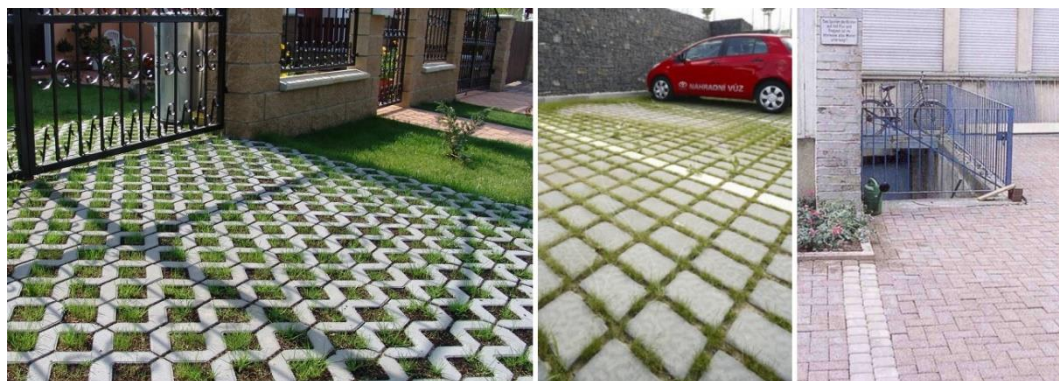


Obr. 2. 6. Parkovací plocha zpevněná zatravnovací mřížkami – Archív autora

Zelená opatření zahrnují také zeleň v podobě stromů a keřů, jež mají pro území hned několik přínosných funkcí. Zeleň efektivně přispívá nejen jako opatření HSV, ale plní také estetickou funkci, zvyšují hodnotu území a také výrazně zkvalitňují klimatické poměry ve svém okolí (funkce zastínění, ochranná zeleň apod.). Z hlediska srážkových vod tato zeleň působí v území velmi pozitivně a to z důvodu, že listy stromů a keřů zachycují část srážkových vod, a snižují tak množství vod dopadajících na zem.

Šedá opatření HSV – propustné šedé povrchy pro plošný vsak srážkových vod

Šedá opatření pro HDV tvoří převážně zpevněné pochozí či pojízdné plochy (chodníky, cyklostezky, parkoviště apod.), které umožňují alespoň částečnou absorpci srážkových vod do podloží a zajistí tak snížení povrchového odtoku. V současné době je nejrozšířenější betonová dlažba (zámková dlažba), která je však z hlediska HSV prakticky nevyhovující díky velmi malé absorpci vody - obvykle do 15% množství srážkových vod.



Obr. 2. 7. Šedá opatření: vlevo vegetační tvárnice, uprostřed dlažba se zatravněnými spárami, vpravo porézní dlažba – Archiv autora

Při obnově nepropustných ploch se nejčastěji využívají vegetační tvárnice (zpravidla betonové), viz Obr. 2. 7. vlevo. Tyto tvárnice jsou opatřeny otvory, které se po pokládce vyplňují zeminou a jsou osázeny travní směsí. Tyto plochy mají relativně velkou absorpční schopnost a umožňují propouštět do podloží až 50% srážkových vod, které na tuto plochu dopadnou. Velmi často se jsou používány dlažby se zatravněnými spárami. Tyto speciální dlaždice jsou po svých stranách osázeny distančními rozpěrami, které při pokládce vytvoří spáru širokou až 60 mm, viz Obr. 2. 7. uprostřed. Tyto spáry jsou po pokládce osázeny travní směsí. Výsledná propustnost pro srážkové vody se pohybuje mezi 25% až 40%, dle šířky spáry. V praxi se lze zejména v zahraničí setkat užitím porézní, respektive vodopropustné

dlažby, viz Obr. 2. 7. vpravo. Pro výrobu této dlažby jsou použity speciální materiály (porézní, nasákový beton), díky které plocha na první pohled vytváří dojem standardní dlážděné plochy. Tyto speciální dlaždice však mají schopnost pomocí své pórovitosti propustit až 40% dopadajících srážkových vod.

Obecně lze konstatovat, že při řešení HSV v urbanizovaném území měst a sídel by měl být brána v úvahu základní podstata, a to snižování povrchového odtoku pomocí výměny nepropustných zpevněných ploch za plochy propustné, či alespoň částečně propustné.

2. 3. 3. Nepřímá opatření a objekty pro vsakování srážkové vody

V posledních letech, kdy je problematika HSV velmi často řešena na všech úrovních rozvoje, se lze stále častěji setkat s rostoucím množstvím nepřímých opatření pro nakládání s HSV, které se postupně přesouvají do jednotlivých struktur urbanizovaného prostředí sídel. Tento nárůst je způsoben nejen současnými trendy budování přírodně blízkých opatření pro HSV zejména ve vazbě na současnou problematiku adaptace na změnu klimatu v urbanizovaném území a jejich udržitelný rozvoj. Nepřímá opatření pro HSV jsou dalším rozšířením přímých opatření, se kterými jsou zpravidla vzájemně provázaná. Samotné využití přímých opatření je zpravidla nedostatečné a je potřeba je tedy vhodně rozšířit tak, aby komplexně dokázala efektivně hospodařit se srážkovými vodami na území obcí a měst.



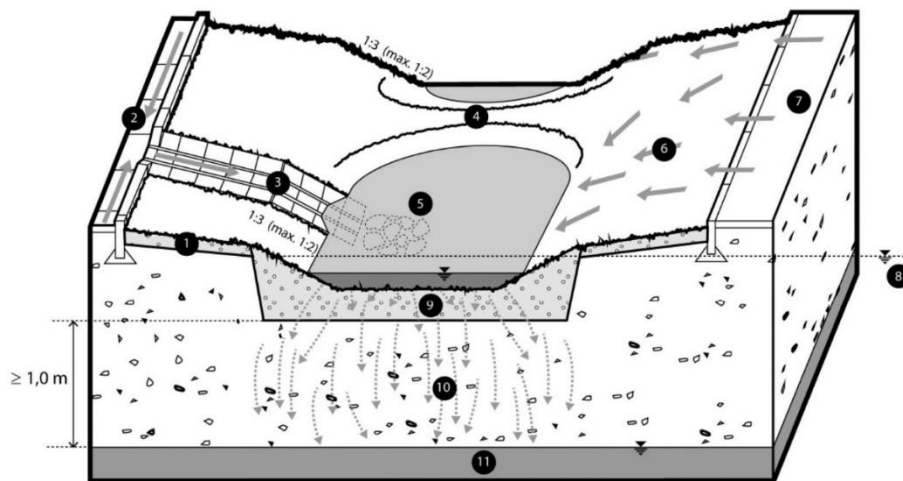
Obr. 2. 8. Druhy nepřímých opatření pro HDV – Vlastní zpracování

Základním vodítkem pro řešení a návrh jednotlivých nepřímých opatření může být technická norma TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami, která se návrhem zařízení k akumulaci a využívání srážkové vody zabývá. Tento normativní předpis je navíc doplněn také o alternativní varianty HSV a příklady. Samotné vymezení podmínek využití nepřímých opatření často bývá součástí územně plánovacích podkladů, dokumentací, generelů odvodnění či rozvoje měst. Základní druhy těchto nepřímých opatření jsou uvedeny v Obr. 2. 8., z něhož je patrné, že nepřímá opatření pro HSV jsou koncipována jako objekty umožňující akumulaci a zasakování srážkových vod nejen z plochy daného opatření, ale

slouží především HSV z blízkých ploch, kde tyto vody dopadají a pomocí usměrněných odtokových poměrů těchto ploch vody natékají právě do nepřímých opatření pro HSV (Lewellyn a kol., 2016).

Vsakovací průlehy

Vsakovací průlehy jsou velmi často využívané nepřímé opatření pro HSV, které slouží k zadržení přívalových srážek a jejich následné zasakování do podloží, viz Obr. 2. 9. Tyto objekty jsou označovány také jako mikrodeprese, bioretenční objekty a velmi často také jako tzv. dešťové zahrady.



Obr. 2. 9. Schéma vsakovacího průlehu s povrchovým přívodem vody (1 - Ohumusování; 2 - Cesta s obrubníkem; 3 - Přítok zpevněným žlábkem; 4 - Zemní hráz; 5 - Kamenný zához; 6 - Plošný přítok; 7 - Cesta se zapuštěným obrubníkem; 8 - Max. retenční hladina; 9 - Zatravněná humusová vrstva průlehu; 10 - Propustné půdní prostředí; 11 - Max. hladina podzemí vody) – Převzato z TNV 75

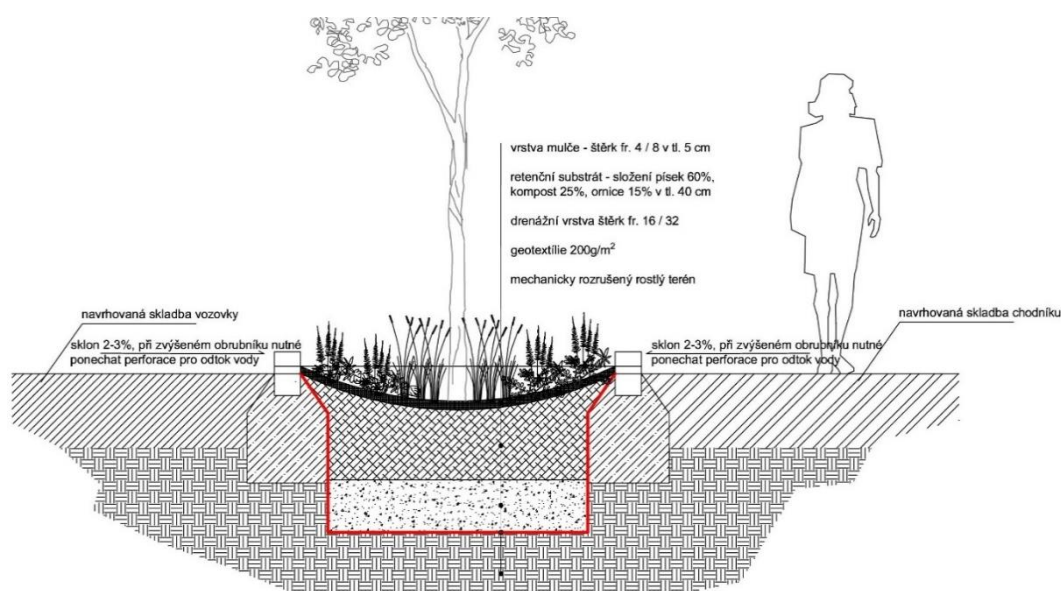
9011

Obecně se jedná o uměle vytvořené terénní prohlubně, které však díky svému ozelenění působí jako přírodě blízké. Tyto objekty jsou konstrukčně budovány často v zemním výkopu, který se v případě potřeby zaplní šterkem a slouží jako retenční prostor. Tato vrstva se následně od horní krycí vrstvy, která je tvořena ohumusovanou zeminou pro následnou výsadbu rostlin, prokládá tzv. filtrační fólií. Po nátoku srážkových vod je voda filtrována přes vrstvu ornice do retenčního prostoru a následně přirozeně zasakována přímo do podloží. V případě vydatných srážkových vod, kdy je podloží nasyceno vodou se v místě průlehu tvoří vodní hladina, která vytváří příjemné klima a rovněž jako vodní prvek zvyšuje estetickou úroveň okolního prostoru. V některých případech lze tyto průlehy budovat

s bezpečnostním přepadem do kanalizace, který zajistí, že srážkové vody v případě dosažení maximální hladiny odtékají mimo tento vsakovací objekt.

Vsakovací rýhy a příkopy

Vsakovací rýhy, často také označované jako vsakovací příkopy, jsou velmi podobné opatření jako vsakovací průleh. Zásadním rozdílem je však v prostorovém uspořádání, kde na rozdíl od průlehu je vsakovací rýha liniovým opatřením, které slouží pro vsakování srážkové vody do podloží. Vsakovací rýhy jsou budovány podobně jako průleh, kde je tedy podzemní prostor vyplněn kamenivem (nejčastěji praný štěrk), který je od okolního prostoru oddělen filtrační fólií (např. geotextílie). Takto připravená vsakovací rýha je ve své krycí vrstvě ohumusována a osázena zelení, viz Obr. 2. 10.



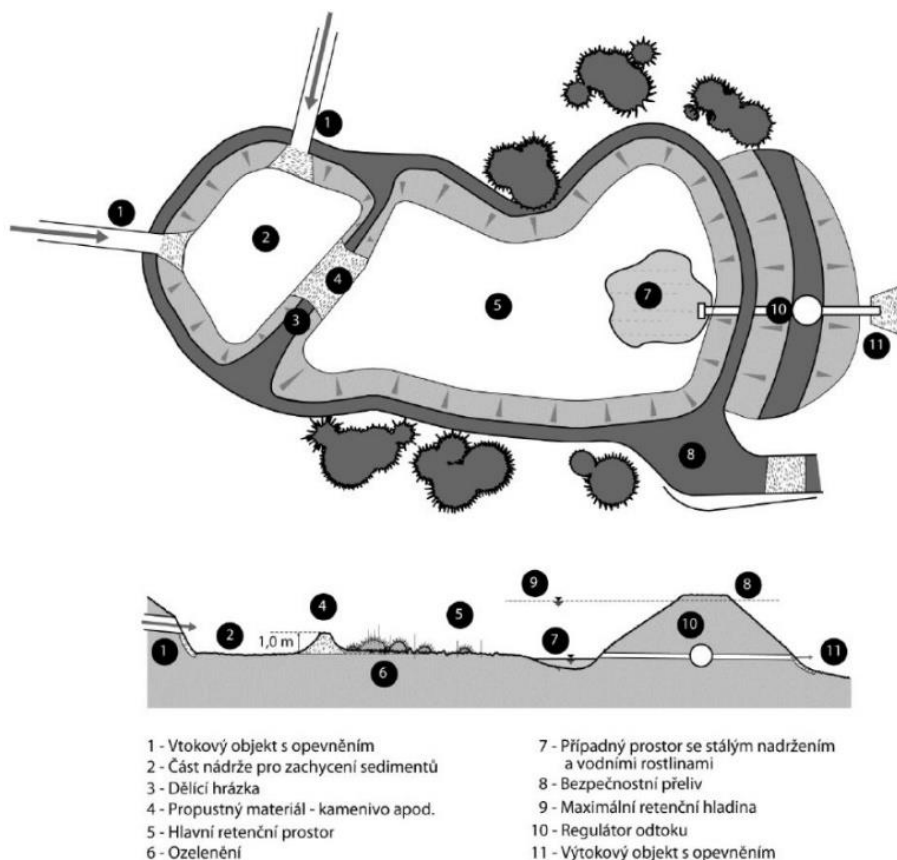
Obr. 2. 10. Schéma vsakovací rýhy s povrchovým plošným přítokem (Projekce dopravní s.r.o.)

V některých případech, zejména u vsakovacích rýh s větší délkou, se pro efektivnější využití celého zemního tělesa využívá rozvod srážkové vody pomocí drenážního potrubí, které může být osazeno buďto na dně rýhy, případně také v její krycí vrstvě.

Poldry

Poldry, často označované také jako retenční dešťové nádrže, jsou velkokapacitní prostory koncipované jako terénní deprese (viz Obr. 2. 11.), sloužící pro zachycení přívalových srážkových vod a následnému regulovanému odtoku těchto vod do recipientu. Podle konstrukčního řešení lze poldry dělit na suché a polosuché, které jsou budovány jako tůň či

mokřady. Dle způsobu plnění lze poldry dělit na nádrže plněné z dešťové kanalizace, z vodního toku, případně z jiných zdrojů a přítoků srážkových vod (např. vsakovací rýhy, příkopy apod.).



Obr. 2. 11. Schéma suché retenční dešťové nádrže (1 - Vtokový objekt; 2 - Část nádrže pro zachycení sedimentů; 3 - Dělicí hráz; 4 - Propustný materiál/kamenivo; 5 - Hlavní retenční prostor; 6 - Ozelenění; 7 - Prostor se stálou hladinou vody; 8 - Bezpečnostní přeliv; 9 - Max. retenční hladina; 10 - Regulátor odtoku; 11 - Výtokový objekt) – Převzato z TNV 75 9011

Tyto objekty se zpravidla budují jako zatravněné, které umožňují přirozeně vsakovat srážkové vody právě přes samotné těleso poldru, čímž se částečně odlehčuje následné množství vod vypouštěných přes regulovaný odtok poldru do recipientu.

Vsakovací koše (boxy) a vsakovací tunely

Vsakovací koše (boxy či bloky) a vsakovací tunely jsou opatření pro zachycení přívalových srážkových vod, která se instalují pod terén. Tyto objekty slouží k retenci srážkových vod a jejich následnému přirozenému zasakování do podloží. Zpravidla se jedná

o stavebnicové, modulární prvky na bázi plastů, viz Obr. 2. 12., které se skládají do bloků potřebné velikosti a objemu. Tyto prvky se umísťují do zemního výkopu, který může být doplněn šterkovou vrstvou.

Vsakovací boxy jsou tvořeny plastovými dílci ve tvaru kvádrů, přičemž tyto jednotlivé dílce jsou armovány tak, aby měly dostatečnou únosnost po zahrnutí zeminou a případným dalším zatížením (pochozí či poježděné plochy). Vnitřní prostor těchto dílců pak tvoří retenční prostor pro srážkové vody. Vsakovací tunely jsou stejně jako boxy převážně plastové dílce, které mají tunelový tvar (klenba), což zajišťuje volný vnitřní prostor pro retenci srážkových vod.



Obr. 2. 12. Vsakovací boxy (vlevo) a vsakovací tunely (vpravo) – Archív autora

Po instalaci boxů či tunelů do zemního výkopu je potřeba tyto objekty zabezpečit proti vniknutí mechanických nečistot a splavenin, zejména zeminy. Toto zabezpečení se provádí pomocí filtrační fólie (geotextílie). Po instalaci filtrační fólie jsou boxy či tunely napojeny na potrubí s přítokem srážkových vod, případně na bezpečnostní přepad do kanalizace či recipientu a dále zahrnuty zeminou. Po dokončení tak jsou tyto vsakovací objekty skryty po povrchu terénu a je možné je zatěžovat v závislosti na použitém modelu boxů či tunelů (pochozí, poježděné do 3,5 t, atd.).

Sázecí boxy

Sázecí neboli vysazovací boxy jsou opatřením pro HSV, které jsou však v území využívány převážně z pohledu mobiliáře, kterého jsou součástí, viz Obr. 2. 13. Ve většině případů se s nimi lze setkat v místech pro posezení a relaxaci, případně jsou často využívány k rozdělení prostoru, případně vytváření kaskád (přechod mezi výškovými úrovněmi sousedních ploch). Obecně jsou vysazovací boxy definovány jako objekty různých tvarů

(nejčastěji obdélník či čtverec) se svislými pevnými stěnami a otevřeným nebo uzavřeným dnem. Objem těchto boxů tvoří zpravidla nasákové kamenivo (nejčastěji keramzit), které slouží jako prostor pro akumulaci srážkové vody. Svrchní část je pak ohumusována a osázena zelení. Přívod srážkové vody do vysazovacího boxu je proveden buďto vhodným vypádováním přilehlých ploch přímo do boxu, a to v případech kdy vysazovací box vytváří tzv. kaskádu. V ostatních případech se zpravidla situují poblíž budov, kde slouží k odvodnění střech, přičemž jsou přímo do těchto boxů vyústěny dešťové svody z přilehlého objektu, tak jako na Obr. 2. 13.



Obr. 2. 13. Vysazovací boxy ve veřejném prostoru (Polsko) – Archív autora

2. 4. Zelená infrastruktura v urbanizovaném území

Zelená infrastruktura (ZI), některými označována také jako modro-zelená infrastruktura, je pojem, který zahrnuje aplikace objektů HSV (viz Kap. 2. 3.) v rámci veřejného prostoru urbanizovaného území obcí a měst. Na základě tohoto lze říci, že právě objekty a opatření pro HSV jsou náležitou součástí městské vodohospodářské infrastruktury a tvoří tak jeden samostatný segment vedle staveb pro zásobování pitnou vodou a stokových systémů v urbanizovaném území (Castonguay a kol., 2018).

Světově používanějším pojmem je zelená infrastruktura (Green Infrastructure), nicméně v tuzemských podmínkách se častěji používá pojem modro-zelená infrastruktura. Ta se vyznačuje přístupem a implementací opatření HSV (tzn. modrá jako voda) v urbanizovaném prostředí sídel, která jsou přírodě blízká (tzn. zelená jako zelen). Jejím

účelem je tedy jednak aplikovat opatření, která v maximální možné míře napodobují typické přírodní podmínky uvnitř zastavěného území obcí a měst a dále také chrání, obnovují nebo napodobují přirozený vodní cyklus (viz Kap. 1. 2.). ZI lze v obecném pojetí rozdělit do tří základních oblastí, které řeší nejpalčivější lokality z hlediska zatížení srážkovými vodami, a sice:

- zelené ulice,
- zelené parkování,
- zelené střechy.

V rámci Přílohy č. 3 této publikace jsou uvedené ukázky řešení zelené infrastruktury v urbanizovaném území měst a obcí zajišťující HSV.



Obr. 2. 14. Vizualizace aplikace zelené infrastruktury v urbanizovaném území – Převzato z The Cultural Landscape Foundation, Washington D. C.

Městská ZI je v dnešní době vysoce podporována jako přístup k reakci na hlavní městské, environmentální a sociální výzvy, jako je snižování ekologické stopy, zlepšování lidského zdraví, klimatická změna, či prosté zlepšení životních podmínek v urbanizovaném území. V tuzemském prostředí se pojem ZI začal objevovat teprve nedávno, nicméně ve světě je ZI vnímaná jako součást městských infrastruktur téměř dvě desetiletí. Na Obr. 2. 14. je zobrazena vizualizace ZI aplikovaná v rámci urbanizovaného území města Washington D. C. v USA, která byla zpracována v roce 2016. V rámci této studie byly aplikovány různé způsoby HSV na sebe navazující, přičemž centrální plocha parku tvoří retenční prostor pro

dočasné zadržení srážkových vod o objemu až 1.850 m³ (The Cultural Landscape Foundation, 2016).

V rámci urbanizovaných území existuje celá řada různých typů zelených ploch, které představují např. pozůstatky původních přírodních oblastí, zemědělské půdy na okraji obcí a měst, urbanisticky navržené zelené plochy parků a další plochy, kde se zeleň postupně vyvíjela, často neřízeně a nesystematicky. Jejich nerovnoměrné rozložení v rámci celého zastavěného území pak nastoluje mnohé otázky sociální a environmentální spravedlnosti. Rozmanitá škála veřejných, institucionálních i soukromých vlastníků jednotlivých městských pozemků, kde se tyto zelené plochy nacházejí, však představuje pro případné plánování ZI komplikované a často zdoluhavé procesy. Při plánování rozvoje měst je potřeba brát v úvahu vývoj všech městských prostor, mezi které patří také nekoordinované zastavování volných, často zelených ploch. Je tedy vhodné, aby jednotlivá sídla prostřednictvím svých kompetencí, (zejména územně plánovací dokumentace, regulační plány apod.) vhodně, koncepčně a účelně vymezily plochy pro možnou implementaci ZI, díky které pak lze významně přispět k zachování a posílení biologické rozmanitosti, zlepšení kvality životního prostředí, snížení ekologické stopy, přizpůsobení měst změně klimatu a podpoře sociální soudržnosti. Kvalitně provedené a provozované městské ZI pak významně ovlivňují a posilují potenciál či rozvoj nejen městských částí, ve kterých se nacházejí, ale ovlivňují také komplexní územní rozvoj.

2. 4. 1. Zelené ulice

Zelená ulice je jeden z možných přístupů ZI, který komplexně řeší problematiku HSV v městském uličním profilu, viz Obr. 2. 15. Tento přístup zahrnuje zejména zeleň (trvalky, keře, stromy, atd.) a jejich provázání na další inženýrská opatření pro HSV (např. propustné plochy, vsakovací objekty apod.), jejichž společným účelem je retardace odtoku srážkových vod z přilehlých nepropustných povrchů (např. ulice, chodníky).

Zelené ulice jsou navrženy tak, aby zachytávaly dešťovou vodu přímo u jejího zdroje (respektive povrchů, ze kterých voda stéká). Na rozdíl od tradičního uličního profilu, který je zpravidla navržen tak, aby veškeré srážkové vody byly odváděny stokovou soustavou, mimo zastavěné území, se v rámci zelených ulic usiluje o maximální možné zadržení všech srážkových vod v prostoru dané ulice a to tak, aby všechny srážkové vody neomezovaly provoz a hygienu daného prostředí, ale naopak aby území zkvalitňovaly.



Obr. 2. 15. Aplikace zelené infrastruktury – zelený uliční prostor (Lodz, Polsko, 2017) – Archiv autora

2. 4. 2. Zelené parkování

V dnešní době jsou všechna moderní města extrémně zatížena problematikou parkování. Zejména v posledních letech nastal velký nárůst nových velkokapacitních parkovacích domů, avšak jejich poměr vůči tradičnímu způsobu řešení parkovacích a odstavných stání je stále zanedbatelný. Tradiční parkování, tedy parkování nekryté, na povrchu však disponuje celou řadou nevýhod, které počínají obrovskými prostorovými požadavky, které jsou v porovnání s parkovacími domy mnohdy i desetinásobné. Velmi palčivý problém však představuje samotné zpracování povrchu parkoviště, kdy převážná většina dnešních parkovišť tvoří asfalt, případně jiné nepropustné plochy. Právě tento negativní stav řeší přístupy zeleného parkování, integrují do konstrukčního řešení různé druhy opatření HSV, viz Obr. 2. 16.

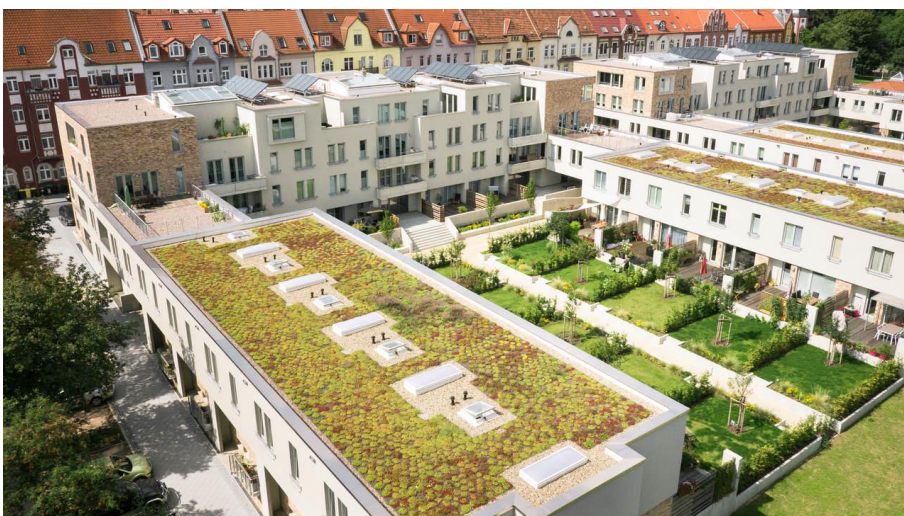
Na Obr. 2. 16. je uvedena ukázka instalace propustných ploch pro parkování vozidel, která je tvořena dlažbou s širokými spárami a dále zatravnovacími mřížkami. V rámci parkovacích ploch však lze aplikovat i další opatření pro HSV, jako jsou dešťové zahrady, vsakovací rýhy či průlehy. Tato opatření pak přinášejí nejen efektivní způsoby pro HSV, ale také např. zmírnění tepelných ostrovů, či kvalitnější a esteticky přijatelnější prostředí.



Obr. 2. 16. Aplikace zelené infrastruktury – zelené parkování u obchodního domu Lidl (Salzburg, Rakousko, 2019) – Archív autora

2. 4. 3. Zelené střechy

Zelené (vegetační) střechy jsou tvořeny plochami (plochými i šikmými), jež jsou pokryty vegetační vrstvou, která umožňuje infiltraci srážkových vod a následnou evapotranspiraci (výpar) těchto vod. Zelené střechy jsou dnes zejména ve velkých moderních městech velmi často k vidění (viz Obr. 2. 17.), a to zejména z důvodu, že velká urbanizovaná území nemají dostatek prostoru nejen pro zeleň, ale hlavně pro rekreaci. Jejich využití je tedy nákladově efektivní v hustě zastavěných městských oblastech, kde jsou vysoké hodnoty pozemků, případně v rámci rozsáhlých průmyslových či kancelářských komplexů, kde by vzhledem k velikosti ploch bylo komplikované nakládání se srážkovými vodami dopadajícími na střechy takovýchto stavebních objektů. Mimo snižování odtoku srážkových vod však zelené střechy plní celou řadu dalších doprovodných funkcí. Mají dobré izolační vlastnosti, kdy hlavně v horkých letních dnech účinně brání přehřívání prostor pod konstrukcí střechy, vegetační vrstva rovněž snižuje prašnost v městském prostředí, přičemž všechny tyto vlastnosti včetně vlastností pro HSV se pak zvyšují s intenzitou ozelenění dané střechy.



Obr. 2. 17. Aplikace zelené infrastruktury – zelené střechy (Varšava, Polsko) – Převzato z Galeco.pl

3. MANAGEMENT A UDRŽITELNOST HOSPODAŘENÍ SE SRÁŽKOVOU VODOU V MORAVSKOSLEZSKÉM KRAJI

Základy managementu hospodaření se srážkovými vodami lze shledat již v problematice územního plánování, zejména pak z pohledu udržitelného rozvoje územních celků (obcí, měst, okresů, či krajů ČR), které mají významný vliv na celkovou koordinaci území, a to jak v krátkodobém, tak i dlouhodobém časovém horizontu. Pojem udržitelný rozvoj představuje takový rozvoj, který zajistí potřeby současným generacím, aniž by byl ohrožen rozvoj generací budoucích (Maier a kol, 2012). Takovýto rozvoj pak disponuje dvěma zásadními souvislostmi, a sice souvislostmi prostorovými a časovými. Atributy prostorové zahrnují principy udržitelnosti jakožto prvky vázané na jeden prostor (planeta, kontinent, stát, město, pozemek), tedy prostor, kde se rozvoj odehrává. V tomto prostoru pak dochází ke střídání generací, kdy generace současná daný prostor předává generaci budoucí, což již představuje atribut časový (Brundtland, 1987).

Principy udržitelného rozvoje jsou zakotveny také legislativně, přičemž v ČR pojem „Udržitelný rozvoj území“ definuje zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), v aktuálním znění, který stanovuje: *„Cílem územního plánování je vytvářet předpoklady pro výstavbu a pro udržitelný rozvoj území, spočívající ve vyváženém vztahu podmínek pro příznivé životní prostředí, pro hospodářský rozvoj a pro soudržnost společenství obyvatel území a který uspokojuje potřeby současné generace, aniž by ohrožoval podmínky života generací budoucích.“*

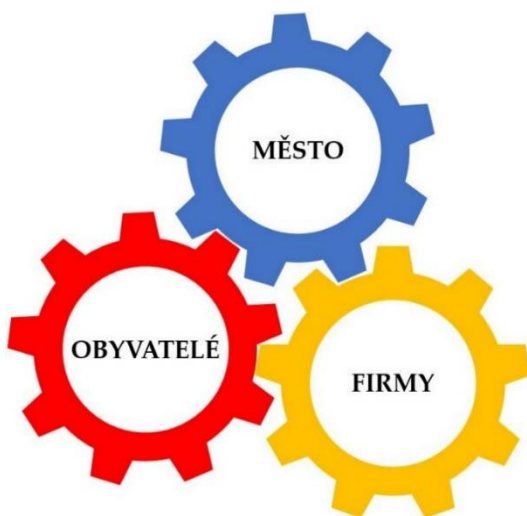
3. 1. Udržitelnost z pohledu regionálního rozvoje

Regionální neboli místní rozvoj je dosti široký pojem, který lze chápat jako nástroj, jehož náplní je snižování regionálních rozdílů v koncepci udržitelného rozvoje. V dnešní době existuje celá řada mezinárodních organizací (OSN, EU, OECD apod.), které poskytují podpůrné programy zaměřené na základní pilíře udržitelného rozvoje, tedy podporu v otázkách ekonomických, environmentálních i sociálních. Regionální rozvoj může mít i národní povahu, kdy pomoc poskytuje samotný stát (v ČR např. prostřednictvím Ministerstva pro místní rozvoj) za podpory mezinárodní organizace.

Regionální rozvoj je důležitým tématem mnoha profesních skupin a je předmětem celé řady myšlenek, publikací či projektů, stejně tak jako i mnoha chyb a omylů. Podle některých autorů (Samuelson, 1947; Dlask et al., 2012; Brock et al., 2014; Normand, 2018; Holman, 2005) jsou nutné změny v myšlení, přístupech a strategiích za účelem posílení cesty vedoucí k racionálnímu využívání zdrojů. Aktualizovaná díkce však není zavádějící ani v současnosti. Obecně lze říci, že regionální rozvoj je široký pojem, obsahující mnohé soubory odvětví, zejména ekonomiky, územní politiky, ale také soubory rozvoje infrastruktury, podnikání apod. Tato odvětví jsou v rámci udržitelného rozvoje koncipovány a chápány také v kontextu sociálního, environmentálního a ekonomického pilíře udržitelného rozvoje.

3. 1. 1. Rozhodování v rámci regionálního rozvoje

Proces rozhodování v rámci regionálního rozvoje je velmi komplikovaný problém, do kterého teoreticky zasahují všichni aktéři daného regionu (obce, města, kraje, atd.).



Obr. 3. 1. Hlavní aktéři regionálního rozvoje a jejich vzájemné (ne)fungování - Vlastní zpracování

Těmito aktéry pak mohou být nejčastěji obyvatelé, firmy působící v daném regionu, veřejná správa (město, stát atd.) a v některých případech také zainteresované neziskové instituce, přičemž každý z těchto aktérů zastává svůj názor pro způsob rozvoje daného regionu. Velmi často však dochází ke stavu, že každý aktér zastává odlišný pohled na jednotlivé aspekty rozvoje regionu, odlišné priority i potřeby. Všichni tito aktéři však společně sdílejí daný region a je tedy více než žádoucí, aby se dohodli či shodli na jednotném rozvoji daného regionu. Tyto shody však bývají velmi komplikované, což lze přeneseně

sledovat na Obr. 3. 1., kde jsou jednotliví aktéři nahrazeni ozubenými koly, která pro úspěšné řešení musí vzájemně fungovat. Z obrázku je však patrné, že to takto nelze (s ozubenými koly nelze pohnout). V praxi to pak funguje velice podobně. Tento stav se lze vyřešit pouze vystoupením z této roviny, čímž lze dosáhnout ústupkem z deklarovaných požadavků. Z výše popsaných důvodů se těmito rozhodovacími procesy zabývá tzv. regionální politika.

3. 1. 2. Regionální politika

Regionální politika se zabývá bilancováním, koordinací a řízením postojů a vztahů napříč regionálními rozdíly a mechanismy, které ovlivňují regionální rozvoj. Zahrnuje regionální hospodářskou politiku, regionální sociální politiku, regionální politiku životního prostředí, regionální politickou politiku, regionální kulturní politiku atd. Celkově si regionální politika klade za cíl zlepšit ekonomické, environmentální a sociální podmínky v rámci regionu (město, okres, kraj atd.) a zároveň vyrovnávat výkon jednotlivých oblastí napříč jednotlivými regiony, respektive snižovat rozdíly mezi tempem růstu těchto regionů.

Existuje mnoho různých definic regionální politiky. Podle tuzemských autorů (Maier a kol., 2008 a 2012; Bártová a Růžička, 2008) lze regionální politiku vymezit jako soubor nástrojů, cílů a opatření, jejichž cílem je snížit rozdílnost mezi jednotlivými regiony, zejména v oblastech sociálních, ekonomických a environmentálních. V podobném duchu regionální politiku definují i zahraniční autoři (Hirschmann, 1958; Liu, Gao, Li, 2018), kteří ji ve svých dílech popisují jako nástroj veřejné investice vedoucí ke zkvalitnění socioekonomických podmínek tak, aby tyto podmínky byly v rámci sousedních regionů srovnatelné. Někteří autoři (Samuelson, 1947) hovoří také o „prostorové nápravě“ tržní ekonomiky regionů s cílem zkvalitnění ekonomického růstu a zlepšení sociálního rozdělení ekonomických efektů. Z ekonomicko-urbanistického pojetí je pak velmi významné tvrzení, že regionální politiky tvoří součást státní politiky, která koordinuje rozvoj území nejen v rámci státu, ale přesahuje i do politiky mezinárodní (Goodall, 1972). Celkově lze regionální politiku rozdělit do několika kroků:

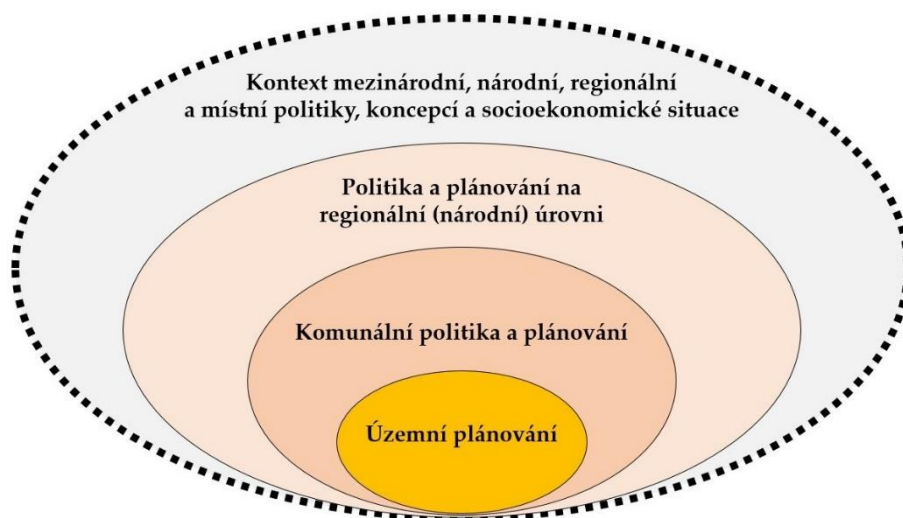
- stanovení regionálních problémů (jejich důvody a popis),
- stanovení cílů zmírňujících regionální problémy,
- identifikace nástrojů pro dosažení cílů,
- vytvoření strategie pro dosažení cílů,

- aplikace strategických postupů,
- vyhodnocení použité strategie a její případná optimalizace.

Podobný pohled na regionální politiku zastává i legislativa České Republiky, kde je tato problematika zakotvena v zákoně č. 248/2000 Sb., o podpoře regionálního rozvoje, v aktuálním znění. Tento zákon stanovuje podmínky pro poskytování podpory regionálnímu rozvoji s cílem vyváženého rozvoje státu nebo územního obvodu kraje, s tím související působnost správních úřadů, krajů a obcí a vytváří podmínky pro koordinaci a realizaci hospodářské a sociální soudržnosti (zákon č. 248/2000 Sb.).

3. 1. 3. Regionální rozvoj a formy plánování

Regionálního rozvoje i plánování z pohledu rozvoje jsou pojmy široce diskutované v zahraniční i tuzemské literatuře. Obecně však lze říci, že se plánování v tomto pojetí zabývá návrhem a umístěním infrastruktury a dalších prvků v rámci regionů. Tyto regiony, respektive zóny regionálního plánování, mohou zahrnovat oblast o velikosti obce, města, okresu, kraje státu či nebo dokonce částí různých států. Z tohoto pohledu lze plánování rozdělit do jednotlivých úrovní, tak jak je znázorněno na Obr. 3. 2.



Obr. 3. 2. Vztah mezi politikou a plánováním na různých úrovních - Vlastní zpracování

Mnoho zahraničních autorů (Ghebrekidan, 2018; Ye, 2020; Hirschmann, 1958), zejména mimo EU, ve svých publikacích uvádí, že rozdíly mezi regionálním plánováním a územním plánováním prakticky neexistují a oba tyto pojmy staví na stejnou úroveň. Jedinou odlišnost lze shledat ve velikosti území - rozsahu, kterou daný plán pokrývá. Z obecného pohledu lze

hlavní cíle regionálního (respektive i městského) plánování shledat v těchto bodech (Ghebrekidan, 2018):

- maximalizovat účinnost využívání půdy,
- vytvořit integrovaný přístup k udržitelnému rozvoji,
- zajistit propojení z hlediska infrastruktury a služeb,
- podporovat rozvoj integrované státní i městské politiky,
- efektivní využívání zdrojů,
- harmonizace urbanizace a urbanismu,
- vyvážená hustota zalidnění (minimálně 300 osob na hektar).

V rámci České republiky lze však mezi pojmy regionální plánování a územní plánování shledat zásadnější rozdíly. Základní legislativní rámec v této problematice upravuje zákon 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (Stavební zákon) v aktuálním znění, který zároveň stanovuje tzv. nástroje územního plánování. Mimo oblast zájmu (rozsah) daného plánu má zásadní význam také obsah příslušného plánu, zejména pak detailní zpracování, které je přímo úměrné rozsahu daného plánu. Velmi zjednodušeně řečeno lze z tohoto pojetí regionální plán chápat jako formu plánování na státní, krajské, případně mezinárodní úrovni. Oproti tomu územní plán lze popsat jako formu plánování v měřítku obcí či měst. Lze tedy říci, že regionální plánování je na rozdíl od územního plánování doménou vlády, územní plán pak doménou veřejné (městské) správy.



Obr. 3. 3. Úrovně plánování v tuzemských podmínkách - Vlastní zpracování

V praxi je tato problematika mnohem složitější a mezi regionálním a územním rozvojem jsou jednoznačně definované vztahy, přičemž musí vždy nižší forma plánování respektovat cíle a plány formy vyšší, a to tak jak je znázorněno na Obr. 3. 3. Celostátním dokumentem pro koordinaci územního rozvoje v rámci republiky je Politika územního rozvoje, která je pořizována Ministerstvem pro místní rozvoj, přičemž reflektuje stavební zákon. Na tuto úroveň navazují v krajské úrovni Zásady územního rozvoje jednotlivých krajů ČR a nejnižší

úroveň pak tvoří územně plánovací dokumentace na úrovni obcí a měst. Lze tedy říci, že v rámci politiky územního rozvoje ČR jsou definovány hlavní milníky, které jsou závazné v rámci celé republiky. Od těchto milníků se pak odvíjejí další formy plánování, tedy ty na krajské či obecní úrovni. Tyto formy plánování respektují pravidla vyšší formy plánování a zpravidla je dále vhodně doplňují, rozšiřují a zpřesňují, tak aby tyto plány byly vhodné pro dané zájmové území a to při dodržení třech základních pilířů rozvoje, tedy s cílem naplnění pilířů sociálních, environmentálních i ekonomických.

Rozvoj a plánování v regionálním i územním měřítku má v tuzemských podmínkách jednotný hlavní cíl a to efektivní a udržitelné využívání půdy a přírodních zdrojů ve venkovském, městském i regionálním měřítku. To znamená, že významnou úlohu tvoří řízená urbanizace. V případech, kdy by pod kontrolou urbanizace nebyla, může stát na všech úrovních (městských i krajských) skončit vytvářením mnoha konfliktů napříč jednotlivými segmenty státu, což by vedlo k vytvoření břemene, které by pro stát mohlo být ekonomicky, environmentálně, ale i sociálně neúnosné. Účelem plánování na všech úrovních je takovýmito situacím zabránit.

3. 1. 4. Vliv rozvoje vodohospodářství a stavebnictví na rozvoj území

K územnímu rozvoji výrazně přispívá rozvoj vodohospodářské infrastruktury a stavebnictví, které zároveň velmi pozitivně ovlivňuje ekonomický a sociální rozvoj společnosti, a to zejména proto, že produkuje stavebně technologická díla s dlouhodobou životností a vytváří tak zároveň podmínky i pro rozvoj dalších sektorů. Rozvoj těchto staveb historicky umožnil územní expanzi obcí a měst. V dnešní době je tato expanze o to více umocněna nástupem digitalizace a využívání informačních technologií, které jsou již nepostradatelnou součástí pro rozvoj. Digitalizace stavebnictví zahrnuje nejen proces výstavby včetně investorské a projektové přípravy, ale i vazbu na národní infrastrukturu pro prostorové informace, katastr nemovitostí, elektronizaci povolovacích procesů apod. Proces navrhování a výstavby také úzce souvisí s daty o lokalitě, ve které bude daný záměr realizován. Propojení geografických dat a informačního modelování pak umožňuje vytváření kontextového modelu, a tudíž lepší pochopení daného záměru v příslušném kontextu s územím. Makroekonomický vývoj a požadavky na udržitelnost a odolnost území vyžadují dokonalé sdílení dat, které umožňuje dosáhnout snížení negativních společenských, hospodářských a environmentálních dopadů. S přihlédnutím ke globálním výzvám

a trendům lze jednoznačně a prokazatelně klást důraz na vyšší elektivnost v přístupu k plánování rozvoje území (Ghebrekidan, 2018).

Koncepce digitální ekonomiky zahrnuje dílčí aspekty, které přináší technologický vývoj a postupující digitalizaci. Nutno vzít v úvahu vazby mezi výrobními průmyslovými systémy, dopravními sítěmi, energetikou atd. a systémy sociálními. Dynamická integrace, která mění celé hodnotové řetězce díky masivnímu a globálnímu nástupu nových technologií a komplexní databáze informací, umožňují dosáhnout vyšší efektivity nejen pro investora, ale také odstranit nízkou efektivitu veřejných financí, popř. odstranění finančního rizika. Význam má také optimalizace plánovacího procesu v daném území prostřednictvím kombinace různých typů dat při navrhování i realizaci záměrů v území a následně efektivnějším fungování infrastrukturních prvků i celého systému.

3. 2. Udržitelnost vodohospodářské infrastruktury měst a obcí

V současnosti je nedostatek vody a vodních zdrojů již celosvětovým problémem, který musí mít globální řešení. S vývojem populace se vyvíjel i prostor, kde lidé trávili čas. Z původních čistě přírodních oblastí vymizela velká část zeleně, která ustoupila výstavbě měst a infrastruktury, byly upraveny přírodní trasy vodotečí i tvary vodních ploch. Postupně tak byla usměrňována i voda, která byla často neřízeně a uměle vytlačována z urbanizovaných území. Těmto skutečnostem nepřispěl ani fakt, že výskyt vody na Zemi je nerovnoměrný a voda se tak dnes stává v některých částech světa vzácnou komoditou, kterou je potřeba chránit.

Udržitelné hospodaření s vodou znamená využívat vodu způsobem, který odpovídá současným, ekologickým, sociálním a ekonomickým potřebám (základní pilíře udržitelnosti), aniž by byla ohrožena schopnost tyto potřeby v budoucnu uspokojit. Tento cíl vyžaduje, aby vodohospodářská infrastruktura, která zajišťuje hospodaření s tak důležitou životní složkou jako je voda, byla v co možná největší míře spolehlivá, vykazovala minimální rizika a disponovala strategií, která vodu nejen v regionálním měřítku chrání před nepříznivými přírodními i antropogenními vlivy (Kročová, 2013; Zimmermann, 2001).

Světová zdravotnická organizace (WHO - World Health Organization) uvádí, že udržitelné hospodaření s vodou se skládá ze tří úrovní, kvalita vody, účinnost opatření při nakládání s vodou a odolnost zařízení a prostor s výskytem vody, viz Obr. 3. 4. Hlavními

cíli udržitelného hospodaření je poskytovat bezpečnou, spolehlivou a snadno přístupnou vodu v odpovídající kvalitě a také udržovat a chránit vodní zdroje před jejich poškozením. Udržitelnost v tomto pojetí znamená také odolnost proti působení povětrnostních podmínek, které mohou vést až k extrémům v podobě záplav či období sucha a nedostatku vody. Vodohospodářská udržitelnost ovlivňuje kvalitu života obyvatel dalekosáhlými způsoby a je tedy zapotřebí tuto oblast rozvoje adekvátně řešit. K tomuto je nevyhnutelný zejména rozvoj investic do vodohospodářských odvětví, potřebných k dosažení dlouhodobé udržitelnosti vody. Účinné investice do udržitelnosti vody a vodních zdrojů přinášejí návratnost investic ve formě zkvalitnění environmentálních, ekonomických i společenských pilířů udržitelnosti.



Obr. 3. 4. Úrovně vodohospodářské udržitelnosti - Vlastní zpracování dle WHO

3. 2. 1. Kvality vody

Kvalita vody (nejen vody pitné) je přímo úměrná kvalitě života a zpravidla je nejlepší v územích s nejvyšší udržitelností rozvoje. Kvalita se odvíjí také od způsobu využití vody, přičemž každé toto využití má konkrétní požadavky na fyzikální, chemické nebo biologické vlastnosti vody a ne vždy je tak pro daný účel zapotřebí pitná voda. Z obecného pohledu na kvalitu vody v kontextu s udržitelností se jeví jako fakt, že právě kvalita vody má významný vliv na regionální (územní) rozvoj, což lze sledovat na příkladech vyspělých měst, která již disponují kvalitní vodou a jejich prosperita i ekonomika je na velmi vyspělé úrovni, avšak i přes tuto skutečnost stále řeší otázky kvality vody a hygieny a do tohoto strategického segmentu investují spoustu času i finančních prostředků. Naopak méně rozvinutá města (zpravidla tzv. země třetího světa), ve kterých kvalita vody pokulhává, často otázky zvýšení kvality či zlepšení hygieny natolik neřeší, což způsobuje fakt, že je potřeba řešit i jiné existenční problémy. Je tedy potřeba si uvědomit, že přístup ke kvalitní vodě je v našich

podmínkách zpravidla samozřejmostí, avšak tomu tak bohužel není celosvětově. Podle WHO nemá asi 8 milionů lidí na světě přístup k čisté vodě a v průměru 3,5 milionů lidí ročně zemře jen kvůli chorobám, které způsobuje konzumace kontaminované vody. Je tedy jasné, že parametry kvality pitné vody jsou významně závislé na rozvoji a vyspělosti daného regionu a často se tak odráží od sociální úrovně obyvatelstva, které má v různých regionech nejen různé požadavky na kvalitu vody, ale i na její kvantitu. V mnoha zemích tak dochází k různým kompromisům, kde je snaha o zlepšení nebo udržení určité kvality vody často upozaděna za požadavky na kvantitu vody.

3. 2. 2. Účinnost vodohospodářských opatření při nakládání s vodou

Účinnost při nakládání s vodou má na udržitelnost vodohospodářské infrastruktury významný vliv. Obecně lze tuto účinnost sledovat na vodárenských objektech, respektive vodních dílech. Takovými objekty jsou všechny části v koloběhu vody od jejího odebrání ze zdroje, přes její využití až k jejímu vyčištění a vrácení zpět do přírodního prostředí. WHO tuto účinnost specifikuje směrem k člověku, respektive urbanizovanému území, přičemž hlavní milníky shledává v oblasti optimalizace při využívání vody ve městě a také ve správě a údržbě městských vodárenských sítí (WHO, 2021).

Oblast optimalizace využívání vody ve městech lze shledat především ve způsobech využití vody v rámci jednotlivých funkčních ploch (bydlení - průmysl), které mají různé potřeby na kvalitu i kvantitu dodávané vody, celkově je tato oblast řešení vody zaměřená na její požadavky v požadovaném čase a v požadované kvalitě tak, aby uspokojovala potřeby koncových uživatelů vody v maximálním možném měřítku a s co nejmenším vznikem rizik nejen v dodávce vody, ale také jejím bezpečným odvádění. Tato oblast se zabývá optimalizací vody jakožto médiiem, které je vedeno ve stavebních objektech, zejména vodovodech a kanalizacích. Druhá oblast optimalizace se pak zabývá správou a údržbou městských vodárenských sítí a neřeší tedy vodu, která těmito objekty protéká, ale řeší defacto správu a údržbu stavebních objektů souvisejících s vedením vody v urbanizovaném území. V rámci WHO je poukazováno na problematiku stárnutí sítí vodárenské infrastruktury, které je potřeba prostřednictvím provozních a kapitálových investic obnovovat, aby se tak předcházelo jejich selhání a možnému vzniku poruch, které by měly negativní dopad na městskou ekonomiku, životní prostředí i sociální rozvoj daného regionu.

3. 2. 3. Vliv odolnosti vody na její udržitelnost

Oblast odolnosti vody se zaměřuje zejména na problematiku změny klimatu, která celosvětově ovlivňuje zásoby vody a její následnou distribuci i přirozený výskyt v urbanizovaném území měst a obcí. Z tohoto pohledu se zdá být politika WHO zásadní pro mnohé politiky rozvoje jednotlivých světových zemí a to z důvodu, že definuje základní oblasti, které jsou častým tématem nejen mnoha odborných skupin, ale také předmětem mnoha projektových výzev zaměřených na vodu. Základními oblastmi pro zabezpečení dostatečného množství vody v urbanizovaném území jsou především:

- zelená infrastruktura a její využitelnost,
- hospodaření se srážkovou vodou,
- odsolování vody,
- opětovné použití vody.

Tyto oblasti, pro zabezpečení vody, jsou samozřejmě známe také v tuzemském prostředí (s výjimkou odsolování), kde se od těchto oblastí odráží nejen celá řada projektových výzev pro výzkumné instituce, či úspěšně realizované stavby, apod., ale tyto oblasti se pomítají rovněž do tuzemské legislativy.

3. 3. Management hospodaření se srážkovými vodami v Moravskoslezském kraji z pohledu republikových a krajských strategií

Problematika hospodaření se srážkovými vodami je zahrnuta mimo jiné i do územně plánovacích dokumentací jak na státní úrovni, tak i na krajské úrovni. Tyto dokumentace jsou však řešeny v malém měřítku, a tudíž konkrétnější řešení lze spíše shledat v hierarchicky nižších územně plánovacích dokumentacích, tj. v územním plánu obce, případně v regulačním plánu.

3. 3. 1. Politika územního rozvoje ČR

Politika Územního rozvoje České republiky stanovuje následující republikové priority vztahující se k problematice dešťových vod:

(25) Vytvářet podmínky pro preventivní ochranu území a obyvatelstva před potenciálními riziky a přírodními katastrofami v území (záplavy, sesuvy půdy, eroze, sucho atd.) s cílem

jim předcházet a minimalizovat jejich negativní dopady. Zejména zajistit územní ochranu ploch potřebných pro umístování staveb a opatření na ochranu před povodněmi a pro vymezení území určených k řízeným rozlivům povodní. Vytvářet podmínky pro zvýšení přirozené retence srážkových vod v území a využívání přírodě blízkých opatření pro zadržování a akumulaci povrchové vody tam, kde je to možné s ohledem na strukturu osídlení a kulturní krajinu, jako jedno z adaptačních opatření v případě dopadů změny klimatu. V území vytvářet podmínky pro zadržování, vsakování i využívání srážkových vod jako zdroje vody a s cílem zmírňování účinků povodní a sucha. Při vymezení zastavitelných ploch zohlednit hospodaření se srážkovými vodami.

(26) Vymezovat zastavitelné plochy v záplavových územích a umísťovat do nich veřejnou infrastrukturu jen ve zcela výjimečných a zvláště odůvodněných případech. Vymezovat a chránit zastavitelné plochy pro přemístění zástavby z území s vysokou mírou rizika vzniku povodňových škod.

Politika územního rozvoje vymezuje specifické oblasti, ve kterých se projevují současné problémy republikového významu, například Specifická oblast, ve které se projevuje aktuální problém ohrožení území suchem, nicméně Statutární města Moravskoslezského kraje, které byly vybrány do této publikace, zde nejsou exaktně zařazeny, neboť dle strategického dokumentu problematika sucha není zásadním problémem ve vybraných obcích.

Politika územního rozvoje vymezuje specifické oblasti Moravskoslezského kraje, avšak uvádí takové úkoly pro rozhodování o změnách v území a úkoly pro územní plánování, které přímo nesouvisejí s nakládáním se srážkovými vodami.

3. 3. 2. Zásady územního rozvoje Moravskoslezského kraje

Zásady územního rozvoje Moravskoslezského kraje stanovují v prioritě č. 7a územního plánování kraje pro zajištění udržitelného rozvoje území: *Podporovat rozvoj systémů odvádění a čištění povrchových vod, včetně vytváření podmínek pro zvýšení přirozené retence srážkových vod v území s ohledem na strukturu osídlení a kulturní krajinu jako alternativu k umělé akumulaci vod.*

Podrobnější specifikace není v dokumentu stanovena, neboť nadřazenou územně plánovací dokumentací, tj. Politika územního rozvoje ČR, nebylo území Moravskoslezského kraje, resp. území vybraných obcí, určeno k řešení předcházení sucha a vymezení lokalit pro

akumulaci povrchových vod. Podrobnější zapracování problematiky je úkolem nižších územně plánovacích dokumentací příslušných obcí.

3. 3. 3. Územní studie

Územní studie „Zadržení vody v krajině na území Moravskoslezského kraje“, která na území kraje lokalizovala území vhodná pro realizaci přírodě blízkých opatření a malých vodních nádrží pro zadržení vody v krajině. Územní studie byla zaevidována v evidenci územně plánovací činnosti, a tak se stala podkladem pro rozhodování v území. Územní studií bylo prověřeno území Moravskoslezského kraje z hledisek morfologických, klimatických, územních, hydrologických, geomorfologických, apod. Územní studií byl představen možný přístup k adaptaci na změnu klimatu, tedy zejména velice aktuální nutnost předcházení sucha a s tím související zájem společnosti na zachycování srážkových vod a zpomalení odtoku srážek prostřednictvím přírodě blízkých řešení.

Územní studií byly stanoveny následující kategorie lokalit:

- a) lokality vhodné k zadržení vody prostřednictvím přírodě blízkých opatření
- b) lokality vhodné k budování malých vodních děl zadržujících vodu v krajině
- c) již existující návrhy opatření k zadržení vody v krajině

Jedná se tedy o plochy mimo existující vodní toky - mokřady, remízky, zasakovací pásy, průlehy, tůňe, terénní úpravy a o plochy na existujících vodních tocích – malá vodní nádrž, rozšíření břehu pro umožnění rozlivu.

3. 3. 4. Další studie a strategie na obecní úrovni

Následující strategie vycházejí zejména z těchto dokumentů: Strategie EU pro přizpůsobení se změně klimatu, Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR, Národní akční plán adaptace na změnu klimatu.

V roce 2020 byla zpracována Adaptační strategie Moravskoslezského kraje na dopady změny klimatu. Kromě jiného se strategie zaměřuje na doporučení využití srážkové vody, tedy hospodaření se srážkovými vodami, a provedení modro-zelených opatření v území. Z analýzy vyplývá, že se očekává nárůst počtu bezdeštných dnů v letním období, navýšení srážek v období jara a podzimu, stále zvyšující se podíl zimních dnů bez sněhové pokrývky a častěji se vyskytující extrémní klimatické jevy. Předpokladem dalšího vývoje je výskyt nelehce predikovatelných a náhlých extrémních srážek na straně jedné a dlouhodobého

sucha na straně druhé. Adaptační opatření, která mohou určitou měrou snížit dopady změny klimatu, jsou: modrá, zelená, šedá a měkká (institucionární). Mohou být použita samostatně, nejčastěji se však setkáváme s jejími kombinacemi. Vhodným použitím adaptačních opatření lze zlepšit klima, pohodu, biodiverzitu a kvalitu obytného prostředí. Mezi možné adaptační opatření související s hospodařením se srážkovými vodami je ve strategii uvedeno: zvýšení retence prostředí, zpomalení povrchového odtoku, podpora retenční schopnosti krajiny, zlepšování hospodaření s dešťovými vodami, zajistit udržitelné nakládání s vodou na soukromém i veřejném majetku, zvyšování podílu propustných povrchů, vodních ploch a zeleně, zadržování srážkových vod. Mezi měkká opatření pak jsou zahrnuta: implementace adaptačních principů do přípravy investičních záměrů a projektů, hospodaření s dešťovými vodami, důraz na okolí objektu, zasakování srážkových vod (preferenčně propustných povrchů), zachytávání a další využití srážkových vod, vodní prvky.

V roce 2017 byla vytvořena Adaptační strategie statutárního města Ostravy na dopady a rizika vyplývající ze změny klimatu. Obsahem této strategie je podrobná analýza území, včetně termických a sociálních aspektů se zaměřením na adaptaci na změnu klimatu, zejména s ohledem na stále extrémnější výkyvy hydrometeorologických jevů. Kromě analýzy je dokument doplněn seznamem možných opatření s odkazem na místo, kde byla již úspěšně použita, a také příklady dobré praxe. Mezi strategické cíle dokumentu patří: dostatek vody, příjemné město a zdravá krajina. Z adaptačních opatření, kterými je možné zajistit naplnění strategických cílů je mimo jiné uvedeno: zlepšování nakládání s vodou, ochrana před suchem, využití retence vod ve městě, zakládání nových ploch kvalitní veřejné zeleně, začlenění vodních prvků do systému zeleně ve městě.

V roce 2021 byla zpracována Adaptační strategie na změnu klimatu statutárního města Karviná, ve které jsou nad mapovým podkladem velice podrobně popsány negativní vlivy v území, které souvisejí se změnami klimatu. V oblasti vodohospodářství je zde zmíněno, že nejzranitelnější jsou oblasti zastavěného území města, tedy zejména jeho centra. Jedním z návrhů na zlepšení situace související s hospodařením se srážkovými vodami je úprava veřejných prostranství a využití modro-zelené infrastruktury v již stabilizovaných plochách území.

Jednou z vizí pro město Karviná je: *„Ve veřejném prostoru je dostatek zeleně, která společně s vodními prvky vytváří příjemné prostředí pro život místních obyvatelů.“*

Ze specifických cílů strategie lze jmenovat: Snížit dopady extrémních hydrologických jevů v zastavěném území v krajině a zvýšení efektivity hospodaření s vodou ve městě i v krajině. Možnosti, jak těchto cílů dosáhnout, jsou mimo jiné: Zvyšování podílu propustných ploch - postupná přeměna nepropustných ploch na propustné (např. parkoviště na sídlištích a v průmyslových areálech, historické centrum); podpora hospodaření s dešťovou vodou ve vazbě na rozvoj modrozelené infrastruktury ve městě; aplikace systémů na recyklaci šedé vody; Projekt Green Urban Farming Academy Karviná / Živá laboratoř udržitelného bydlení Karviná; Poldry pro zachycení a zpomalení odtoku dešťových vod v 7 vymezených plochách územního plánu města (k.ú. Karviná-město, Ráj); Dešťové zdrže pro zachycení a zpomalení odtoku dešťových vod ve 4 vymezených plochách územního plánu města (k.ú. Karviná-město, Ráj).

V roce 2023 byla vytvořena Adaptační strategie statutárního města Frýdek-Místek. Strategie uvádí, že je zapotřebí pohlížet na srážkovou vodu tak, že se nejedná pouze o vodu odpadní. Byla zpracována analýza současného stavu využívání srážkových vod na území města avyzdvihnout jejich potenciál pro závlahu a další využití. Dalším významným prvkem je potřeba rozvinout modro-zelenou infrastrukturu v sídle. Strategie je doplněna příklady možného řešení modro-zelené infrastruktury na příkladech dobré praxe v jiných částech republiky. Ve strategii jsou uvedena následující negativa současného stavu HDV: rychlé odvádění vod ze střech a zpevněných ploch, vysoké množství zpevněných ploch, nedostatek retenčních kapacit. Z adaptačních opatření ke zlepšení přístupu ke srážkovým vodám lze jmenovat: snížení množství srážkové vody odváděné do kanalizace, úspora pitné vody náhradou za srážkovou vodu (zalévání zahrady, apod.), udržení vody v zastavěném území.

V roce 2018 byla vytvořena Adaptační strategie statutárního města Opava na změnu klimatu. Tématem srážkových vod se zabývají kapitoly v analytické části dokumentu. Odvádění srážkových vod je řešeno obdobně, jak je uvedeno v příslušných právních předpisech, bez vztahu ke konkrétní lokalitě a problému. Mezi adaptační opatření je zařazena podpora zadržení, využití a zasakování dešťových vod. V závěru návrhové části je představen katalog typových adaptačních opatření realizovaných na území města Opava.

V roce 2021 byla zpracována Studie nakládání se srážkovými vodami ve statutárním městě Opava, která se zabývala konkrétním druhem staveb a to školskými stavbami. Studie

se v první části byla provedena identifikace objektů a jejich stávajícího stavu, ve druhé části byly na vybraných objektech navrženy a doporučeny konkrétní zlepšující návrhy.

V roce 2022 byla zpracována Adaptační strategie na změnu klimatu města Havířova. V textu jsou uváděny příklady dobré praxe na území města Havířova. Ve strategii jsou mimo jiné jmenovány následující vize: *Dostatek zeleně ve všech částech města pomáhá stabilizovat městské mikroklima a společně s vodními prvky vytváří příjemné prostředí pro život místních obyvatel; město zodpovědně hospodaří s vodou a má funkční systém zachycování, zadržování a využití dešťových vod.* Mezi specifické cíle je zahrnuto mimo jiné: *Snížit dopady extrémních hydrologických jevů v zastavěném území i ve volné krajině a aplikovat opatření pro zachycování, zadržování a využívání srážkové vody; Zlepšit mikroklimatické podmínky ve městě, ve veřejném prostoru udržovat plochy zeleně vysokého standardu a dostatečné množství vodních prvků.* Mezi opatření, které umožní dosáhnout strategických cílů v oblasti zachycování, zadržování a využívání srážkové vody, patří např.: Podpora hospodaření s dešťovou vodou; budování systémů na recyklaci šedé vody. Strategie zahrnuje přehled záměrů a projektů, které jsou připravovány s ohledem na snižování dopadu změny klimatu na území města Havířova.

V současné době je připravována Koncepce hospodaření s dešťovou vodou ve městě Havířov: připravovaná koncepce realizována v rámci projektu IP LIFE for Coal Mining Landscape Adaptation.

Koncepce bude obsahovat analytickou a praktickou část. V analytické části bude provedena rešerše stávajícího přístupu k hospodaření se srážkovými vodami. V praktické části budou stanoveny požadavky na hospodaření se srážkovými vodami tak, aby byla zajištěna vysoká kvalita života v území, a to zejména v místech, která se potýkají s ohrožením suchem, povodněmi, apod. Úkolem koncepce bude výběr stěžejních lokalit a stanovit vhodná řešení.

Obecně jsou adaptační strategie na změnu klimatu strategickým dokumentem, který analyzuje jednotlivé části, v tomto případě Moravskoslezského kraje, z hlediska ovlivnění území z důvodu změn klimatu. Výsledkem všech strategií je stanovení strategických cílů a navržení takových adaptačních opatření, kterými lze těchto cílů docílit. Všechny strategie se zabývají jedním z faktorů, kterým jsou srážky, a nabízí obecný, zejména statistický,

pohled na vývoj srážek v jednotlivých oblastech. Analytická část je doplněna praktickou částí. Strategie zahrnují příklady dobré praxe a náhled na nejčastěji používané adaptační opatření. Jednotlivé dokumenty jsou velice obdobné, v návrhové části lze spatřit rozdílnost, kde se strategie týká konkrétního území, případně přímo konkrétních lokalit. Z dokumentů je patrné, že hospodařením se srážkovými vodami je nutné se zabývat intenzivněji, než tomu bylo doposud, protože již v současné době se potýkáme s extrémy, které s sebou přináší změna klimatu. Strategie rovněž vycházejí z dotazníkového šetření mezi obyvateli (pocitová mapa).

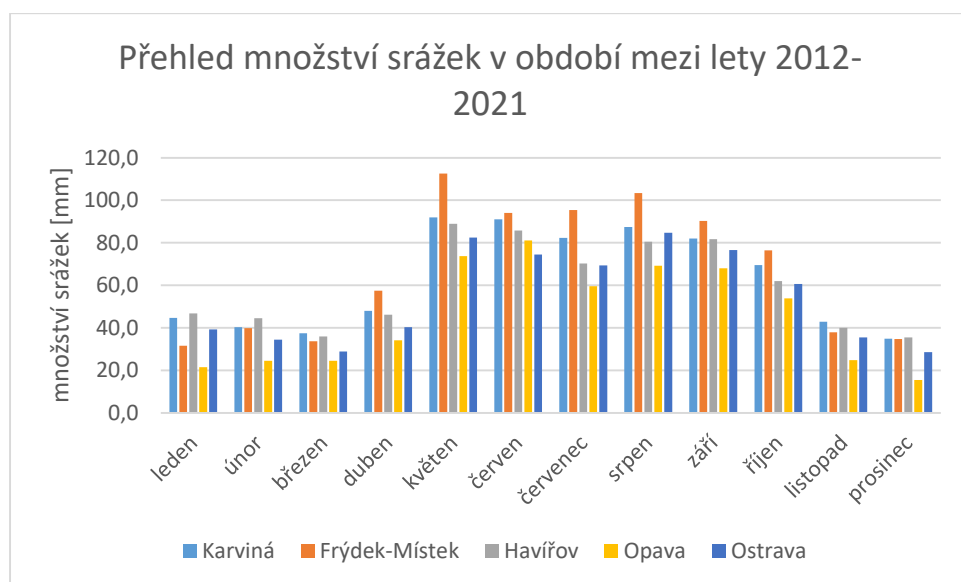
4. ANALÝZA STAVU HOSPODAŘENÍ SE SRÁŽKOVÝMI VODAMI NA ÚZEMÍ STATUTÁRNÍCH MĚST MORAVSKOSLEZSKÉHO KRAJE

Pro účely analýzy dané problematiky byla stanovena urbanizovaná území v rozsahu katastrálních území pěti statutárních měst Moravskoslezského kraje (Ostrava, Opava, Karviná, Havířov, Frýdek-Místek), která byla v rámci Moravskoslezského kraje vybrána jako potencionálně nejhorší, zejména z důvodu velikosti ploch, jejich zastavění, potažmo množství zpevněných ploch. Všechna vybraná města mají více než 50.000 obyvatel, město Ostrava je pak třetím nejlidnatějším městem České republiky s více než 280.000 obyvateli. Důvodem výběru byl rovněž předpoklad dostatečně podrobné informační databáze o území, která je právě v těchto městech nejrozsáhlejší. Malé obce zpravidla nemají potřebnou informační základnu, a tudíž pro předmět výzkumu by nemusela být zcela vhodná.

V této kapitole jsou podrobně představena vybraná statutární města Moravskoslezského kraje, zejména ve vztahu ke stávajícímu přístupu k řešení problematiky hospodaření se srážkovými vodami. Přestože mnohá města mají zpracovanou adaptační strategii na změnu klimatu zahrnující základní cíle, kterých je záhodno dosáhnout, ne vždy jsou tyto cíle vymáhány v realizacích projektů veřejného prostranství. O tom, že problémy se srážkovou vodou je nutné řešit na úrovni obcí a měst, hovoří množství již vydaných a stále se aktualizujících strategických dokumentů, které se mimo jiné zabývají zvýšeným množstvím srážkových vod dopadající na území a na straně druhé se stále větším suchem. Výskyt srážkových vod je velice proměnlivý a vždy záleží na geografickém umístění lokality. Z dostupných statistických údajů Českého hydrometeorologického ústavu bylo zjištěno, že největší podíl srážek se vyskytuje v období květen-říjen (viz Graf 4. 1.). S fenoménem změny klimatu souvisí také změny ve výskytu jiného druhu srážek – sněhu, jehož podíl se v zimním období neustále snižuje.

Stavební zákon vyžaduje po obcích zpracování územně analytických podkladů, které popisují stav v území z nejrůznějšího hlediska: geografické, sociodemografické, problémy v území, možný rozvoj území, ochrana před klimatickými a jinými hrozbami, bezpečnost státu, limity v území, ochrana přírody a krajiny apod. Tyto údaje jsou průběžně aktualizované v součinnosti s vlastníky potřebných dat (např. v případě informací

o existence technické a dopravní infrastruktury). Pomocí těchto údajů obce vytvářejí a udržují vhodné databázové prostředí, na němž lze vytvářet různé modely a analýzy. Jak už to tak bývá, obce se v podrobnostech údajů značně liší. Tyto údaje jsou zpravidla veřejně přístupné, ostatní údaje, které se týkají konkrétních umístění, osobních údajů a údajů, které by mohly ohrozit bezpečnost území, nejsou veřejně dostupné.



Graf 4. 1. Grafické znázornění průměrného výskytu srážek mezi lety 2012-2021 na území vybraných měst v Moravskoslezském kraji – Vlastní zpracování na podkladu dat ČHMÚ

Jak bylo řečeno, mnohé obce mají zpracovanou strategii, ale do praktického života se málokdy promítne. Velkou překážkou je nedostatek příkladů dobré praxe na území České republiky a nedostatek společností, které se tímto zabývají. Na druhé straně bylo viděno mnoho zajímavých a revolučních projektů, avšak provedení bylo provedeno neodborně, a tudíž neplnilo svou funkci. Jedním z příkladů může být např. Rekonstrukce náměstí v Karviné, které mělo zahrnovat prvky modrozelené infrastruktury, avšak při realizaci tyto prvky nebyly provedené. Zeleň pak byla doplněna pouze formou přemístitelných květináčů, do kterých byly vysázeny stromy. S dalšími příklady nedobré praxe se lze setkat ve veřejných prostranstvích, kde je instalována dlažba s vodopropustnými spárami, které dělníci provedou nepropustně, v horším případě doplní o asfaltové spáry. Obce tedy mají jasnou představu o tom, že je nutné se věnovat nakládání se srážkovými vodami, avšak je nutné vytvořit nástroj, který by pomáhal jednotlivým obcím identifikovat kritická místa, kterými by bylo vhodné se ve veřejném prostoru s ohledem na srážkové vody více věnovat.

4. 1. Statutární město Frýdek - Místek

Frýdek-Místek je typickým dvouměstím, až do poloviny 20. století se jednalo o dvě samostatná města. Historický vývoj obou měst je poměrně standardní, tedy prvotní založení historického jádra na břehu řeky s následným přirozeným a dlouhodobým rozšiřováním zástavby. Neobvyklá je v tomto smyslu pouze skutečnost, že jádra dvou měst byla založena takto blízko u sebe, většinou se vzdálenosti jednotlivých osad a měst pohybovaly v řádech nižších jednotek kilometrů. Toto je způsobeno zřejmě faktem, že řeka Ostravice, na jejíchž březích obě historická jádra leží, vždy tvořila přirozenou zemskou hranici mezi moravským a slezským územím. K administrativnímu sloučení obou původně samostatných měst došlo k 1. lednu 1943.

Hlavním přirozeným recipientem města je řeka Ostravice, která protéká napříč celým městem z jihu na sever, a do které se na jižní hranici katastru města z pravé strany vlévá řeka Morávka. Do nich pak ústí několik dalších menších vodních toků, většinou bezejmenných. Kromě funkce přirozeného recipientu jsou vodní toky ve městě také významným rekreačním prvkem, jsou okolo nich lokalizovány hlavní městské parky, podél řeky Ostravice vede významná cyklostezka z Ostravy do Beskyd.

Kromě zmíněného dvouměstí tak není Frýdek-Místek svou polohou vůči vodním tokům a jejich využitím nijak specifický. Toto se týká i možností likvidace srážkových vod, které jsou obdobné jako u jiných srovnatelně velkých měst.

4. 1. 1. Základní demografické údaje

Počet obyvatel současného Frýdku-Místku poměrně prudce narůstal zejména ve druhé polovině 20. století, a to zejména v souvislosti s potřebou ubytování pracovní síly v nedalekých dolech a v průmyslových provozech města a jeho okolí. Situace byla podobná prakticky ve všech větších sídlech Moravskoslezského kraje. Navíc se k Frýdku-Místku připojovaly okolní původně samostatné obce (např. Chlebovice, Staříč, Staré Město ad.). Nejvíce obyvatel města bylo evidováno při sčítání v roce 1991 – téměř 65 000. Od té doby počet obyvatel setrvale klesá, při sčítání v roce 2021 bylo ve městě evidováno necelých 54 000 obyvatel. Obdobná situace je zaznamenávána i v ostatních větších městech Moravskoslezského kraje a je způsobena zejména změnou struktury hospodářství a jeho odklonem od těžby surovin a těžkého průmyslu. V případě Frýdku-Místku však není pokles obyvatel tak dramatický. Toto je způsobeno zejména polohou města, které leží na půl cesty

mezi Ostravou a Moravskoslezskými Beskydy a poskytuje tak obyvatelům přiměřený kompromis mezi dostupností občanské vybavenosti, případně dalších městských složek, a velmi kvalitním přírodním prostředím vhodným k rekreaci. Absolutní pokles počtu obyvatel je navíc ovlivněn opětovným osamostatněním částí Staříč a Staré Město.

Obdobně jako v případě jiných větších měst, i v případě Frýdku-Místku je zaznamenáván nárůst počtu obyvatel v okolních menších obcích způsobený suburbanizačními tendencemi obyvatel. Dle územně analytických podkladů vykazují největší populační nárůst obce Sviadnov, Horní Domaslavice a Vojkovice.

Z uvedeného by se mohlo na první pohled jevit, že nároky na technickou infrastrukturu, a tedy i likvidaci srážkových vod, jsou v případě samotného Frýdku-Místku nižší, zatímco v okolních menších obcích narůstají. To je však pravda pouze částečně. Počet obyvatel Frýdku-Místku sice klesá, ale počet domů naopak narůstá, dle sčítání lidu bylo ve Frýdku-Místku v roce 1991 evidováno celkem 4 790 domů (údaj zahrnuje i tehdejší součásti Staříč a Staré město), v roce 2021 bylo evidováno 5 988 domů. Z uvedeného je tak zřejmé, že se zastavěné území města zvětšuje a roste tak i velikost území, na kterém je nezbytné řešit nakládání se srážkovými vodami.

4. 1. 2. Charakteristika města

S ohledem na historický vývoj má Frýdek-Místek prakticky dvě městská centra se dvěma náměstími. Větší je frýdecké Zámecké náměstí, v jehož blízkosti je také magistrát města. Místecké náměstí Svobody je sice menší, nicméně v jeho blízkosti jsou další tři plochy obdobného charakteru, a sice Antonínovo náměstí, Malé náměstí a Farní náměstí. Navíc nedaleko je hlavní městský park – sady B. Smetany. Zástavba v okolí těchto náměstí je klasická, tedy kompaktní s menšími zadními dvory. Centrum Frýdku pak obklopují spíše panelové domy s vyšším počtem podlaží, zatímco okolo centrální části Místku jsou spíše nízkopodlažní zděné bytové domy. Zástavbu zde doplňují objekty základní a vyšší občanské vybavenosti (např. nemocnice). Nejvyšší koncentrace obyvatel spojená s existencí nejvyšších panelových domů je na sídlišti Slezská v jihovýchodní části Místku.

Na tuto městskou zástavbu navazuje na severu místní část Lískovec, na západě části Chlebovice, Zelinkovice a Lysůvky a na východě Panské Nové Dvory. Všechny tyto místní části jsou typickými okrajovými částmi s převažující individuální rezidenční zástavbou. Právě v těchto částech je nárůst počtu domů nejvyšší. Jiné typy zástavby jsou v těchto

částech spíše výjimečné. Výjimkou je pouze západní část Chlebovic, kde je stále expandující průmyslová zóna.

Poslední místní částí Frýdku-Místku je Skalice, ve vztahu k městu se jedná o exklávu, část je od města oddělena katastry samostatných obcí Dobrá a Staré Město. Zástavba je zde obdobná jako ve výše popsaných okrajových částech. Základní statistické údaje o bytové výstavbě Frýdku Místku shrnují Tab. 4. 1. a Tab. 4. 2.

Tab. 4.1. Základní statistický přehled o skladbě bytového fondu Frýdku-Místku - Vlastní zpracování na podkladu dat Českého statistického úřadu

	Počet obydlených domů	Počet obydlených bytů	Počet obydlených bytů v rodinných domech	Počet obydlených bytů v bytových domech	Počet obydlených bytů - ostatní
Frýdek	2381	12921	1720	10797	404
Chlebovice	252	295	294	-	1
Lískovec	454	555	509	44	2
Lysůvky	89	106	100	6	-
Místek	1763	10349	1298	8848	203
Skalice	460	543	514	25	4
Zelinkovice	88	105	98	-	7
	5487	24874	4533	19720	621

Z uvedeného je zřejmé, že zvýšené nároky na likvidaci srážkových vod jsou zejména v částech Frýdek a Místek, kde je větší množství zpevněných ploch, bytových domů, objektů občanské vybavenosti apod. V ostatních částech je dostatek zelených ploch, vlastníci rodinných domů si řeší likvidaci srážkových vod individuálně a účelně odvodňovat je tak potřeba pouze zpevněné veřejné plochy, zejména komunikací.

Tab. 4.2. Počet dokončených bytů ve Frýdku-Místku v letech 2008–2021 - Vlastní zpracování na podkladu dat Českého statistického úřadu

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Počet dokončených bytů	130	134	85	78	112	85	68	48	45	95	69	74	210	83

4. 1. 3. Hydrogeologické podmínky

Vodní toky a vodní plochy

Celé území města Frýdek-Místek patří do úmoří Baltského moře a povodí řeky Odry. Bezesporu nejvýznamnějším vodním tokem, který městem protéká, je řeka Ostravice. Ta tvoří přirozenou hranici mezi Frýdkem a Místkem a protéká tak centrem města, kde tvoří významný rekreační prvek. Délka toku řeky Ostravice je 65,1 km, plocha povodí 827,4 km². Průměrný průtok na území města Frýdku-Místku je udáván ve výši 7,61 m³/s, Q₁₀₀ má hodnotu 1 120 m³/s. Průtok vody v řece je regulován přehradou Šance, ta leží cca 20 km jižně od města a je jedním ze zdrojů vody pro Ostravský oblastní vodovod. Trasování koryta řeky Ostravice na území Frýdku-Místku je zřejmě přirozené, nejeví známky umělých úprav.

Do Ostravice se na jižní hranici katastru města vlévá zprava řeka Morávka. Její délka toku je 29,6 km, plocha povodí je 149,3 km², průměrný průtok u ústí činí 3,73 m³/s. Tok řeky je regulován vodní nádrží Morávka, která leží ve stejnojmenné obci cca 15 km jihovýchodně od Frýdku-Místku. Tato vodní nádrž je také jedním ze zdrojů vody Ostravského oblastního vodovodu.

Západem katastru města protéká menší říčka Olešná. Její délka toku je 21,3 km, plocha povodí 59,3 km². Olešná se vlévá zleva do Ostravice na území nedaleké obce Paskov. Průtok u ústí je udáván na hodnotě 0,88 m³/s. Na říčce Olešné byla v první polovině 60. let 20. století vybudována stejnojmenná vodní nádrž. Primárním účelem bylo zajištění zásoby vody pro ostravské průmyslové provozy, tento účel však nebyl nikdy zcela naplněn, dnes již zajišťuje vodu pouze pro paskovskou průmyslovou zónu. Kromě protipovodňové ochrany tak dnes přehrada slouží převážně k rekreaci, v nedávné minulosti zde byl vybudován krytý akvapark. Rozloha vodní nádrže je 88 ha, objem zhruba 3,5 mil. m³ a plocha povodí 33,6 km².

Zajímavostí města je Hodoňovický-sviadnovský technický náhon, který byl vybudován jako umělé vodní spojení mezi řekami Ostravicí a Olešnou. Původním záměrem bylo zajištění pohonu pro mlýny a pily, dnes je už jen pozůstatkem průmyslové činnosti v místě a tvoří rekreační prvek v krajině.

Dále je na území města několik drobných toků, které jsou hydrologicky málo významné. Místní částí Skalice protéká potok Skaličnický, přes Panské Nové Dvory potok Vlčok,

Lískovcem potok Podšajarka, na severu Ostravická Datyňka. Všechny jsou přítoky výše zmíněných větších vodních toků.

Ve městě byla v minulosti vybudována i odlehčovací ramena vodních toků, jeden z nich je v části Nové Dvory a odvádí vodu z Černého potoka a Vlčoka do Morávky, druhý vede z Hodoňovického náhonu a Olešné do řeky Ostravice. Celková průměrná hustota vodních toků na území města je cca 1,4 km/km².

Co se týče vodních ploch, jsou v katastru města pouze dva větší rybníky – Arnošt a Řehánek. Oba jsou situované v těsné blízkosti vodní nádrže Olešná a oba jsou primárně chovnými rybníky. Dále je na území města několik velmi malých vodních ploch, které jsou však bezejmenné a hydrologicky málo významné.

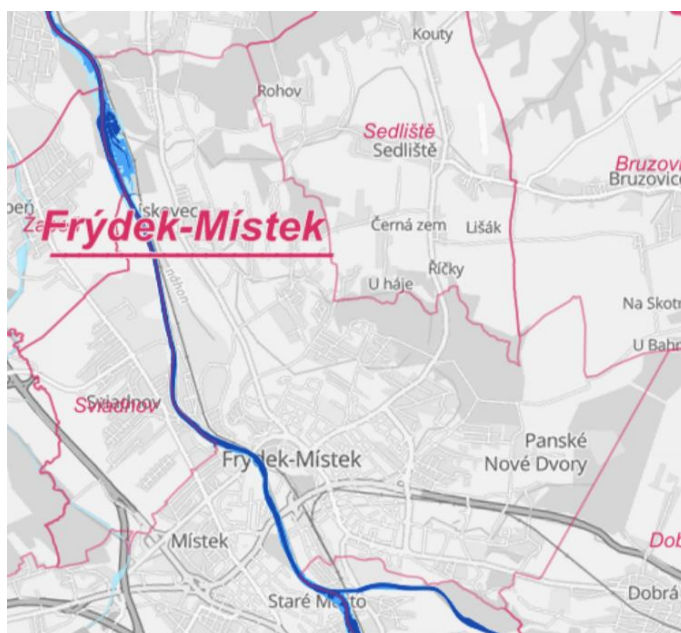
Naopak hydrologicky velmi významné jsou dvě plochy charakteru mokřadů na východní hranici města. Obě jsou situované poblíž železniční trati ve směru na Český Těšín, jedna nedaleko ulice Spojovací, druhá na katastrální hranici se sousední obcí Dobrá. V obou případech se jedná o přírodně cenná stanoviště s bohatou faunou a flórou. Území je většinou trvale zamokřeno s výškou hladiny v řádech desítek centimetrů. Při přívalových srážkách dokáží zachytit až 10 000 m³ vody, která následně postupně odtéká.

Povodňové riziko

Ohrožení města Frýdku-Místku povodněmi nepředstavuje významný problém. Je to dáno zejména skutečností, že všechny výše popsané hlavní vodní toky, které městem protékají, jsou regulovány přehradami. Navíc je město situováno téměř na úpatí horského masivu, terén je tak celkově mírně svažité, nikde nevznikají kotliny a voda z území poměrně rychle odtéká, charakteristické je v tomto případě poměrně výrazné kolísání průtoků. Nejvyšší bod města leží ve výšce 616 m. n. m. (vrch Ostružina na západě města v městské části Chlebovice, součást Palkovických hůrek), nejnižší bod města je ve výšce 260 m. n. m. a nachází se ve Sviadnově v místě, kde řeka Ostravice opouští jeho katastr. Průměrný roční úhrn srážek je udáván na hodnotě 1 002 mm. Při největších povodních poslední doby v roce 1997 kulminovala řeka Ostravice ve Frýdku-Místku s hladinou ve výši 568 cm, průtok vody pod přehradou Šance byl tehdy naměřen ve výši 230 m³/s. Dle aktuálního povodňového plánu je na řece Ostravici ve městě vyhlášen I. stupeň povodňové aktivity při výši hladiny 300 cm (průtok 104 m³/s), 2. stupeň při výšce hladiny 400 cm (průtok 272 m³/s) a 3. stupeň při výšce hladiny 450 cm (průtok 392 m³/s).

Dle katastru nemovitostí je celková plošná výměra města 4 170,42 ha, z čehož vodní plochy tvoří 171,22 ha, tedy cca 4,11 %. Z celkové výměry je 106,87 ha (cca 2,56 %) uvnitř záplavového území Q₁₀₀. Z uvedeného rozsahu odpovídá 7,1 ha záplavovému území řeky Morávky, 32,07 ha řeky Olešné a zbylých 67,7 ha tvoří záplavové území řeky Ostravice. Z celkové uvedené výměry leží 17,5 ha uvnitř zastavěného území. Aktivní zóna záplavového území má v celém městě rozsah 87,7 ha, z toho uvnitř zastavěného území leží 17,2 ha.

Největší potenciální nebezpečí z hlediska povodní představuje samozřejmě řeka Ostravice. S ohledem na výše uvedené a také s ohledem na celkovou urbanistickou strukturu města je ale riziko minimální. Plochy bezprostředně okolo toku mají většinou charakter zeleně, případně se jedná o parkově upravené plochy. Jako nejohroženější se jeví plocha okolo řeky severně od přemostění hlavní třídy, kde je několik rezidenčních a průmyslových objektů. Plošně největší ohrožená plocha je na severu města u katastrální hranice se sousední obcí Žabeň. Zde je také lokalizována městská čistírna odpadních vod.



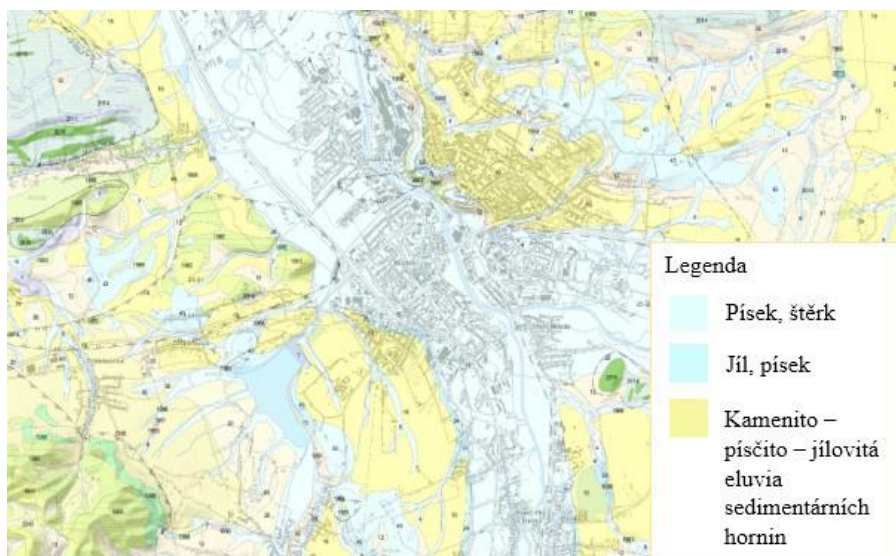
Obr. 4. 1. Schématická mapa záplavových území na území Frýdku-Místku – převzato z gis.frydek-mistek.cz

Řeka Morávka protéká městem pouze v krátkém úseku před svým zaústěním do Ostravice, a to v místě, které má charakter lesoparku. Potenciální povodeň tak zde nepředstavuje významný problém. Koryto řeky Olešné je na katastru města situováno převážně v extravilánu.

V této souvislosti je nezbytné zmínit i hypotetické riziko zvláštní povodně. Toto riziko představují zmíněné vodní nádrže situované na tocích nad městem, případné riziko v tomto směru hrozí i od vodní nádrže Baška, která leží na říčce Bašnici, která se vlévá do Ostravice jižně od Frýdku-Místku. Míra rizika je ve všech případech zcela minimální. Rozsah záplavových území schematicky znázorňuje Obr. 4. 1.

Podmínky pro nakládání se srážkovými vodami

Území Frýdku–Místku patří k flyšovému pásmu, které je typické střídáním pískoveců s vrstvami jílovitých břidlic a slínů. Z Obr. 4. 2 je zřejmé, že kolem řeky Ostravice jsou říční sedimenty – štěrky a písky. Od řeky Ostravice na západ jsou spíše zeminy typu písek a štěrk s různým obsahem jílovitých částic. Od řeky na východ jsou to především kamenito–píscito–jílovité zeminy. Z uvedeného vyplývá, že podmínky pro vsakování vod jsou na území města spíše nepříznivé.



Obr. 4. 2. Geologická mapa centra Frýdku-Místku – převzato z mapy.geology.cz/geol/

S horninovým prostředím souvisí i mapa potenciálního vsaku. Jedná se o internetovou mapovou aplikaci, která vznikla pod záštitou Ministerstva pro životní prostředí České republiky. Byla vytvořena na základě mapy horninového prostředí a mapy zranitelnosti podzemních vod. Samostatnou skupinu tvoří sedimenty niv, kde je nutné počítat s vysokou hladinou podzemní vody, a spraše, které mají tendenci vlivem vlhkosti ztrácet pevnost prosedáním, viz Obr. 4. 3.



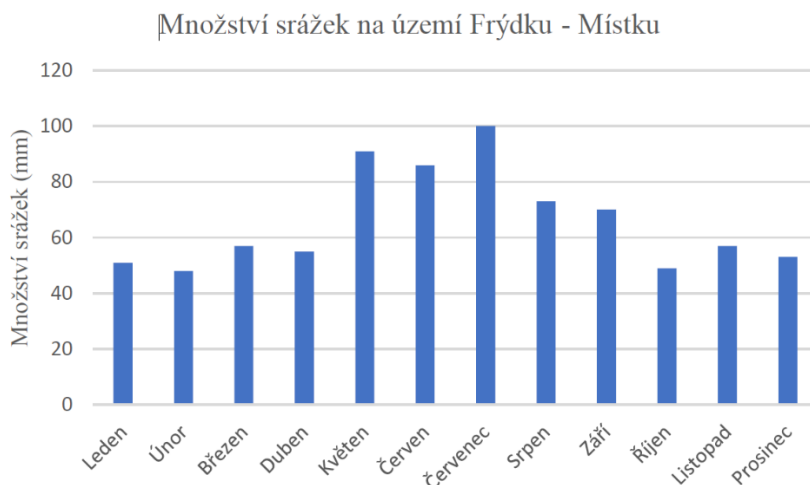
Obr. 4. 3. Mapa potenciálního vsaku na území Frýdku-Místku – převzato z Mapy potenciálního vsaku

Katastr nemovitostí dále uvádí, že z celkové plošné výměry města je zhruba 994,89 ha (tedy cca 23,86 %) vedených jako orná půda. Z toho je 95,3 ha (tedy cca 2,29 %) na plochách se sklonem větším než 7 %. Značná část tohoto podílu leží v městské části Chlebovice v oblasti tzv. Palkovických hůrek. Svažitost zemědělsky obhospodařované půdy tak není významným problémem z hlediska nakládání se srážkovými vodami.

Ostatní podmínky

Průměrný úhrn srážek ve Frýdku-Místku v jednotlivých měsících je zřejmý z Grafu 4. 2. Největší množství srážek je zaznamenáváno v polovině roku tak, jak je to ve středoevropském prostoru obvyklé.

Na rozdíl od jiných měst v regionu, nebyl Frýdek-Místek v minulosti zásadně zasažen důlní činností. Nejbližší důl se nacházel v sousední obci Staříč s pobočným provozem v Chlebovicích, dle příslušných map mohou být problémy s poddolováním zaznamenány na severozápadním okraji Chlebovic a na západním okraji Lískovce. Jinde na katastru města těžba neprobíhala.



Graf 4. 2. Průměrné množství srážek v jednotlivých měsících ve Frýdku-Místku – vlastní zpracování na podkladu dat Českého hydrometeorologického ústavu

Celková výměra lesních pozemků je na území města dlouhodobě okolo 942,79 ha, což představuje asi 22,61% rozlohy města. Lesy jsou fragmentovány do menších celků. Plošně největší les se rozkládá na severovýchodním okraji Frýdku. Další významné lesy jsou na jižní hranici Místku u katastrální hranice se sousední obcí Palkovice a západně od přehrady Olešná v místní části Chlebovice. Pozemky k plnění funkce lesa na území Frýdku-Místku znázorňuje Obr. 4. 4.



Obr. 4. 4. Lokalizace lesů na území města Frýdek-Místek – převzato z gis.frydek-mistek.cz

Celkový přehled o všech druzích pozemků v jednotlivých katastrálních územích města uvádí Tab. 4.3.

Tab. 4. 3. Procentuální zastoupení druhů pozemků v jednotlivých katastrálních územích – vlastní zpracování na podkladu dat Českého statistického úřadu

Druh pozemku	Procentuální zastoupení druhů pozemků v jednotlivých katastrálních územích [%]						
	Frýdek	Místek	Lískovec u Frýdku-Místku	Lysůvky	Panské Nové Dvory	Chlebovice	Skalice u Frýdku-Místku
Orná půda	10,70	20,49	35,93	27,12	23,11	37,21	40,11
Zahrada	15,78	7,33	8,44	13,82	3,61	5,61	7,88
Ovocný sad	0,11	0,35	0,34	0,00	0,39	0,06	0,00
Trvalý travní porost	4,51	7,92	8,50	7,75	25,30	8,42	18,61
Lesní pozemek	17,18	12,25	29,81	36,67	25,77	35,69	22,31
Vodní plocha - přírodní nádrž	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vodní plocha - umělá nádrž	0,31	7,04	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00
Vodní plocha - rybník	0,01	0,26	0,33	0,00	0,00	0,01	0,00
Vodní plocha - přirozený tok	1,53	1,74	3,59	0,47	0,27	0,60	1,02
Vodní plocha - umělý tok	0,14	0,00	0,00	0,05	0,27	0,16	0,01
Vodní plocha - zamokřená plocha	0,09	0,21	0,31	0,34	0,16	0,08	0,73
Zastavěná plocha a nádvoří	11,71	9,24	3,18	4,15	1,50	1,98	1,63
Ostatní plocha - dálnice	0,00	0,00	0,00	2,20	0,00	0,00	0,00
Ostatní plocha - dráha	1,96	0,01	1,46	0,00	0,69	0,00	0,00
Ostatní plocha - jiná plocha	5,04	6,18	1,60	1,39	0,36	1,19	2,43
Ostatní plocha - manipulační plocha	5,12	3,01	0,88	0,68	2,92	1,00	0,18
Ostatí plochy - mez, stráž	0,00	0,00	0,00	0,24	0,00	0,00	0,00
Ostatní plocha - neplodná půda	0,50	3,11	0,43	0,07	3,86	0,21	1,98
Ostatní plocha - ostatní dopravní plocha	0,11	0,08	0,04	0,00	0,02	0,00	0,00
Ostatní plocha - ostatní komunikace	9,00	8,62	3,20	3,37	3,44	2,55	2,33
Ostatní plocha - pohřebiště	0,68	0,25	0,23	0,25	0,00	0,04	0,07
Ostatní plocha - silnice	2,03	2,07	0,85	0,65	1,62	3,58	0,55
Ostatní plocha - skládka	0,00	0,23	0,00	0,00	6,27	0,00	0,00
Ostatní plocha - sportovní a rekreační plocha	1,92	1,69	0,38	0,25	0,37	0,17	0,07
Ostatní plocha - zeleň	11,58	7,91	0,40	0,54	0,07	1,45	0,09

Údaje uvedené v Tab. 4.3 prakticky potvrzují fakta vyplývající ze základní charakteristiky jednotlivých městských částí uvedené výše. Největší podíl ploch umožňující přirozený vsak srážkových vod je v okrajových městských částech, kde převládá individuální zástavba, často rozptýlená (k. ú. Lískovec u Frýdku-Místku, Lysůvky, Panské Nové Dvory, Chlebovice a Skalice u Frýdku-Místku). Problematiku likvidace srážkových vod je tak zde potřeba řešit spíše okrajově. Naopak největší podíl zpevněných ploch, kde přirozený vsak není, možný vykazují hustě urbanizované části (k. ú. Frýdek a Místek).

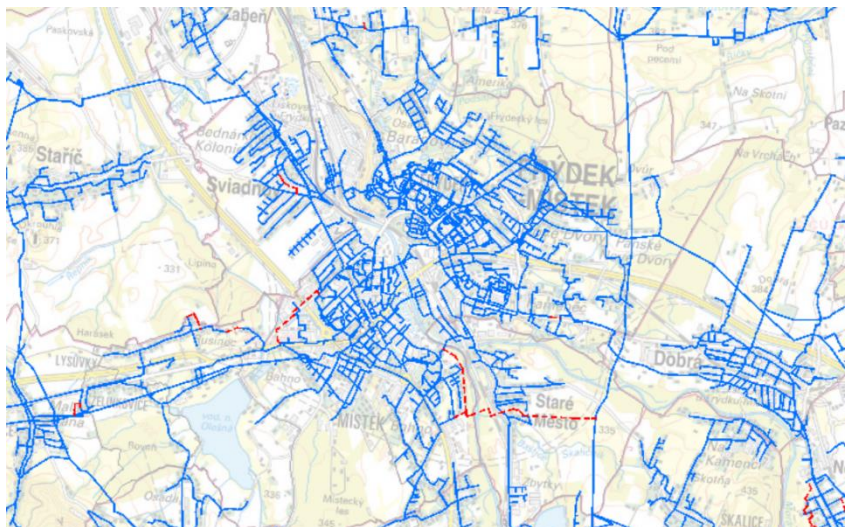
4. 1. 4. Zásobování vodou a odkanalizování

Město Frýdek-Místek je zásobováno vodou z Ostravského oblastního vodovodu, nejvýznamnějším zdrojem pro město je nedaleká přehrada Morávka. Vodovodní síť je vybudována na celém území města. Pitnou vodu pro město dodávají dvě úpravní, jednak v Nové Vsi u Frýdlantu nad Ostravicí a jednak ve Vyšních Lhotách. Vodovodní síť je v celém rozsahu spravována společností SmVaK Ostrava a.s. s regionální správou

ve Frýdku-Místku. Vodovodní síť je v dobrém stavu, zásobování obyvatel pitnou vodou je bezproblémové.

Město Frýdek-Místek je rozděleno na tři tlaková pásma. Dolní tvoří katastrální území Místek, východní část Zelinkovic a část Lysůvek. Do středního pásma náleží katastrální území Frýdek. Zbytek města náleží do horního tlakového pásma.

Vodovodní síť je provedena z litinového, ocelového a PVC potrubí o DN50 až DN600. Délka sítě je přibližně 150 km. Hlavní vodovodní trasy města zobrazuje mapový portál rozvoje vodovodů a kanalizací Moravskoslezského kraje, viz Obr. 4. 5.

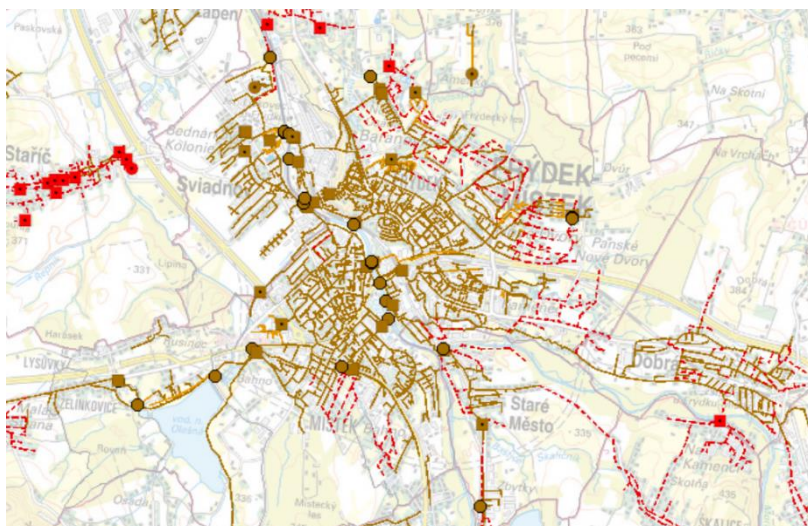


Obr. 4. 5. Schématické trasování vodovodů na území města (modrá – stav, červená - návrh) – převzato z PRVKÚK Moravskoslezského kraje

Stokovou síť o celkové délce cca 106 km spravuje SmVaK Ostrava a.s. Většinou se jedná o jednotnou kanalizační síť, pouze sídliště K Hájku a lokalita Vyhlička má zavedenou i oddílnou kanalizaci. Kanalizace je, až na tři úseky s čerpací stanicí (Lískovec, Hájek, Colloulouky), gravitační.

Potrubí je zhotoveno z betonu, železobetonu, kameniny a PVC. Profily jsou kruhové od DN 250 až DN 1750 nebo vejčité s průměrem 400/600 až 800/1400.

V roce 1995 byla vybudována nová ČOV s kapacitou 38 541 m³/den. ČOV je mechanicko – biologická s likvidací organických a dusíkatých sloučenin. Z přebytků bioplynu je vyráběna elektrická energie. Základní přehled o trasování kanalizace ve městě může dát mapový portál rozvoje vodovodů a kanalizací Moravskoslezského kraje – viz Obr. 4. 6.



Obr. 4. 6. Schématické trasování kanalizačních stok na území města – převzato z PRVKÚK Moravskoslezského kraje

Realizované projekty zaměřené na hospodaření se srážkovými vodami

Aktuálně ve Frýdku-Místku vzniká projekt Mapa krajiny. Jedná se o digitální volně přístupnou mapu, v níž jsou zaznačeny záměry města na vylepšení prostředí a lepší hospodaření se srážkovou vodou, které povede k zadržení vody v krajině a do budoucna ke snížení teploty ve městě.

Jedná se především o úpravy zeleně na vsakovací plochy – vytvoření vsakovacích rýh a průlehů, vytipování vhodných veřejných budov pro vegetační střechy, svod vody z těchto střech do akumulčních nádrží a v neposlední řadě označení parkovišť vhodných pro použití vsakovacích povrchů jako jsou zatravnovací dlažby nebo zatravnovací rošty.

4. 2. Statutární město Havířov

Havířov je velmi specifickým městem. Neobvyklý je zejména způsob jeho vzniku. Pro většinu současných měst je typické, že jejich historická jádra byla založena ve středověku a okolo nich se následně rozvíjela další zástavba. Havířov takové historické jádro nemá. Jeho vznik souvisí s potřebou ubytování pracovní síly v průmyslových odvětvích za minulého režimu. Prakticky celé město tak bylo vybudováno poměrně rychle a překotně ve 2. polovině minulého století. Z toho vyplývá i specifická urbanistická struktura, kdy ve městě není běžné hlavní náměstí, avšak jeho funkci supluje široká hlavní třída.

Situace je specifická rovněž z pohledu likvidace srážkových vod. Města založená ve středověku měla svá historická jádra zpravidla situovaná na březích větších vodních toků. Tyto toky tak městům sloužily jako přirozené recipienty, do nichž voda z ulic stékala gravitačně, následně do nich byly zaústěny první kanalizační stoky. Dnes tyto řeky protékají okolo centrálních částí měst, kde tvoří významný rekreační prvek. Historická jádra mají zpravidla oválný tvar a vodní tok se jej pouze dotýká.

Havířov je lokalizován na břehu řeky Lučiny, která protéká okrajem hlavní rezidenční zástavby a tvoří spíše urbanistickou bariéru mezi centrální částí Havířova a městkou částí Dolní Datyně. V bezprostřední blízkosti centrální rezidenční zástavby je však její tok mnohem delší, a tudíž z hlediska odkanalizování a likvidace srážkových vod je v této oblasti její poloha významná.

4. 2. 1. Základní demografické údaje

Počet obyvatel Havířova se postupně snižuje, podobně jako je tomu prakticky ve všech velkých městech Moravskoslezského kraje. Dle sčítání lidu měl Havířov v roce 2001 cca 85 000 obyvatel, v roce 2021 statistiky ukazují lehce přes 70 000 obyvatel. Dle základních demografických údajů dostupných např. v aktuálních územně analytických podkladech města se obyvatelé přesouvají nejvíce do Prahy a středních Čech, Ostravy, případně do menších obcí v blízkosti velkých měst v rámci Moravskoslezského kraje (v ORP Havířov se jedná zejména o obce Horní Bludovice a Těrlicko, které jsou atraktivní zejména s ohledem na blízkost vodní nádrže a přívětivými výhledy na okolní horský masiv).

Dle dostupných údajů lze předpokládat, že se situace v nejbližší době nijak zásadně zlepšovat, a to i s ohledem na skutečnost, že průměrné stáří populace Havířova je místně nadprůměrné.

Na základě uvedeného by se mohlo zdát, že poptávka po bydlení, s tím související rozšiřování urbanizovaného území, a tedy nutnost řešit likvidaci srážkových vod na dalších plochách, nebude v Havířově tak zásadním problémem jako v jiných městech, které vykazují populační růst, avšak situace je jiná. Stejně jako v jiných městech, i v Havířově se projevují suburbanizační tendence a přesun obyvatelstva do okrajových částí. Ve městě se tak prakticky nestaví bytové domy (dle sčítání lidí, domů a bytů přibyly v Havířově mezi lety 2001 a 2011 dva bytové domy, údaj k roku 2021 nebyl ke dni zpracování tohoto materiálu k dispozici), avšak je zřejmý nárůst počtu rodinných domů, kterých bylo ve stejném období postaveno 322, což představuje zvýšení o více než 12 %. Celkově lze tedy konstatovat, že i přes klesající počet obyvatel se zastavěné území města zvětšuje, pouze dochází ke snižování průměrného počtu obyvatel jedné domácnosti. Lze očekávat, že tento trend bude přetrvávat i v budoucnu. V této souvislosti je navíc nezbytné ještě zdůraznit, že značná část bytového fondu v Havířově je ve vlastnictví společnosti Heimstaden (dříve Residomo, ještě dříve RPG Byty), která si své byty ponechává ve vlastnictví a zpravidla je neprodává. Tato skutečnost zcela jistě ovlivňuje prostředí realitního trhu Havířova.

4. 2. 2. Charakteristika města

Centrální část Havířova označovaná jako Havířov-město se rozprostírá okolo Hlavní třídy a je tvořena architektonicky poměrně cennými objekty bytových domů, které vytvářejí takřka uzavřené bloky. Vně je prostor ryze veřejný, uvnitř pak prostor, který je možno označit za poloveřejný a slouží převážně obyvatelům příslušného bloku jednak k parkování, ale také jako klidová a odpočinková zóna s poměrně vysokým podílem zelených ploch umožňující přirozený vsak srážkových vod, případně zřízení zvláštních vsakovacích zařízení. Blokova struktura rovněž tvoří zajímavý urbanistický celek, který z leteckého pohledu může připomínat labyrint. V této části je také soustředěna značná část občanské vybavenosti města.

Na tuto část východně navazuje městská část Podlesí. Jedná se o oblast, která se vyvinula později a jsou tak pro ni typická běžná panelová sídliště většinou s bodovými či deskovými objekty doplněná základní občanskou vybaveností. Výhodou této části je ale skutečnost, že

ji ze severu a východu obklopuje rozsáhlý les, který je jednak významným prvkem krátkodobé rekreace ve městě, ale samozřejmě působí také jako důležitý prvek retence srážkové vody. V městské části Podlesí je navíc několik dalších menších parkově upravených ploch a dlouhodobě se tak jedná o jednu z nejžádanějších rezidenčních částí Havířova.

Historicky nejstarší částí dnešního Havířova je místní část Šumbark, zde byly vystavěny první hornické domy jako základ pro nově budované město. Část je lokalizovaná severozápadně od centra, od nějž ho odděluje významná urbanistická bariéra ve formě údolí, ve kterém jednak vede železniční trať a jednak zde prochází jedna z hlavních kapacitních komunikací celého města, silnice I/11, v rámci Havířova se jedná o ulice Ostravská a Orlovská. Z hlediska zástavby je Šumbark poměrně rozmanitý, kromě starších zděných většinou čtyřpodlažních hornických domů je zde také poměrně rozsáhlá oblast typického individuálního bydlení a několik panelových sídlišť.

Severně od centrální části se nachází místní část Prostřední Suchá. Její strukturu tvoří především individuální rezidenční zástavba doplněná několika nízkopodlažními bytovými domy. Na hranici mezi Prostřední Suchou a částí Město je poměrně významné nákupní centrum.

Tab. 4. 4. Základní statistický přehled o skladbě bytového fondu Havířova – vlastní zpracování na podkladu dat Českého statistického úřadu

	Počet obydlených domů	Počet obydlených bytů	Počet obydlených bytů v rodinných domech	Počet obydlených bytů v bytových domech	Počet obydlených bytů - ostatní
Bludovice	842	1023	988	24	11
Dolní datyně	197	213	212	-	1
Dolní Suchá	302	343	338	4	1
Město	1401	15210	244	14881	85
Podlesí	404	7262	48	7106	108
Prostřední Suchá	966	1876	957	910	9
Šumbark	1028	7314	618	6380	316
Životice	420	473	467	5	1
	5560	33714	3872	29310	532

Ostatní městské části (Dolní Suchá, Bludovice, Dolní Datyně a Životice) jsou okrajovými částmi města a v naprosté většině zde převažuje individuální rezidenční zástavba. Z hlediska možnosti odkanalizování je poměrně specifickou částí Dolní Datyně. Zástavba je zde velmi

rozptýlená s poměrně velkými nezastavěnými plochami v rámci intravilánu. Hustota zalidnění je zde celkově nízká a kanalizační síť řídká. Případná výstavba jakékoli další kanalizace by znamenala relativně značné investiční náklady, avšak ke kanalizaci by bylo připojeno relativně málo obyvatel. V ostatních popisovaných částech je zástavba výrazně kompaktnější a tento problém zde tak není tolik markantní. Celková hustota zalidnění ORP Havířov je však silně nadprůměrná, což je dáno zejména faktickou blízkostí jednotlivých sídel. Základní statistické údaje o bytové výstavbě Havířova shrnují Tab. 4. 4. a Tab. 4. 5.

Z výše uvedeného základního popisu města je zřejmých několik skutečností, které mají vazbu na nakládání se srážkovými vodami. Tou nejzásadnější je fakt, že zvýšená poptávka po technickém řešení nakládání se srážkovými vodami je převážně v městských částech Město, Podlesí a Šumbark, ve kterých je výrazněji zastoupeno hromadné bydlení a je zde tedy větší podíl zpevněných ploch (např. pro parkování). V ostatních městských částech je nakládání se srážkovými vodami jednodušší – majitelé rodinných domů by měli řešit nakládání (akumulaci, vsakování apod.) na svých pozemcích, veřejné prostory se omezují prakticky pouze na místní komunikace, které se odvodňují standardně např. příkopy. Podrobnější řešení nakládání se srážkovými vodami tak vyžadují prakticky pouze objekty občanské vybavenosti, případně menší průmyslové areály, které jsou součástí zástavby.

Tab. 4. 5. Počet dokončených bytů v Havířově v letech 2008–2021 – vlastní zpracování na podkladu dat Českého statistického úřadu

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Počet dokončených bytů	41	26	57	30	61	40	47	90	96	108	83	53	84	53

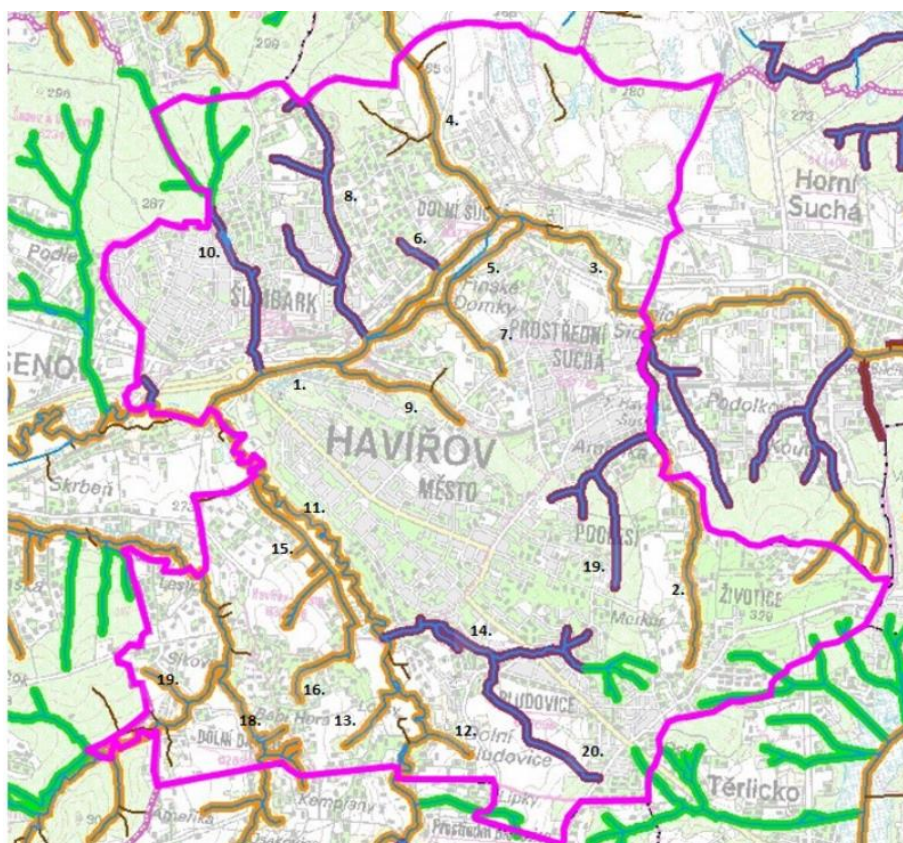
4. 2. 3. Hydrogeologické podmínky

Vodní toky a vodní plochy

Celé ORP Havířov patří do úmoří Baltského moře a povodí řeky Odry. Nejvýznamnějším tokem Havířova je řeka Lučina, jejíž koryto odděluje části Město a Dolní Datyně. Řeka je regulována vodní nádrží Žermanice na horním toku. Délka toku je 37,3 km, plocha povodí 197,1 km². Průměrný průtok na území města Havířova je udáván ve výši 1,11 m³/s. Historického maxima bylo dosaženo v červenci roku 1997, kdy korytem proudilo 54,9 m³/s. Na území města Havířova tok Lučiny silně meandruje, neproběhly zde prakticky žádné umělé úpravy týkající se trasování.

Severovýchodním okrajem katastru města protéká ještě potok Sušanka (průměrný průtok v ústí je 0,39 m³/s, plocha povodí je 31,54 km²). Trasování vodních toků v Havířově a jeho nejbližším okolí je zřejmé z Obr. 4. 7.

Některé vodní toky na území města byly v nedávné minulosti revitalizovány, neboť byly v minulosti technicky upravovány (např. zatrubněním), což mělo negativní důsledky na celkové vodní poměry v území. Revitalizované bylo např. odstavené rameno Sušanky, odstavené rameno Mezidolního potoka bylo napojeno na aktivní tok, rovněž došlo k revitalizaci starého mlýnského náhonu.



Obr. 4. 7. Schéma vodních toků v Havířově a okolí – převzato z eAGRI.cz

Významnější vodní plochy jsou na severu města. Plošně největší jsou Sušanské rybníky nacházející se mezi částmi Dolní Suchá a Prostřední Suchá. Ty byly nejprve využívány jako chovné, následně sloužily jako odkalovací nádrže, avšak díky celkovému omezení průmyslové činnosti v regionu se nyní opět navracejí svému původnímu účelu.

Tab. 4. 6. Legenda k Obr. 4. 7. – převzato z eAGRI.cz

Číslo	Název toku	Číslo	Název toku	Číslo	Název toku
1	Sušanka	9	Bezejmenný tok	16	Grabinský potok
2, 3	Životický potok	10	Šumbarský potok	17	Venclůvka
4	Bartošůvka	11	Lučina	18	Špluchovský potok
5	Bezejmenný tok	12	Statkový potok	19	Lesní potok
6	Dolnosušský potok	13	Loucký potok	20	Bludovický potok
7	Bezejmenný tok	14	Stružník		
8	Bezejmenný tok	15	Mezidolní potok		

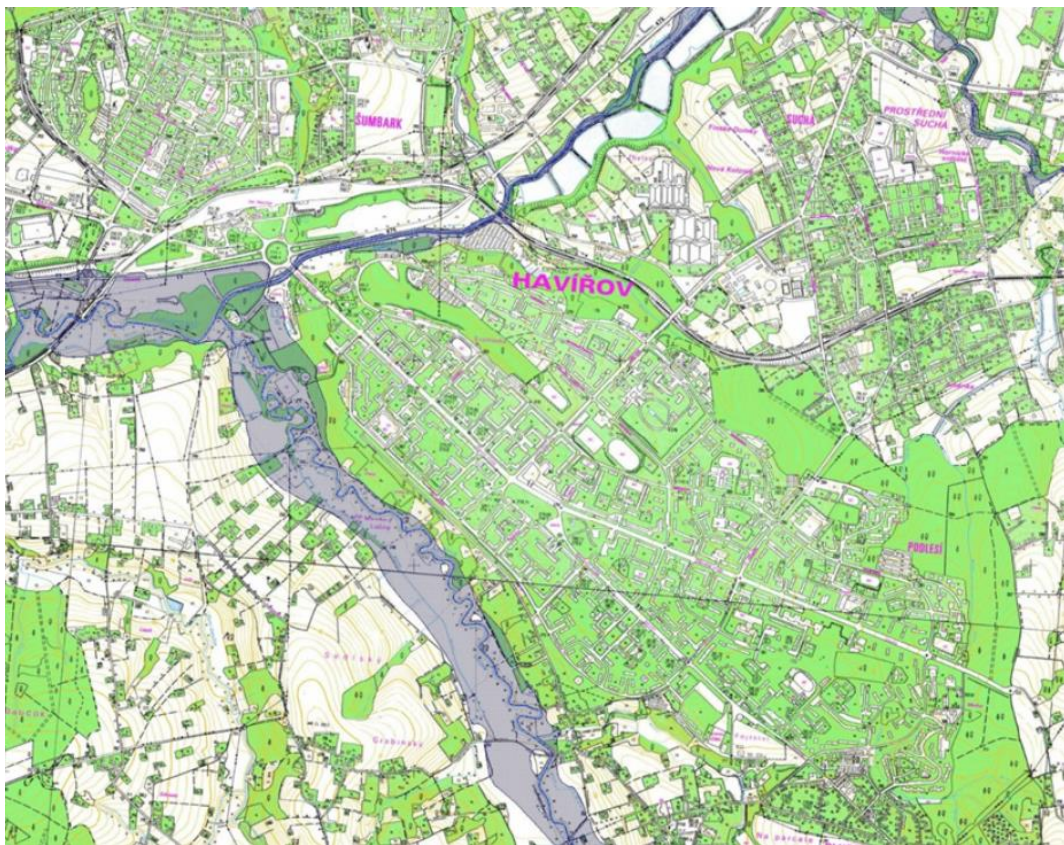
Na severu Dolní Suché mezi ulicemi Orlovská a U Obory leží uměle vybudovaná vodní nádrž Bartošůvka (někdy místně nazývaná Dukla), která dříve sloužila jako zásobník průmyslové vody. Tento původní účel již není aktuální, avšak díky lokálním propadům v podloží nádrž nelze vypustit. Momentálně je využívána zejména k chovu ryb. Širšímu rekreačnímu využití brání zejména skutečnost, že je nádrž v místě, které bylo v minulosti silně zasaženo místní průmyslovou výrobou a celá nádrž je obklopena rekultivovanými haldami a prostředí tak není k rekreaci příliš atraktivní.

Východně od Bartošůvky leží vodní nádrž Adošov. Opět se jedná o nádrž uměle vybudovanou za účelem vytvoření zásoby vody pro nedaleký důl. Vlivem morfologických změn terénu vyvolaných důlní činností se následně nádrž rozlila i do okolních lesů. V současnosti jsou pozemky nádrže a jejího okolí v soukromém vlastnictví a slouží k podnikatelským účelům, majitel zde pronajímá místa rybářům. Plochy v bezprostředním okolí nádrže mají charakter močálů.

Na západním okraji Havířova na soutoku řek Lučiny a Sušanky byla v minulosti vyhlášena Přírodní památka Mokřad u rondelu.

Povodňové riziko

Dle katastru nemovitostí je celková plošná výměra města 3 207,60 ha, z čehož vodní plochy tvoří 118,7 ha, tedy cca 3,7 %. Z celkové výměry je cca 240,4 ha (cca 7,5 %) uvnitř záplavového území, z toho je cca 131,3 ha (zhruba 4,1 %) uvnitř záplavového území Q₁₀₀. Přibližně 81,3 ha (cca 2,5 %) z celkové výměry města leží v aktivní zóně záplavového území. Díky morfologii terénu tak není Havířov městem, kde by nebezpečí zaplavení rozsáhlých území představovalo významný problém. Riziko vzniku rozsáhlejší povodně navíc limitují i vodní nádrže Těrlicko a Žermanice nedaleko Havířova.



Obr. 4. 8. Schématická mapa záplavových území – převzato z webmap.dppcr.cz

Z hlediska ohrožení povodněmi je největším nebezpečím řeka Lučina. Míra rizika je však poměrně malá, neboť, jak bylo uvedeno, průtok je regulován přehradou, přítoky na toku pod ní jsou pouze drobné a riziko rozlivu zvyšují pouze minimálně. Navíc díky zmíněným meandrům má Lučina poměrně rozsáhlé nezastavěné území, do kterého se může rozlít. Riziko vzniku škod na majetku či zdraví je tak velmi malé, povodněmi jsou ohroženy zejména zahrádkářské kolonie na pravém břehu řeky.

Jisté riziko při povodni představuje Sušanka, jelikož několik objektů je vystavěno v blízkosti jejího toku. Jedná se řádově o jednotky domů na ulicích Podolkovická, Zelená a U Pošty. Zřejmě nejkritičtějším místem je z tohoto pohledu velká okružní křižovatka zakončující Hlavní třídu, jedná se o téměř nejnižší položené místo ve městě, v jeho blízkosti je navíc soutok Sušanky a Lučiny. Severně od této křižovatky směrem k havířovskému nádraží se nachází viadukt, kde dochází k sekundárnímu hromadění povodňové vody. Vzhledem k místním geomorfologickým a geologickým podmínkám zde voda přirozeně neodtéká a musí být odčerpávána, což způsobuje komplikace zejména v dopravě.

Specifické ohrožení představuje Špluchovský potok. Ten při zvýšeném průtoku ohrožuje funkčnost dvou lokálních čistíren odpadních vod v městské části Dolní Datyně.

Při větších průtocích může rovněž lokálně docházet ke hromadění naplavenin, ucpávání propustků a dalších kritických míst. Při extrémních srážkách může být ohrožena stabilita některých svahů, avšak případné nestabilní svahy neohrožují zdraví ani majetek osob. Schématickou mapu záplavových území uvádí Obr. 4. 8. Popsané vodní nádrže jsou potenciálním rizikem z hlediska vzniku zvláštní povodně.

Podmínky pro nakládání se srážkovými vodami

Celé území města Havířova leží v provincii Západní Karpaty, soustavě Vněkarpatských sníženin, na rozhraní celku Ostravské pánve a Podbeskydské pahorkatiny. Větší část města náleží do podcelku Havířovské plošiny, menší do podcelku Hornotěrlické pahorkatiny. Plocha se vyvinula převážně na čtvrtohorních usazeninách a má většinou plochý polygenetický reliéf. Stejně jako v celém regionu je však i Havířově terén výrazně ovlivněn průmyslovou minulostí oblasti, zejména četnými odvaly, poklesy apod.

Reliéf města je poměrně členitý, město bylo vystavěno okolo přirozené terénní brázdy, přes kterou jsou vedeny hlavní stavby dopravní infrastruktury města a kde se nachází také městská čistírna odpadních vod. Nejvyšším bodem města je vrchol Bludovického kopce (347 m. n. m.), nejnižším naopak bod na západním okraji, ve kterém řeka Lučina opouští katastrální území města (239 m. n. m.).

Katastr nemovitostí dále uvádí, že z celkové plošné výměry města je zhruba 703,7 ha (tedy cca 21,52 %) vedených jako orná půda. Z toho je pouze asi 5,0 ha (tedy cca 0,71 %) na plochách se sklonem větším než 7 %. Svažitost zemědělsky obhospodařované půdy tak není významným problémem z hlediska nakládání se srážkovými vodami.

Ostatní podmínky

Roční úhrn srážek ve městě se dlouhodobě pohybuje povětšinou mezi 500 a 700 mm. Většina srážkové vody je aktuálně odváděná kanalizací do recipientů. Vyššímu podílu vsakování brání množství zpevněných ploch ve městě, ale také pro vsak nepříliš vhodné podloží, do kterého lokálně vystupují jílovité a skalní horniny bez zvětralinového pokryvu, případně se jedná o sprašové sedimenty.

Tab. 4. 7. Procentuální zastoupení druhů pozemků v jednotlivých katastrálních územích – vlastní zpracování na podkladu dat Českého úřadu zeměměřičského a katastrálního

Druh pozemku	Procentuální zastoupení druhů pozemků v jednotlivých katastrálních územích [%]						
	Bludovice	Dolní Datyně	Dolní Suchá	Haviřov-město	Prostřední Suchá	Šumbark	Haviřov celkem
Orná půda	18,75	50,27	27,50	12,05	26,17	13,77	21,52
Zahrada	18,47	16,85	10,77	8,32	11,19	9,65	12,88
Ovocný sad	7,69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,24
Trvalý travní porost	6,72	10,46	2,13	7,40	2,44	1,78	5,11
Lesní pozemek	16,72	8,74	11,07	5,52	9,35	17,49	11,89
Vodní plocha - přírodní nádrž	0,00	0,04	0,14	0,00	0,00	0,34	0,06
Vodní plocha - umělá nádrž	0,01	0,00	7,92	0,03	4,95	0,00	2,01
Vodní plocha - přirozený tok	0,63	2,25	1,36	1,05	0,02	0,12	0,75
Vodní plocha - umělý tok	0,00	0,01	0,00	0,01	0,04	0,00	0,01
Vodní plocha - zamokřená plocha	0,02	0,26	0,39	0,66	1,10	0,39	0,46
Zastavěná plocha a nádvoří	8,53	3,92	3,71	9,57	7,56	10,78	7,85
Ostatní plocha - dráha	0,00	0,00	1,52	2,56	3,27	1,18	1,47
Ostatní plocha - jiná plocha	4,72	1,15	7,26	9,00	11,47	9,92	7,55
Ostatní plocha - manipulační plocha	0,45	0,86	6,11	0,72	1,38	0,77	1,51
Ostatní plocha - neplodná půda	0,57	0,56	8,79	2,30	8,21	2,16	3,64
Ostatní plocha - ostatní dopravní plocha	0,02	0,00	0,00	0,04	0,03	0,08	0,03
Ostatní plocha - ostatní komunikace	6,79	3,91	5,17	13,24	6,05	12,63	8,22
Ostatní plocha - pohřebiště	0,14	0,00	0,00	0,02	0,34	0,33	0,15
Ostatní plocha - silnice	1,89	0,00	3,37	2,22	2,49	0,72	2,00
Ostatní plocha - sportovní a rekreační plocha	0,82	0,66	0,65	3,69	0,87	3,13	1,65
Ostatní plocha - zamokřená plocha	0,02	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,01
Ostatní plocha - zeleň	7,04	0,04	2,15	21,57	3,07	14,75	8,98

V Haviřově stejně jako v celém regionu v minulosti probíhala intenzivní hornická a průmyslová činnost. Dle územně analytických podkladů města je na území města Haviřova cca 970,1 ha (asi 30,2 %) území poddolováno a zhruba 18,2 ha (tedy cca 0,6 %) je evidováno jako sesuvná území. Těžební činnost však byla před několika lety ukončena a důlní vlivy je možno označit za téměř či zcela doznělé.

Celková výměra lesních pozemků je na území města dlouhodobě okolo 381 ha, což představuje asi 11,9% rozlohy města. Lesy jsou fragmentovány do menších celků. Plošně největší les se rozkládá okolo severní a východní části městské části Podlesí. Celkový přehled o jednotlivých typech území v jednotlivých katastrálních územích města uvádí Tab. 4. 7. Údaje uvedené v Tab. 4. 7. prakticky potvrzují fakta vyplývající ze základní charakteristiky jednotlivých městských částí uvedené výše. Největší podíl ploch umožňující přirozený vsak srážkových vod je v okrajových městských částech, kde převládá individuální zástavba, často rozptýlená (k. ú. Dolní Datyně, Dolní Suchá a Prostřední

Suchá). Problematiku likvidace srážkových vod je tak zde potřeba řešit spíše okrajově. Naopak největší podíl zpevněných ploch, kde přirozený vsak není možný, vykazují hustě urbanizované části (k. ú. Bludovice, Havířov-město a Šumbark).

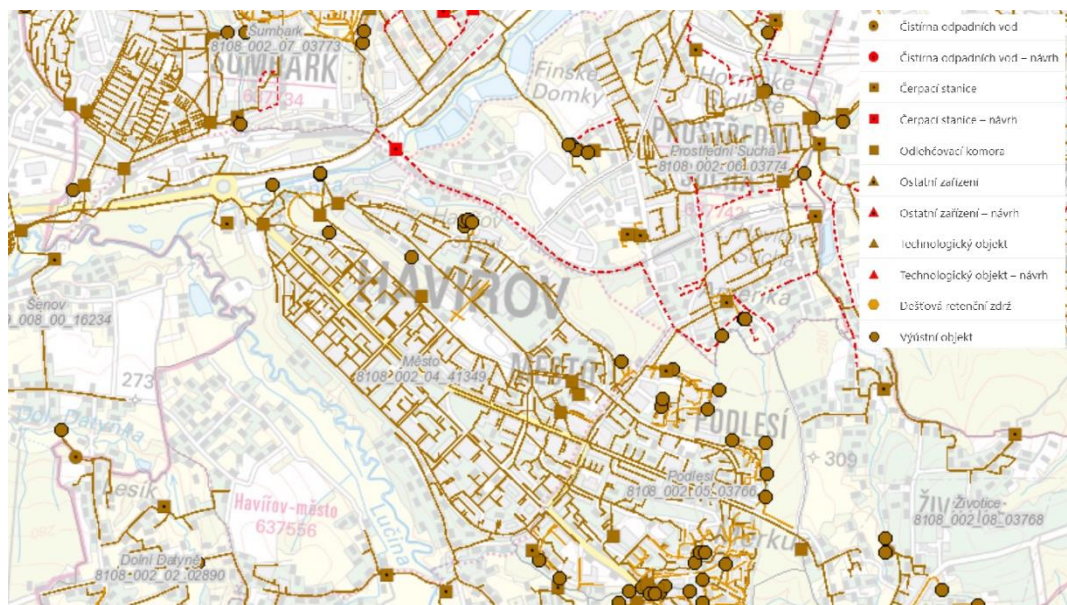
4. 2. 4. Zásobování vodou a odkanalizování

Město Havířov je zásobováno vodou z Ostravského oblastního vodovodu. Vodovodní síť je v dobrém technickém stavu, pouze některá výše položená místa ve městě se potýkají s mírně nižším tlakem. Kvalita vody bez problémů odpovídá vodě pitné. Dle územně analytických podkladů města je délka vodovodní sítě v Havířově 198 km a je na ni napojeno 99 % obyvatel města (údaj z roku 2020). Správcem vodovodu na území města je společnost Severomoravské vodárny a kanalizace a.s.

Kanalizační síť byla ve městě budována postupně, jednotlivé stoky jsou tak z různých materiálů. Poslední významné rozšíření proběhlo v roce 2013, dále jsou budovány další dílčí úseky. Sklonové poměry ve městě jsou převážně dobré, terén je poměrně členitý, a tak je většina kanalizační sítě vybudovaná jako gravitační. Splaškové vody jsou vedeny na centrální čistírnu odpadních vod.

Srážkové vody jsou odváděny jednotnou kanalizací s místně lokalizovanými odlehčovacími komorami, případně jsou svedeny do příkopů, struh a propustků. Ve městě je pouze několik dílčích úseků samostatné dešťové kanalizace, tyto jsou zaústěny přímo do recipientů. Celková délka kanalizační sítě, mimo dešťovou kanalizaci, je dle územně analytických podkladů 215,6 km (údaj z roku 2020). Na území Havířova se počítá s dalším dobudováním kanalizační sítě zejména v okrajových částech města a tam, kde jsou dle územního plánu vymezeny plochy pro novou výstavbu. Rychlost výstavby však záleží mj. také na tom, jak bude město úspěšné v získávání finančních prostředků z dotací.

Na území města je i několik průmyslových podniků. Tyto mají zásobování vodou a odkanalizování řešeno individuálně, předpokládá se, že část odpadních vod je v jejich případě využívána k technologickým účelům. Základní přehled o trasování kanalizace ve městě může dát mapový portál rozvoje vodovodů a kanalizací Moravskoslezského kraje – viz Obr. 4. 9.



Obr. 4. 9. Schématické trasování kanalizačních stok na území města – převzato z PRVKÚK Moravskoslezského kraje

Realizované projekty zaměřené na hospodaření se srážkovými vodami

V posledních několika letech vzniklo na území Havířova několik projektů, jejichž součástí bylo podrobné řešení nakládání se srážkovými vodami. Je zřejmé, že si město uvědomuje problém celkové změny klimatu a s tím související potřeby zadržování vody v krajině. Na druhou stranu je potřeba konstatovat, že geologické podloží není na většině města pro vsak vhodné, což mj. brání širšímu využití pokročilých technologií. V následujícím přehledu je uvedeno několik investičních akcí na území města z posledních několika let, jejichž součástí bylo podrobnější řešení nakládání se srážkovými vodami.

- V roce 2018 začala výstavba nádrže na dešťovou vodu v areálu místního fotbalového hřiště. To bylo původně zavlažováno ze starého potrubí, které dříve zásobovalo vodou nedaleké důlní provozy, avšak jeho provoz byl zastaven a provozovatelé hřiště by byli nuceni využívat pro zavlažování vodu z běžného vodovodního řádu. Město se tedy rozhodlo vybudovat podzemní jímku, do které jsou sváděny srážkové vody ze střech tribun a dalších zpevněných ploch, součástí jsou i čerpací vrty, které mají vydatnost okolo 20 m³ vody denně. Takto získaná voda zcela pokrývá potřebu zavlažování.

- V městské části Šumbark na ulici Moravská byla vybudována podzemní zádržná jímka o objemu 120 m³, přebytky jsou vsakovány. Zadržaná voda je využívána technickými službami města např. k čištění komunikací, proplachování kanalizací či zalévání zeleně.
- V roce 2021 bylo na ulici Majakovského rekonstruováno parkoviště, součástí investice byla i instalace podzemní retenční nádrže s objemem cca 35 m³, která zachytává vodu zejména při přívalových srážkách. Ta je pak následně postupně vsakována přes 10 m hluboký vrt.
- Rovněž v roce 2021 byla dokončena výstavba nového parkoviště před letním kinem. Zde jsou využity propustnější zpevněné vrstvy, část vody se tak vsákne přirozeně, zbytek je odveden do dešťové kanalizace, která je zaústěná do vsakovací rýhy.
- V roce 2022 byla dokončena výstavba nového parkoviště pro cca 70 automobilů v areálu bývalé základní školy na ulici Mánesova. Celá plocha má být odvodněna do dešťové kanalizace, která bude zaústěna do retenční nádrže.

4. 3. Statutární město Karviná

Karviná je statutárním městem v Moravskoslezském kraji o rozloze 57,48 km². Nachází se na severovýchodě České republiky a svou východní částí tvoří hranici s Polskem, přičemž tato hranice částečně probíhá významným vodním tokem Olše. Dle statistických údajů zde žije 52 450 obyvatel. Území statutárního města se člení do šesti katastrálních území, kterými jsou Karviná – město, Ráj, Darkov, Karviná – Doly, Louky nad Olší a Staré Město u Karviné.

Město Karviná je tradičním hornickým městem, které v minulosti muselo čelit extrémním vlivům poddolování, kvůli kterému zanikla stará Karviná. Pozůstatkem po této části města je kostel sv. Petra z Alkantary v části města Karviná-Doly. V důsledku poddolování, zejména částech Doly a Louky nad Olší, došlo v období posledního půlstoletí k výrazným poklesům a vzniku nových terénních nerovností.

Hospodaření s dešťovou vodou je pro město jednou z priorit, nicméně nejvíce se nakládáním se srážkovými vodami zabývají jednotlivci při výstavbě rodinných domů v části města Ráj. Kanalizační síť je nejrozšířenější v oblastech hromadného bydlení a v navazujících ulicích individuálního bydlení v rodinných domech. Síť kanalizačních řadů se neustále rozrůstá, nicméně okrajové části města zpravidla k ní nemají přístup. Obecně je kanalizační systém jednotný, v nových rozvojových a developersky atraktivních oblastech vznikají i oddílné kanalizace.

4. 3. 1. Základní demografické údaje

K lednu 2023 je v Karviné evidováno 52 450 obyvatel. Nejvyšší počet obyvatel byl zaznamenán v době vrcholu těžebního průmyslu. S úpadkem těžby a s tím spojeným uzavíráním dolů, postupně dochází k poklesu počtu obyvatel. I přes tuto nepříznivou situaci se zástupci města, různé organizace a společnosti zaslouhují o vytvoření živého a atraktivního města pro život. V posledních letech se z Karviné stává kulturní, univerzitní a lázeňské město, ve kterém je podporována zejména individuální výstavba rodinných domů.

Celkově lze tedy konstatovat, že i přes klesající počet obyvatel se zastavěné území města zvětšuje, pouze dochází ke snižování průměrného počtu obyvatel jedné domácnosti. Lze očekávat, že tento trend bude přetrvávat i v budoucnu. V této souvislosti je navíc nezbytné ještě zdůraznit, že značná část bytového fondu v Karviné je ve vlastnictví společnosti Heimstaden (dříve Residomo, ještě dříve RPG Byty), která si své byty ponechává

ve vlastnictví a zpravidla je neprodává. Tato skutečnost zcela jistě ovlivňuje prostředí realitního trhu Karviné.

Tab. 4. 8. Základní statistický přehled o skladbě bytového fondu Karviné – vlastní zpracování na podkladu dat Českého statistického úřadu

	Počet obydlých domů	Počet obydlých bytů	Počet obydlých bytů v rodinných domech	Počet obydlých bytů v bytových domech	Počet obydlých bytů - ostatní
Doly	7	12	7	5	-
Fryštát	340	626	351	194	81
Hranice	423	3681	310	3352	19
Lázně Darkov	85	99	97	-	2
Louky	125	144	134	8	2
Mizerov	746	5214	496	4706	12
Nové Město	685	6314	101	6149	64
Ráj	1233	7180	873	6017	290
Staré Město	205	228	226	-	2
	3849	23498	2595	20430	472

Tab. 4. 8. a Tab. 4. 9. představují základní informace o struktuře bytového fondu na území města Karviné. Z celkového počtu bytů připadá 11 % na rodinné domy a 87 % na bytové domy. Z Tab. 4. 8. vyplývá, že meziroční nárůst počtu nových dokončených bytů je prakticky konstantní, největší nárůst byl v letech 2016-2017. Tento výkyv v počtu nových bytových domů je možné vysvětlit skutečností, že v minulých letech byla podporována výstavba rodinných domů na území města Karviná jednorázovým finančním příspěvkem na realizovaný rodinný dům. Podpora individuální rodinného bydlení byla nutná zejména v důsledku masivní suburbanizace, kdy občané města se stěhovali do přilehlých obcí a došlo tak k rapidnímu poklesu počtu obyvatel. S ohledem na skutečnost, že bytové domy se na území města prakticky nerealizují, údaje z Tab. 4. 9. přibližně odpovídají počtu nově realizovaných staveb rodinných domů.

Tab. 4. 9. Počet dokončených bytů v Karviné v letech 2008–2021 – vlastní zpracování na podkladu dat Českého statistického úřadu

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Počet dokončených bytů	15	15	8	73	35	24	31	23	64	67	32	41	31	38

4. 3. 2. Charakteristika města

Z historického hlediska je Karviná průmyslovým městem díky vysoce intenzivní těžbě černého uhlí. Krajina, především v katastrálním území Louky nad Olší a Karviná – Doly, byla výrazně pozměněna právě v důsledku intenzivní těžby. V těchto dvou zmíněných katastrálních územích byla potlačena funkce bydlení a občanské vybavenosti. V současné době prochází poškozené území obnovou díky četným rekultivačním a asanačním zásahům. V současné době je těžba černého uhlí na ústupu, dochází k rozvoji lehkého průmyslu a služeb. V katastrálních územích Ráj a Karviná – město vzniká velké množství ploch s funkčním využitím pro bydlení, rekreaci a občanskou vybavenost.

Tab. 4. 10. Procentuální zastoupení druhů pozemků v jednotlivých katastrálních územích – vlastní zpracování na podkladu dat Českého úřadu zeměměřičského a katastrálního

Druh pozemku	Procentuální zastoupení druhů pozemků v jednotlivých katastrálních územích [%]					
	Karviná-město	Karviná-Doly	Ráj	Darkov	Louky nad Olší	Staré Město u Karviné
Orná půda	14,05	6,81	15,58	17,65	15,68	26,30
Zahrada	7,06	3,55	14,22	9,68	3,26	6,22
Ovocný sad	-	0,30	-	-	-	0,03
Trvalý travní porost	0,62	1,98	6,88	1,94	3,26	7,62
Lesní pozemek	2,74	18,82	30,08	16,83	29,57	2,99
Vodní plocha – nádrž přírodní	1,23	0,05	0,04	-	-	-
Vodní plocha – nádrž umělá	0,11	0,13	0,03	6,36	0,15	9,17
Vodní plocha - rybník	-	-	0,06	-	4,07	14,33
Vodní plocha – tok přirozený	2,09	0,58	2,27	3,37	1,48	2,48
Vodní plocha – tok umělý	-	-	0,003	-	-	0,002
Vodní plocha – zamokřená plocha	0,07	9,05	0,85	9,21	0,50	0,69
Zastavěná plocha a nádvoří	16,26	1,83	6,17	2,41	0,81	3,24
Ostatní plocha – dobývací prostor	-	22,82	-	0,05	0,30	0,02
Ostatní plocha – dráha	1,17	2,06	-	1,56	3,27	1,15
Ostatní plocha – jiná plocha	5,57	13,71	3,37	15,67	19,04	10,79
Ostatní plocha – kulturní a osvětová plocha	-	-	-	-	-	0,01
Ostatní plocha – manipulační plocha	4,54	7,64	2,14	0,86	1,84	1,62
Ostatní plocha – mez, stráž	-	-	0,05	-	-	-
Ostatní plocha – neplodná půda	2,67	2,66	2,11	2,19	5,42	8,14
Ostatní plocha – ostatní dopravní plocha	0,11	-	0,03	-	0,02	0,07
Ostatní plocha – ostatní komunikace	12,56	3,10	6,11	3,27	2,96	3,97
Ostatní plocha – pohřebiště	0,43	0,28	0,71	-	0,08	-
Ostatní plocha – silnice	3,64	2,86	1,02	2,80	2,48	0,72
Ostatní plocha – skládka	-	0,02	-	-	0,005	-
Ostatní plocha – sportovní a rekreační plocha	2,86	0,05	1,56	0,15	0,16	0,07
Ostatní plocha - zeleň	22,22	1,69	6,73	5,99	5,67	0,36

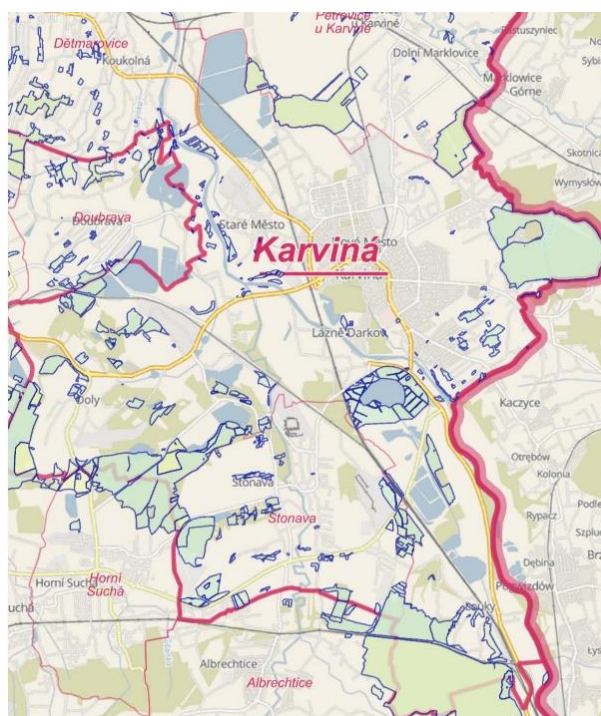
Karviná se dělí na následující části města:

- Fryštát (k.ú. Karviná-město) – v této části se nachází centrum města, s vysokým podílem zpevněných nepropustných ploch. Zeleň je koncentrována v parku Boženy Němcové, parku Bedřicha Smetany a Univerzitním parku. Severní hranice je tvořena ulicí Bohumínská a ulicí tř. 17. listopadu, jižní část je tvořena z části řekou Olší a parkem Boženy Němcové a Bedřicha Smetany. Nachází se zde převážně stavby rodinných domů, bytových domů a občanské vybavenosti (univerzita, železniční a autobusové nádraží, obchodní centrum, úřady, aj.).
- Lázně Darkov (k.ú. Darkov) – severní část je tvořena lázeňským areálem a typickou lázeňskou zástavbou rodinnými domy podél ulice Lázeňská. K léčebným účelům je zde využívána jodobromová voda. V západní části se nachází golfové hřiště a pomocný závod dolu Darkov. Významným rekreačním centrem je zejména vodní plocha označována jako Karvinské moře. Tato plocha vznikla jako důsledek poddolování a je využívána k rekreačním účelům. Zpevněné plochy nezaujímají velké plochy, většina území je tvořena nezpevněným povrchem. Důvodem jsou důsledky poddolování, kvůli kterým bylo v minulosti nutné mnoho objektů odstranit. Významnou zelenou plochou je Lázeňský park.
- Mizerov (k.ú. Karviná-město) – tato část je charakteristická stavbami bytových domů doplněných občanskou vybaveností s ojedinělými stavbami rodinných domů. Zeleň je koncentrována do lesoparku Dubina a Černého lesa.
- Hranice (k.ú. Karviná-město) - tato část je z hlediska zástavby různorodá. V jihozápadní části se nacházejí výhradně stavby bytových domů a občanské vybavenosti. Podél ulice Mickiewiczova je koncentrovaná pouze zástavba rodinnými domy. Zeleň je koncentrována do lesního pozemku podél ulice Mickiewiczova.
- Ráj (k.ú. Ráj) – tato část je z hlediska zástavby různorodá. V severozápadní části se nacházejí výhradně stavby bytových domů a občanské vybavenosti. Podél ulic Borovského, U Farmy a Polská je koncentrovaná pouze zástavba rodinnými domy. Z důvodu velkých terénních rozdílů je zde vysoký podíl zeleně (lesopark Bažantnice).
- Doly (k.ú. Karviná-Doly) – nejhůře postižená oblast v důsledku intenzivní těžby černého uhlí. Téměř všechny stavby, které se zde před půlstoletím ještě nacházely,

byly odstraněny; zachován byl pouze kostel sv. Petra z Alkantary, hřbitov a těžební objekty, které byly v minulých letech postupně uzavírány. Území je postupně rekultivováno a vznikají vizionářské projekty, které si kladou za cíl znovuoživit toto území. Plocha katastru tedy kromě důlních pozemků zahrnuje převážně zelené plochy.

- Louky (k.ú. Louky nad Olší) – další území, které bylo v minulosti postiženo intenzivní důlní činností, kdy v důsledku poddolování musela být značná část staveb odstraněna a byla zachována pouze ojedinelá zástavba rodinnými domy v méně zasažených oblastech. V oblastech mimo účinky poddolování v posledních letech posílila výstavba rodinných domů. Plocha katastru tedy kromě důlních pozemků zahrnuje převážně zelené plochy, která je v jižní části doplněná zástavbou.

Z Tab. 4. 10. je patrné, že nejvyšší podíl zelených ploch je v katastrálních územích Ráj, Darkov a Louky nad Olší, největší podíl vodních ploch je v katastrálních územích Darkova a Staré Město u Karviné. Nejvíce zastavěných ploch je evidováno v katastrálním území Karviná-město. Vysoký podíl lesních pozemků je zaznamenán v katastrálním území Ráj.



Obr. 4. 10. Vymezení lesních ploch na území statutárního města Karviná – převzato z Územně analytických podkladů ORP Karviná

Lesy tvoří přibližně 17% celkové plochy území města. Zpravidla se jedná o značně fragmentované plochy nacházející se zejména podél vodních toků a vodních ploch. Z nejvýznamnějších a nejrozsáhlejších lesních porostů lze jmenovat: lesopark Dubina, lesopark Bažantnice, Černý les, Borek, park. Boženy němcové, park Bedřicha Smetany a Lázeňský park.

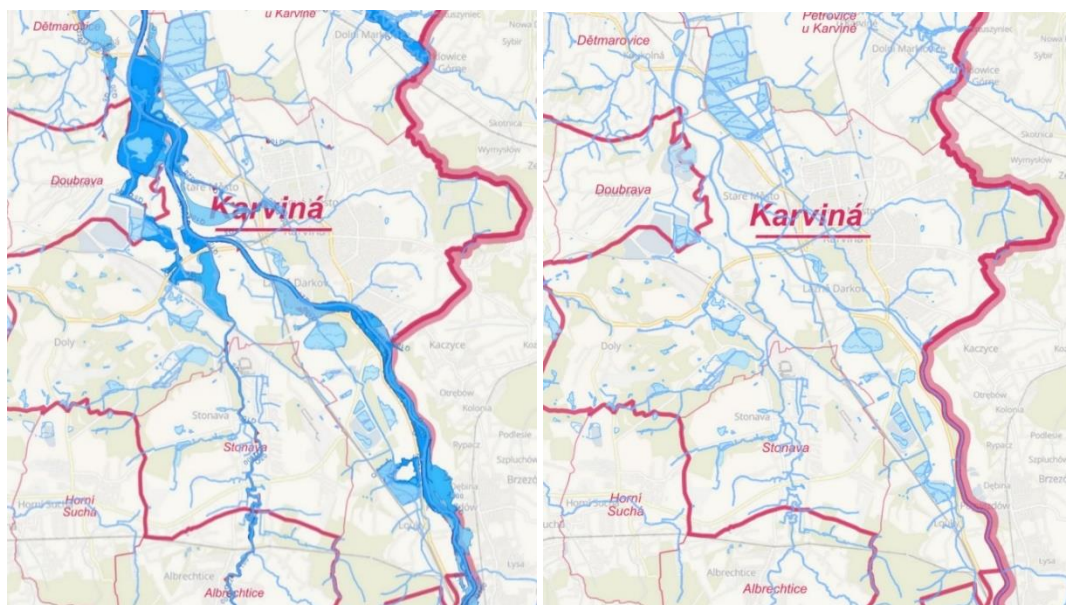
4. 3. 3. Hydrogeologické podmínky

Vodní plochy tvoří významnou část území Karviné. Patří zde nejenom rybníky a vodní toky, ale velký podíl vodních ploch vzniklo jako důsledek důlní činnosti. Patří zde odkaliště, sedimentační a další nádrže. Nejvýznamnější takovouto plochou je tzv. Karvinské moře v části města Lázně Darkov, které je postupně rekultivováno a využíváno k rekreačním účelům regionálního významu. Z uměle vytvořených vodních ploch je významná rybníční soustava Olšinské rybníky v Karviné – Starém Městě, která čítá objem 1 140 000 m³ vody. Do této soustavy jsou řazeny rybníky Panic, Ženich, Šafář, Sirotek, Vdovec, Olšový rybník, Dubový rybník, Lipový rybník, Mělčina, Čerpák a Větrov. Oblast v okolí Olšového, Dubového a Lipového rybníku byla v roce 2013 zařazena mezi evropsky významné lokality v rámci evropské soustavy chráněných území NATURA 2000.

Významnými vodními toky je řeka Olše a Stonávka, dalšími vodními toky jsou Karvinský potok, Mlýnka v Karviné, Železárenský potok, Bezejmenný potok, Rájecký potok a Larischův příkop.

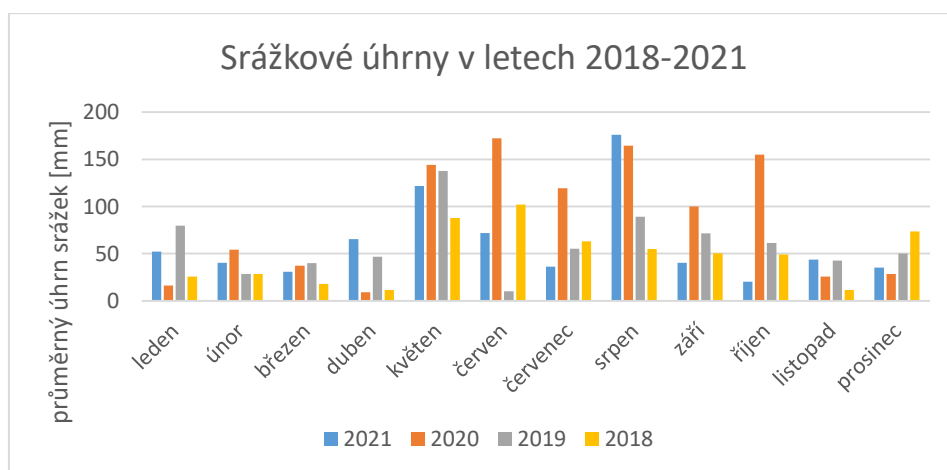
Kromě účinků poddolování se území města potýká s pravidelnými záplavami. Na Obr. 4. 11. je zakreslena aktivní zóna záplavového území a záplavová zóna Q₁₀₀. Nejvíce ohrožená jsou západní část Starého Města, Lázně Darkov jižně od vodního toku Olše až po vodní útvar Karvinské moře, Doly podél ulice Sovinecká. Podél vodního toku Olše byla v minulosti vytvořena protipovodňová hráz, která situaci v oblasti záplav značně zlepšila. Nicméně pro lokality, které nejsou obydlené, případně ty které jsou tvořeny převážně zelení, se jedná o velký limit nového využití.

Zvláštním druhem povodňového ohrožení je tzv. *Území ohrožené zvláštní povodní pod vodním dílem Těrlicko*. Toto území je vymezeno v ploše, kterou by zaplavila voda v případě přetržení hráze vodního díla Těrlicko. Roční úhrn srážek ve městě je dlouhodobě až 800 mm. Většina srážkové vody je aktuálně odváděna kanalizací do recipientů. Vyššímu podílu vsakování brání množství zpevněných ploch ve městě, ale také pro vsak nepříliš vhodné podloží (viz území nevhodné pro vsakování dešťových vod).



Obr. 4. 11. Záplavová území a vodní toky; na levém obrázku mapa záplavových území; na pravém obrázku mapa vodních toků a vodních děl - převzato z Územně analytických podkladů ORP Karviná

Podle údajů zveřejněných na portálu Českého hydrometeorologického ústavu (Graf 4. 3.) jsou na srážky nejbohatší letní měsíce roku, tedy intenzivní srážky se vyskytují zpravidla mezi květnem a říjnem. Rozdělení srážek v průběhu roku je nepravidelné a vyskytují se období bez srážek způsobující vysychání koryt vodních toků, na které často navazuje období přivalových srážek, které způsobují tzv. bleskové záplavy zejména u vodního toku Olše.



Graf 4. 3. Srážkové úhrny v letech 2018-2021 - vlastní zpracování na podkladu dat Českého hydrometeorologického ústavu

V Karviné stejně jako v celém regionu v minulosti probíhala intenzivní hornická a průmyslová činnost. Těžební činnost však byla před několika lety ukončena a důlní vlivy je možno označit za téměř či zcela doznělé.

Celé území města Karviné leží v provincii Západní Karpaty, soustavě Vněkarpatských sníženin, celku i podcelku Ostravské pánve. Z druhů zemin se vyskytují vápnité jíly, písky, štěrky a kvartérní sedimenty jako štěrky, písky a hlíny. Stejně jako v celém regionu je terén města výrazně ovlivněn průmyslovou minulostí oblasti, zejména četnými odvaly, poklesy apod. Reliéf města je poměrně členitý, zejména část města Ráj. Nejvyšším bodem města je vrchol Rájeckého kopce (305 m. n. m.).



Obr. 4. 12. Vyznačení sesuvných území v katastrálním území Ráj - převzato z Územně analytických podkladů ORP Karviná

V katastrálním území Ráj mezi ulicí Rájecká a vodním tokem Olše je evidováno aktivní sesuvné území, další aktivní sesuvné území, které se již v minulosti projevilo, je vymezeno podél ulice Podlesí. Další sesuvná území – aktivní či potenciaální, jsou vymezená i v ostatních katastrálních územích statutárního města Karviná. Jedná se o plošná či lokální území, které například v katastrálních územích Karviná – Doly, Staré Město u Karviné a Louky nad Olší přímo souvisejí s intenzivní těžbou černého uhlí.

Podmínky pro nakládání se srážkovými vodami

Statutární město Karviná se problematikou nakládání s dešťovými vodami zabývá především v *Územním plánu Karviná* a v *Adaptační strategii na změnu klimatu statutárního města Karviná*.

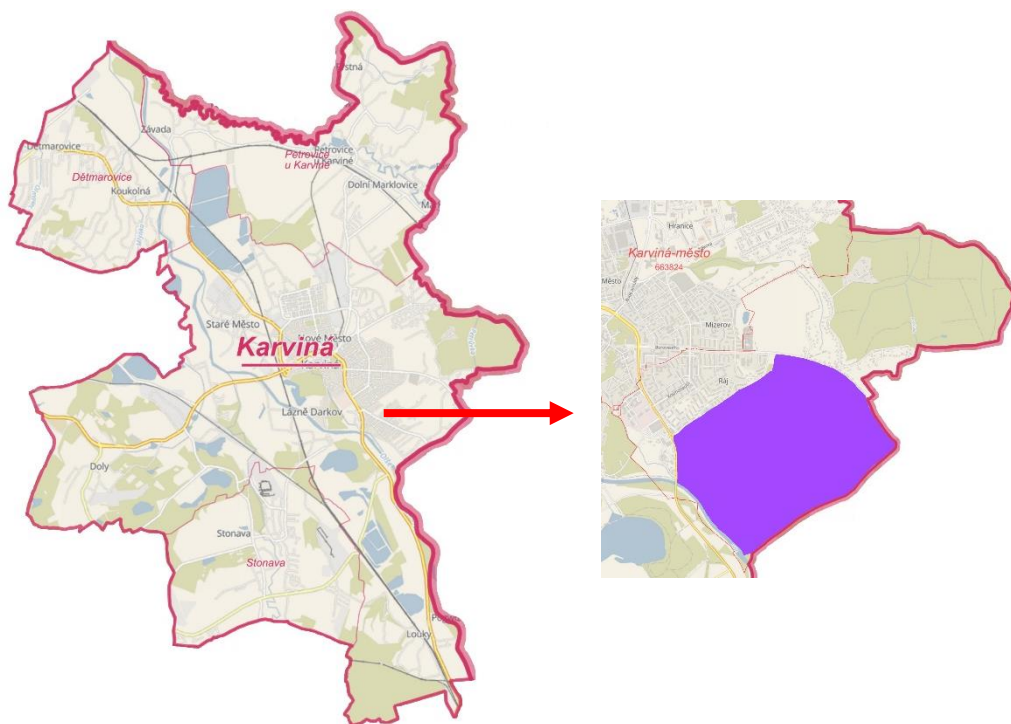
V textové části územního plánu je mimo jiné řešena koncepce snižování ohrožení území živelnými pohromami. Do této koncepce jsou zahrnuty např. oblasti: respektování stávajících ploch vodních a vodohospodářských; návrh ploch pro zadržení dešťových vod; protipovodňová ochrana; území nevhodné k zasakování dešťových vod; území určené k rozlivu (v textové části územního plánu jsou stanoveny podmínky pro umístování staveb zasahujících do těchto oblastí).

Identif.	záměr	odůvodnění
X1	poldr u sídliště Hranice – ulice Čsl. armády	umístění bylo navrženo v ploše k tomuto účelu nejvhodnější - v údolnici vodního toku a v poloze, která umožní zachycení dešťových vod z navazujících rozvojových lokalit pro bydlení Z267, Z136, Z1, Z51, Z52, Z53, částečně Z270, Z129, Z130 včetně veřejných prostranství a pro retardaci odtoku dešťových vod
X2	poldr v povodí bezejmenného vodního toku – ulice Nad Dubinou	umístění bylo navrženo na bezejmenném vodním toku do plochy ZO z hlediska konfigurace terénu v návaznosti na uvažovaný rozvoj bydlení pro zachycení dešťových vod – plochy Z35b, Z23, Z20, Z13, Z15, Z10, Z9, Z8, částečně Z34 včetně veřejných prostranství, společně s poldry X4, X3 a X7 vytváří kaskádu pro retardaci odtoku dešťových vod
X3	poldr v povodí bezejmenného vodního toku – lesopark Dubina	umístění bylo navrženo na přirozené svodnici z hlediska konfigurace terénu v návaznosti na uvažovaný rozvoj bydlení pro zachycení dešťových vod – plochy Z3, Z36, částečně Z34 včetně veřejných prostranství, společně s poldry X2, X4 a X7 vytváří kaskádu pro retardaci odtoku dešťových vod
X4	poldr v povodí bezejmenného vodního toku – lesopark Dubina	umístění bylo navrženo na bezejmenném vodním toku pro zachycení dešťových vod jako součást navržené soustavy poldrů X2 a X3 a X7 pro retardaci odtoku dešťových vod
X6	dešťová zdrž – ulice Rudé armády	byla respektována podrobnější dokumentace – Generel kanalizace města Karviná
X7	poldr v povodí bezejmenného vodního toku – lesopark Dubina	umístění bylo navrženo na bezejmenném vodním toku pro zachycení dešťových vod jako součást navržené soustavy poldrů X2 a X3 a X4 pro retardaci odtoku dešťových vod
X8	poldr v povodí Rájeckého potoka – lesopark Bažantnice	umístění bylo navrženo na Rájeckém potoce pro retardaci odtoku dešťových vod
X9	poldr v povodí Rájeckého potoka – ulice U Farmy	byla respektována podrobnější dokumentace – Obytná zóna Ráj, plocha byla navržena pro zachycení dešťových vod – plochy Z91, Z90, Z88, Z103a, Z103b, Z104 včetně veřejných prostranství a pro retardaci odtoku dešťových vod
X10	dešťová zdrž v povodí Rájeckého potoka – obytná zóna Ráj	byla respektována podrobnější dokumentace – Obytná zóna Ráj, plocha byla navržena pro zachycení dešťových vod – plochy Z91, Z90, Z88, včetně veřejných prostranství a pro retardaci odtoku dešťových vod
X11	dešťová zdrž v povodí Rájeckého potoka – obytná zóna Ráj	byla respektována podrobnější dokumentace – Obytná zóna Ráj, plocha byla navržena pro zachycení dešťových vod
X12	dešťová zdrž - Kubiszova	byla respektována podrobnější dokumentace – Generel kanalizace města Karviná

Obr. 4. 13. Přehled vymezených záměrů na realizaci poldrů a dešťových zdrží – převzato z : textové části odůvodnění Územního plánu Karviné

V územním plánu jsou identifikovány záměry na realizaci poldrů a dešťových zdrží, označovány X1 až X12 (viz Obr. 4. 13.), které byly územním plánem vymezeny v místech terénních nerovností, tedy zejména v terénně nejrozmanitější části města – Karviná-Ráj.

Územním plánem je vymezeno území nevhodné pro zasakování dešťových vod. Toto území je vymezeno tř. 17. listopadu, ulicí Ciolkovského, ul. Borovského, státní hranicí s Polskem a údolní nivou toku Olše. Vymezení tohoto území předcházelo posouzení hydrogeologických poměrů pro realizaci stavebních záměrů v lokalitě Rájecký kopec. Tato lokalita je charakteristická svahovou nestabilitou, zhoršenými základovými podmínkami a geologickou strukturou neumožňující zasakování srážkových vod do svrchních vrstev podloží. Další hydrogeologické posouzení bylo zpracováno pro lokalitu Za Farmou se závěrem, že geologická struktura neumožňující zasakování srážkových vod do svrchních vrstev podloží, a proto je utrácení srážkových vod nutné řešit pomocí vsakovacích soustav zahrnující vsakovací studně, šachty, apod.



Obr. 4. 14. Vyznačení území nevhodného pro zasakování dešťových vod v katastrálním území Ráj - vlastní zpracování

Z tohoto důvodu byly pro vymezené území (viz. Obr. 4. 14.) stanoveny podmínky využití území, které jsou součástí textové části ÚP. Ze stěžejních podmínek lze jmenovat možnost

realizace samostatně stojící rodinné domy, realizovat oddílnou kanalizaci, návrh odvádění srážkových vod musí být v souladu s hydrogeologickým posouzením, nepřipustná je domovní čistírna odpadních vod s vyústěním do vsaku.

Problematika nakládání se srážkovými vodami je v územním plánu také zmiňována v rámci *Koncepce odkanalizování* a *Koncepce snižování ohrožení území živelnými pohromami*.

V těchto koncepcích je důraz kladen na respektování legislativních požadavků pro hospodaření se srážkovými vodami. Ve vymezeném území navrhopvat pouze taková opatření, která jsou podmíněna zpracováním hydrogeologického posudku. Všechny způsoby hospodaření s dešťovou vodou nesmí zrychlit množství odvádění srážkových vod do vodních toků a kanalizace. Odkanalizování zastavitelných ploch a ploch přestavby řešit oddílnou kanalizací. V zastavěném území, zastavitelných plochách a plochách přestavby – řešit hospodaření s dešťovými vodami dle platné legislativy. Srážkové vody z nových staveb nesmí být odváděny do stávající splaškové kanalizace. V území nevhodném pro zasakování dešťových vod byly územním plánem vymezeny koridory pro dešťovou kanalizaci (tj. koridor KT24, KT25, KT26 a KT32) se zaústěním do koridorů pro revitalizaci vodních toků – ozn. Y, ploch pro zadržení dešťových vod – ozn. X a vodních toků.

4. 3. 4. Zásobování vodou a odkanalizování území

Zastavěné území města je zásobováno rozvinutou vodovodní sítí pro zásobování obyvatel pitnou vodou. Téměř 100% obyvatel je zásobováno pitnou vodou. Ostatní území (obyvatelé) odebírají pitnou vodu prostřednictvím studny individuálního zásobování vodou z hlubinných vrtů. Vodovodní síť je napojena na nadregionální vodárenskou soustavu – Ostravský oblastní vodovod. Do spotřební sítě je pitná voda dopravována prostřednictvím vodojemů Karviná – Podlesí a Ráj. Do Karviné je pitná voda přiváděna Kružberským přivaděčem a Beskydským přivaděčem. Vodovodní síť města je rozdělena na tři tlaková pásma:

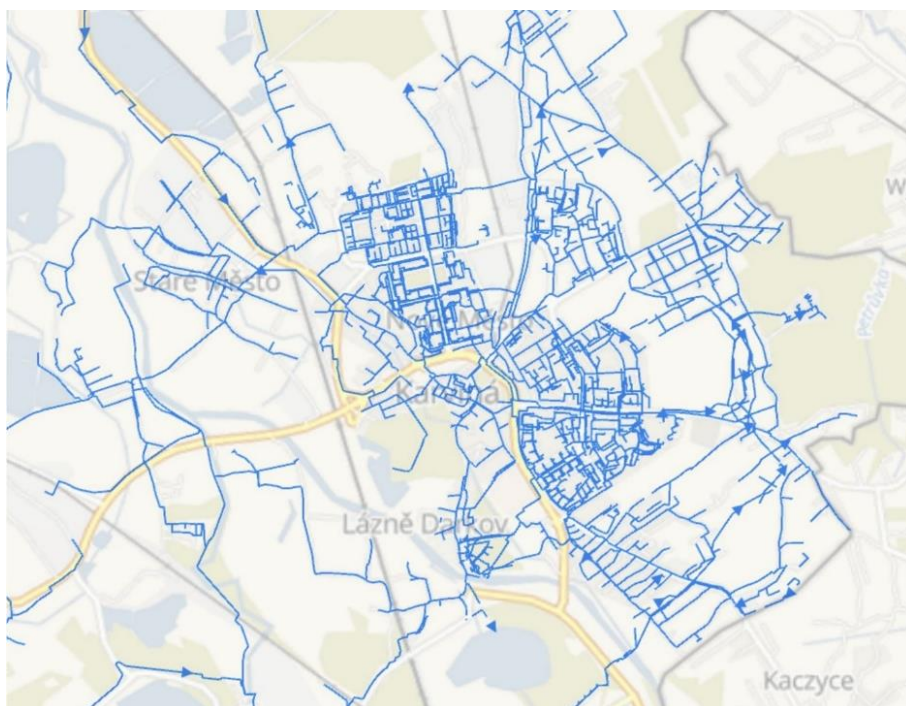
- Hlavní tlakové pásmo - vodojem Podlesí – zásobuje část Hranice a Ráj prostřednictvím řadu DN 700-800 a část Mizerov prostřednictvím řadu DN 400;
- Střední tlakové pásmo – vodojem Ráj - řadem DN800/700 je zásobována centrální část města;

- Dolní tlakové pásmo - vodojem Doubrava - řadem DN800 je zásobována západní část města, rozvodná síť DN 80 a DN 100 z litiny a částečně PVC.

Část města Louky nad Olší je zásobována z vodojemu nacházejícím se ve Stonavě prostřednictvím řadu DN 150 a část města Doly je zásobována z vodojemu Životice prostřednictvím řadu DN 400-300, rozvodná síť ocelová DN 80 až DN 250.

Kromě rozvodu pitné vody jsou vedeny rozvody užitkové vody ve vlastnictví OKD a.s., které jsou trasovány převážně směrem k dolům Darkov a ČSA. Z nejčastěji využitých materiálu potrubí je ocel, PVC a litina. Správcem vodovodů je zejména společnost SmVaK Ostrava a.s., vlastníkem většiny vodovodních řadů je statutární město Karviná, SmVaK Ostrava a.s., a následně soukromí vlastníci.

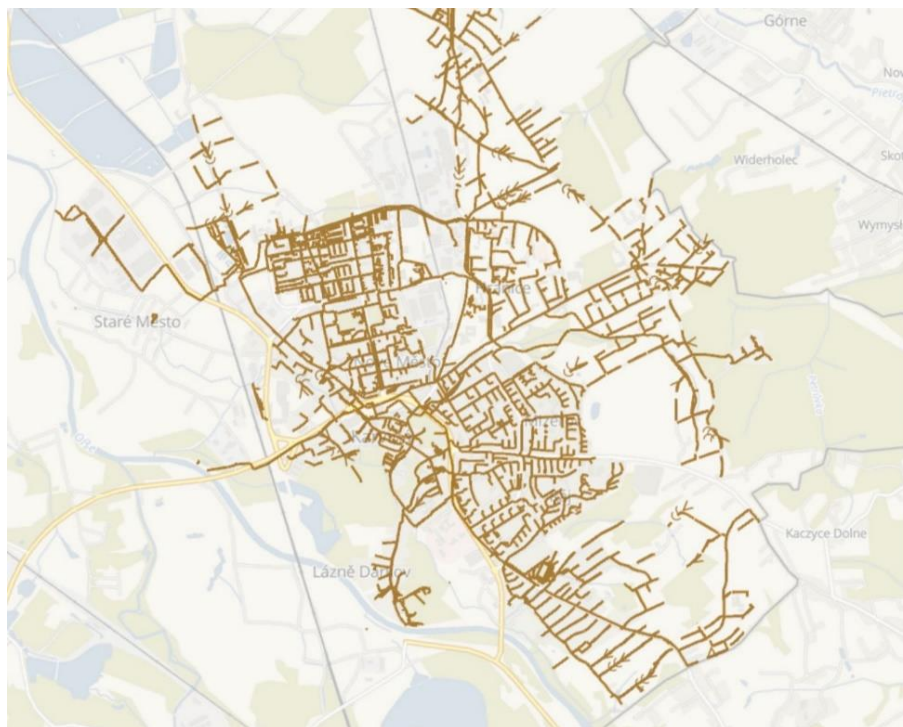
Kvalita vodovodní sítě se odvíjí na její poloze. Nejzranitelnější jsou potrubní sítě nacházející se v poddolovaných oblastech, tj. částech města Doly, Darkov a Louky nad Olší, kde mohou být zaznamenány takové změny v terénu, které mohou poškodit trubní vedení.



Obr. 4. 15. Schématický přehled zásobování pitnou vodou na území statutárního města Karviné - převzato z Územně analytických podkladů ORP Karviná

Kanalizační síť je neustále rozvíjena, ale i přesto mnoho částí zastavěného území nemá přístup ke kanalizačnímu řadu. V takovém případě občané a společnosti volí ukládání

splaškových vod do bezodtokové jámky, případně volí možnost přečištění odpadních vod prostřednictvím (domovní) čistírny odpadních vod, s tím, že v území nevhodném pro zasakování odpadních vod je stavba čistírny odpadních vod nepřijatelná, pokud přečištěné odpadní vody mají být utráceny zasakováním.



Obr. 4. 16. Schématický přehled systému odkanalizování na území statutárního města Karviné - převzato z Územně analytických podkladů ORP Karviná

Většina území města je odkanalizována jednotnou kanalizací. Oddílným systémem zakončeným v ČOV je odkanalizována nová zástavba v k. ú. Staré Město u Karviné. Páteř kanalizačního systému tvoří kmenové stoky, na které jsou napojeny sběrače a jednotlivé stoky z městských částí Nové Město, Fryštát, Lázně Darkov, Hranice, Mizerov a Ráj. Stokovou sítí jsou odpadní vody přiváděny na ústřední ČOV města.

Na území města se nachází oddílná (Lázně Darkov, Staré Město u Karviné, Ráj mezi ulicemi Žižkova Mickiewiczova) i jednotná kanalizační síť. Odpadní vody jsou zejména směřovány do ústřední čistírny odpadních vod, malá čistírna odpadních vod koncentruje splaškové vody z novostaveb rodinných domů mezi ulicemi Žižkova a Mickiewiczova. Stará kanalizační síť je vyústěna do vodního toku Mlýnka a jedním výústním objektem do vodního toku Olše.

Kvalita kanalizační sítě v části města Doly je značně negativně ovlivněna účinky poddolování a v některých místech je silně poškozena. Stoky v této lokalitě zejména odvádějí důlní vody do odkaliště u Karvinského potoka a do usazovacích nádrží Pilňok a Mokroš. V části města Louky nad Olší není kanalizační síť vybudována vůbec a odkanalizování je proto řešeno individuálně. Správcem kanalizace je zejména společnost SmVaK Ostrava a.s., vlastníkem většiny kanalizačních řadů je statutární město Karviná, SmVaK Ostrava a.s., a následně soukromí vlastníci.

Kvalita vodovodní sítě se odvíjí na její poloze. Nejzranitelnější jsou potrubní sítě nacházející se v poddolovaných oblastech, tj. částech města Doly a Darkov, kde mohou být zaznamenány takové změny v terénu, které mohou poškodit trubní vedení.

Srážkové vody jsou zpravidla odváděny do vodotečí, zejména do vodního toku Olše.

4. 4. Statutární město Opava

Město Opava je statutárním městem a nachází se v Moravskoslezském kraji. Významné stavby města jsou např. Slezská univerzita, Slezské divadlo nebo Slezské zemské muzeum. Celková rozloha katastrálního území je 90,61 km² a žije zde 55 512 obyvatel. Z geografického hlediska město Opava leží na stejnojmenné řece Opavě v údolí mezi Nízkým Jeseníkem a Poopavskou nížinou.

Území Opavy je rozděleno na městské centrum a dalších 8 samosprávných městských částí. Centrum není členěno na jednotlivé městské části, avšak eviduje celkem 5 dalších oblastí, které jsou spravovány zastupitelstvem a magistrátem města. Jedná se o tyto evidenční části: Město (k. ú. Opava-Město), Předměstí (k. ú. Opava-Předměstí – bez ZSJ Karlovec), Kateřinky (k. ú. Kateřinky u Opavy), Kylešovice (k. ú. Kylešovice), Jaktař (k.ú. Jaktař)

Okrajové části města jsou spíše venkovského rázu a jsou členěny do následujících městských částí: Komárov (k. ú. Komárov u Opavy – bez ZSJ Komárovské Chaloupky), Malé Hoštice (k. ú. Malé Hoštice), Milostovice (k. ú. Milostovice), Podvihov (k. ú. Podvihov, část k. ú. Komárov u Opavy – ZSJ Komárovské chaloupky), Suché Lazce (k. ú. Suché Lazce) Vávrovice (k. ú. Vávrovice, k. ú. Držkovice, k. ú. Palhanec, ZSJ Karlovec a ZSJ Vávrovická), Vlaštovičky (k.ú. Vlaštovičky, k.ú. Jarkovice), Zlatníky (k.ú. Zlatníky u Opavy).

4. 4. 1. Základní demografické údaje

Město se potýká s postupným úbytkem obyvatel. Statisticky je důvodem zejména pomalá generační výměna, tedy ve sledovaném období bylo více zemřelých než nově narozených.

Tab. 4. 11. Počet dokončených bytů v Opavy v letech 2008–2021 - vlastní zpracování na podkladu dat Českého statistického úřadu

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Počet dokončených bytů	86	147	85	113	140	197	52	118	62	61	86	98	186	287

Tab. 4. 11. a Tab. 4. 12. představují základní informace o struktuře bytového fondu na území města Karviné. Z celkového počtu bytů připadá 76 % na rodinné domy a 22 % na

bytové domy. Zěmto údajům odpovídá skutečnost, že jednotlivé části města jsou tvořeny zástavbami převážně rodinných domů s úzkou vazbou na zemědělskou výrobu. Bytové domy se nacházejí zejména v centru města Opavy. Z Tab. 4. 11. vyplývá, že meziroční nárůst počtu nových dokončených bytů zaznamenal až téměř dvojnásobný nárůst v letech 2020 a 2021.

Tab. 4. 12. Základní statistický přehled o skladbě bytového fondu Opavy – vlastní zpracování na podkladu dat Českého statistického úřadu

	Počet obydlených domů	Počet obydlených rodinných domů	Počet obydlených bytových domů	Počet obydlených domů - ostatní	Počet obydlených bytů	Počet obydlených bytů v rodinných domech	Počet obydlených bytů v bytových domech	Počet obydlených bytů - ostatní
Jaktář	616	584	26	6	910	767	134	9
Kateřinky	1243	977	239	27	6141	1347	4659	135
Komárov	322	297	21	4	519	378	128	13
Komárovské Chaloupky	46	46	-	-	59	59	-	-
Kylešovice	1281	1176	94	11	3111	1489	1608	14
Malé Hoštice	429	420	7	2	602	558	42	2
Město	203	31	143	29	1472	61	1362	49
Milostovice	85	84	1	-	106	102	4	-
Podvihov	160	158	2	-	207	197	10	-
Předměstí	2258	1118	1057	83	10679	1770	8789	120
Pusté Jakartice	15	12	2	1	28	16	11	1
Suché Lazce	281	269	9	3	398	349	46	3
Vávrovice	269	258	11	-	392	338	54	-
Vlaštovičky	105	103	-	2	142	129	-	13
Zlatníky	90	90	-	-	120	120	-	-
	7403	5623	1612	168	24886	7680	16847	359

4. 4. 2. Charakteristika města

Centrální oblast – spravováno zastupitelstvem a magistrátem města

- *Město (k.ú. Opava-Město)*

Část Město se rozkládá na pouhých 0,45 km². Počet obyvatel se blíží ke 3485 osob a jedná se tak o část s největší hustotou osídlení. Centrum města je nejstarší částí Opavy a je proto tvořena především historickou zástavbou. V centru města se nachází řada památkově chráněných objektů. Tato část je charakterizována vysokým podílem zastavěných a zpevněných ploch.

- *Předměstí (k.ú. Opava-Předměstí)*

Opava-Město obklopena z větší části Opava – Předměstí. Rozloha tohoto území činí 10,17 km² s 22449 obyvateli. Svou polohou obklopuje celou část Město. Severní hranice je tvořena vodním tokem Opava. Zástavba je koncentrovaná zejména podél hlavních silničních tras (ul. Těšínská, Olomoucká, Krnovská, Hradecká), která je tvořena jak zástavbou bytových domů, tak zástavbou rodinných dom, které se spíše nacházejí na okraji této části. Okrajové části jsou využívány k zemědělským účelům.

- *Kateřinky (k.ú. Kateřinky u Opavy)*

V severní části města se nachází část Kateřinky s rozlohou 14,49 km² a téměř 12795 obyvateli. Kateřinky navazují na část Předměstí a jejich přirozenou hranici vytváří řeka Opava. V této části se nachází Stříbrné jezero, které je významným rekreačním vodním dílem. Zástavba je koncentrovaná v jižní části území, zbylá část je využívána zemědělským účelům.

- *Kylešovice (k.ú. Kylešovice)*

V jihovýchodní části města přiléhá k části Město Kylešovice. Rozloha Kylešovic je 10,98 km² a žije zde 7 311 obyvatel. Veškerá obytná zástavba se nachází v severní části obce, zejména podél ulice Bílovecká. Kylešovicemi protéká řeka Moravice a středem části prochází Otický příkop, který rozděluje území na jižní a severní část.

- *Jaktař (k.ú. Jaktař)*

Nachází se severozápadně od historického centra Opavy. Rozloha této části je 5,82 km² a počet obyvatel je 2 226. Zástavba je orientována podél ulic Bruntálská a Přemyslovců. Většina území je využívána zemědělským účelům.

Samosprávné městské části Opavy

- *Komárov (k.ú. Komárov u Opavy)*

Na východ od Kylešovic na pravém břehu Opavy se rozkládá městská část Komárov. Rozloha Komárova je 7,69 km² a žije zde 1323 obyvatel. Zástavba převážně rodinných domů je koncentrovaná mezi ulicemi Ostravská a Podvihovská, zbylá část území je využívána pro zemědělské účely.

- *Malé Hoštice (k.ú. Malé Hoštice)*

V Malých Hošticích žije více než 1 710 obyvatel. Městská část se skládá ze dvou evidenčních částí (Malé Hoštice a část Pusté Jakartice). Malé Hoštice se nacházejí východně od části Kateřinky, jižní hranice je tvořena vodním tokem Opava. Celková rozloha části je 5,55 km². Touto městskou částí protéká řeka Opava a Kateřinský potok. Zástavba rodinnými domy je koncentrovaná mezi ulicemi Opavská a Slezská, několik staveb je v nejsevernějším cípu, v části Pusté Jakartice. Zbylá část území je využívána pro zemědělské účely.

- *Milostovice (k.ú. Milostovice)*

Milostovice se nacházejí západně od Jaktaře. Rozloha vesnice je 5,15 km² a žije zde 305 obyvatel. Jedná se tak o část s nejmenším počtem obyvatel. Okolní pozemky jsou z velké části využívány k zemědělským účelům. Zástavba rodinnými domy je koncentrovaná v centrální části území mezi ulicemi Lihovarská a 6. května.

- *Podvihov (k.ú. Podvihov, část k.ú. Komárov u Opavy)*

Část Podvihov je tvořena spolu s částí obce Komárovké Chaloupky. Nalezneme jej jihovýchodně od části Komárov. Celková rozloha je 7,26 km² a žije zde 754 obyvatel. Centrální část území je charakterizována zástavbou rodinnými domy podél ulice Polomská, na kterou navazuje zemědělská výroba. Okrajové části jsou tvořeny lesními porosty.

- *Suché Lazce (k.ú. Suché Lazce)*

Městské část Suché Lazce má rozlohu 4,48 km² a žije zde přes 1 000 obyvatel. Suché Lazce se nacházejí východně od části Komárov. V obci se nachází retenční nádrž Sedlinka, která je vybudována na potoce Sedlinka. Zástavba je koncentrovaná podél ulice Přerovecká, okolní pozemky jsou využívány převážně k zemědělským účelům.

- *Vávrovice (k.ú. Vávrovice, Držkovice a Palhanec, část k.ú. Opava-Předměstí a část k.ú. Jaktař)*

Severně od části Jaktař a Kateřinky se nachází Vávrovice o rozloze 8,35 km². Částí protéká řeka Opava, která vytváří státní hranici s Polskem. Žije zde 1 317 obyvatel. Zástavba je koncentrovaná podél ulice Vávrovická. Zbylá část území je využíváno pro průmysl a zemědělskou výrobu.

- *Vlaštovičky (k.ú. Vlaštovičky a Jakartovice)*

Vlašovičky se nachází západně od Vávrovic. Rozloha činí 6,11 km² a žije zde 385 obyvatel. Zástavba je koncentrovaná podél ulic Jamnická a Jarkovická v jihovýchodní části území, zbylá část území je využívána k zemědělským účelům.

- *Zlatníky (k.ú. Zlatníky u Opavy)*

Rozloha této části je 4,50 km² s pouze 333 obyvateli. Zlatníky se nachází jižně od Milostovic. Zástavba je soustředěna pouze v západní části území zejména podél ulice 6. května, okolní pozemky jsou využívány k zemědělským účelům.

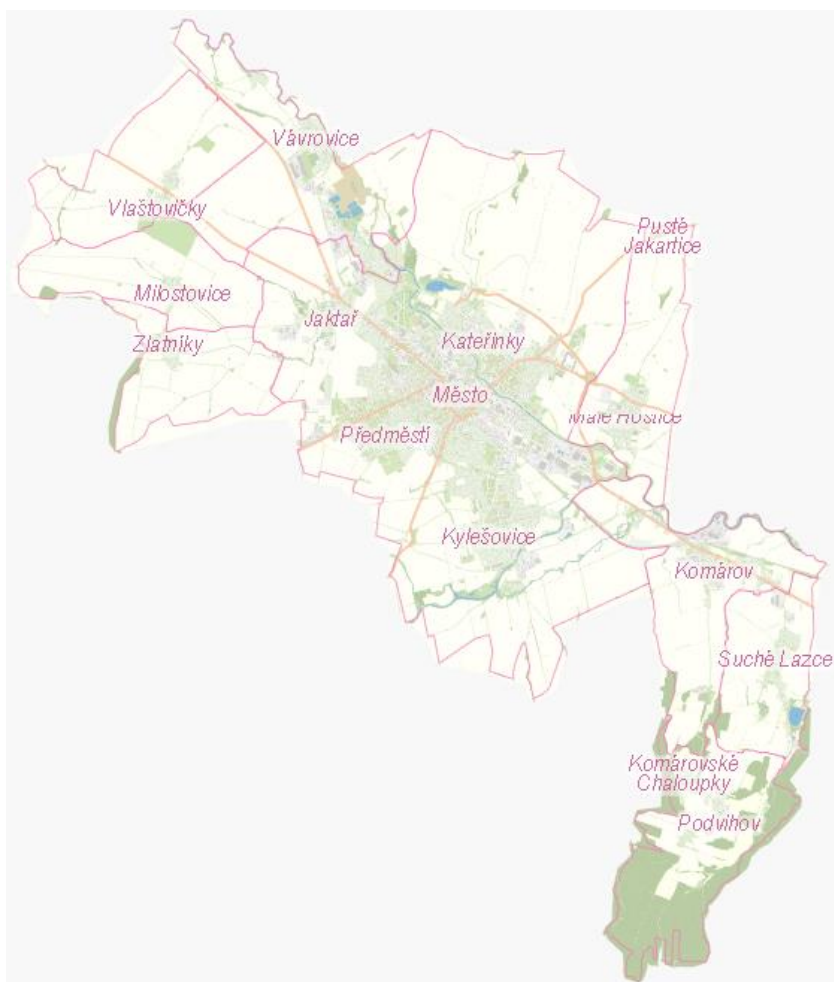
Tab. 4. 13a. Procentuální zastoupení druhů pozemků v jednotlivých katastrálních územích – vlastní zpracování na podkladu dat Českého úřadu zeměměřičského a katastrálního

Druh pozemku	Procentuální zastoupení druhů pozemků v jednotlivých katastrálních územích [%]					
	Opava-město	Opava-Předměstí	Kateřinky u Opavy	Jaktař	Kylešovice	Komárov
Orná půda	-	21,51	77,72	65,41	73,94	62,78
Zahrada	2,88	13,36	3,59	6,13	5,02	4,35
Ovocný sad	-	-	-	-	-	0,31
Trvalý travní porost	-	0,77	0,63	2,44	1,76	6,88
Lesní pozemek	-	-	0,81	0,06	1,30	5,13
Vodní plocha – nádrž přírodní	-	-	0,49	-	-	-
Vodní plocha – nádrž umělá	-	0,05	0,01	-	0,17	0,0023
Vodní plocha - rybník	-	-	-	-	0,01	-
Vodní plocha – tok přirozený	-	3,17	0,40	0,73	2,42	2,58
Vodní plocha – tok umělý	0,34	0,27	0,04	-	-	0,11
Vodní plocha – zamokřená plocha	-	-	-	-	0,10	0,03
Zastavěná plocha a nádvoří	46,53	19,17	3,94	6,38	4,67	5,45
Ostatní plocha – dobývací prostor	-	-	-	0,14	-	-
Ostatní plocha – dráha	-	3,60	0,01	0,67	0,32	2,86
Ostatní plocha – jiná plocha	3,09	5,17	2,58	3,20	1,29	1,83
Ostatní plocha – kulturní a osvětová plocha	-	-	-	-	-	-
Ostatní plocha – manipulační plocha	1,33	7,15	1,54	4,21	1,63	2,12
Ostatní plocha – mez, stráž	-	-	-	-	-	0,02
Ostatní plocha – neplodná půda	-	1,44	0,29	1,98	0,65	0,05
Ostatní plocha – ostatní dopravní plocha	0,15	0,23	0,01	0,01	0,03	0,12
Ostatní plocha – ostatní komunikace	24,04	11,76	3,63	3,07	3,17	2,13
Ostatní plocha – pohřebiště	-	1,13	0,10	0,09	0,05	0,09
Ostatní plocha – silnice	1,69	2,89	2,05	1,48	2,24	2,39
Ostatní plocha – skládka	-	0,05	-	-	-	0,03
Ostatní plocha – sportovní a rekreační plocha	1,07	2,26	0,36	3,37	0,24	0,25
Ostatní plocha - zeleň	18,87	6,03	1,81	0,62	1,00	0,48

Tab. 4. 13b. Procentuální zastoupení druhů pozemků v jednotlivých katastrálních územích – vlastní zpracování na podkladu dat Českého úřadu zeměměřičského a katastrálního

Druh pozemku	Procentuální zastoupení druhů pozemků v jednotlivých katastrálních územích [%]					
	Milostovice	Podvihov	Suché Lazce	Vávrovce	Vlaštovičky	Zlatníky
Orná půda	91,36	23,00	71,26	70,54	88,82	82,19
Zahrada	1,29	1,49	5,41	2,89	2,019	1,38
Ovocný sad	-	-	0,09	-	-	0,44
Trvalý travní porost	0,79	12,02	5,91	4,18	0,53	8,18
Lesní pozemek	1,10	58,23	4,39	0,28	0,06	0,49
Vodní plocha – nádrž přírodní	-	-	-	-	-	-
Vodní plocha – nádrž umělá	-	0,06	1,96	1,55	0,37	-
Vodní plocha - rybník	-	-	0,08	-	-	-
Vodní plocha – tok přirozený	0,30	0,17	0,12	1,85	0,00078	0,66
Vodní plocha – tok umělý	0,03	0,01	0,36	-	0,25	-
Vodní plocha – zamokřená plocha	0,16	0,01	-	-	-	0,0066
Zastavěná plocha a nádvoří	1,30	1,28	3,86	4,91	1,46	1,40
Ostatní plocha – dobývací prostor	-	-	-	-	-	-
Ostatní plocha – dráha	-	-	-	0,99	-	-
Ostatní plocha – jiná plocha	0,46	0,82	1,25	4,01	0,39	0,67
Ostatní plocha – kulturní a osvětová plocha	-	-	-	-	-	-
Ostatní plocha – manipulační plocha	0,10	0,14	1,25	3,35	1,57	0,0251
Ostatní plocha – mez, stráž	-	-	-	-	-	-
Ostatní plocha – neplodná půda	0,01	0,22	0,26	0,15	2,08	0,0650
Ostatní plocha – ostatní dopravní plocha	-	-	-	-	-	-
Ostatní plocha – ostatní komunikace	1,99	1,59	2,18	482	0,84	2,62
Ostatní plocha – pohřebiště	-	0,09	0,05	0,01	-	-
Ostatní plocha – silnice	0,82	0,88	1,10	0,21	1,46	1,36
Ostatní plocha – skládka	-	-	-	-	-	-
Ostatní plocha – sportovní a rekreační plocha	0,28	0,05	0,18	0,09	-	0,51
Ostatní plocha - zeleň	0,01	-	0,29	0,19	-	0,0112

Podle údajů Českého úřadu zeměměřičského a katastrálního je území Opavy tvořeno zejména zemědělskou půdou s 58 % celkové výměry správního obvodu města (bez plochy části Město a Podvihov je to 64%). Zastavěné plochy tvoří 5,85 % celkového území statutárního města (nejhustší zástavba je v části Město se zastavěnými 47 % rozlohy části). Z výše uvedeného vyplývá, že celkově je Opava málo zalesněným městem (na lesní pozemky připadá 5,89 % území). Jediné plošně větší lesní porosty se nacházejí na jihu správního obvodu města, v části Podvihov, které je tvořeno lesními pozemky z 58%.



Obr. 4.17. Mapa statutárního města Opava - převzato z www.opava-city.cz

Velká část města se nachází převážně v Poopavské nížině, která je charakteristická nízkou členitostí a nadmořskou výškou. Severní část města již zasahuje do oblasti Hlučínské pahorkatiny. Ta je o něco členitější, a proto je zde reliéf povrchu výraznější. Celek Nízkého Jeseníku zasahuje jen do malé části západního území. Velký význam z hlediska terénního reliéfu mají vodní toky Opava a Moravice, které na území vytvářejí široké říční nivy. V okolí vodních toků se vyskytuje nivní sediment (písečné sedimenty obohacené organickými příměsí). Na nivní sediment navazují fluvialní písky a šterky. V místě Stříbrného jezera se vyskytuje podloží z vápenitých jíílů a sádrovců. Z dalších častých druhů podlaží lze jmenovat spraše a sprašové hlíny. Nejnižší bod se nachází v k.ú. Kylešovice ve výšce 229,83 m n. m., nejvyšší bod se nachází v k.ú. Kateřinky u Opavy ve výšce 303,69 m n. m.

4. 4. 3. Hydrogeologické podmínky

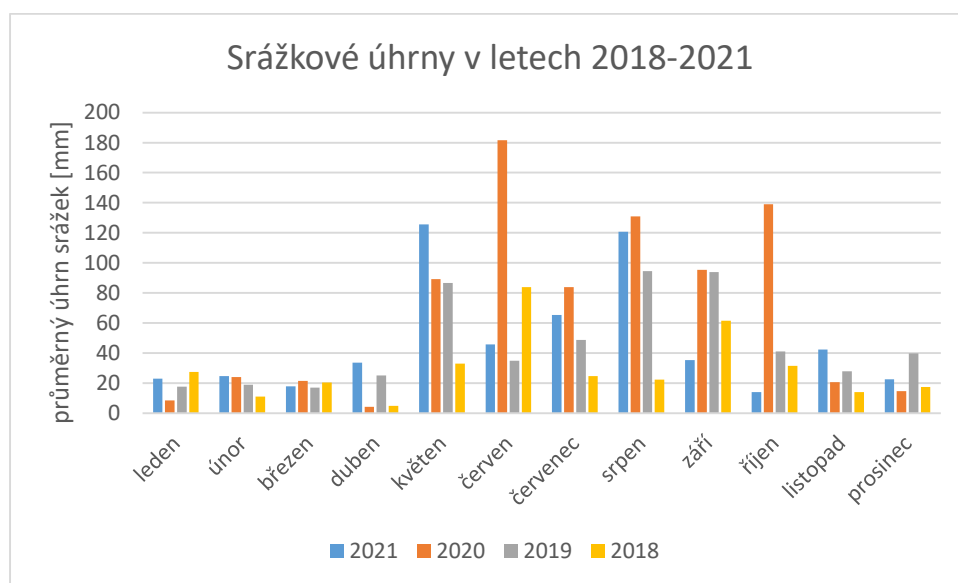
Hlavním vodním tokem přitékajícím se severozápadu je řeka Opava, která má tři hlavní přítoky, tedy řeky Opavice, Čižina a Moravice, a několik menších přítoků: vodní toky Velká, Pilštský potok a Kateřinský potok. Na území města Opavy na hranici městských částí Předměstí, Komárov a Malé Hoštice se nachází soutok Opavy s Moravicí. Řeka Moravice má dvě vodní nádrže ovlivňující řeku Opavu až za jejich soutokem. Koryto řeky Opavy je z 48% upraveno a poskytuje tak přiměřenou ochranu území centrální části města Opavy před častými záplavami. Žádná další protipovodňová opatření (např. objekt pro akumulaci vody) nejsou zřízeny. Možnými akumulačními prostory na Opavě jsou pouze rybníky či vytěžená štěrkovna Hlučín. Řeka Opava je recipientem odváděných srážkových vod z území města a také přečištěných vod z opavské ČOV.

V pořadí druhým významným tokem v území je řeka Moravice. Na řece se nachází hned 20,6 km údolních nádrží. Ty se ale nenachází na samotném území Opavy. Jedná se o vodní nádrž Kružberk, která se nachází ve stejnojmenné obci Kružberk a vodní nádrž Slezská Harta, kterou nalezneme v Nížkém Jeseníku. Tato nádrž se nachází v blízkosti města Bruntál. Nejvýznamnějším tokem ústícím do Moravice přítok Hvozdnice. Ten do řeky ústí těsně před městem Opavou. Podružnými přítoky ústícími do řeky Moravice je Strouha nebo Otický příkop. V současnosti je téměř celý tok Moravice upraven tak, aby se zabránilo zaplavování okolního území. Tok řeky je z velké části regulován právě vodními nádržemi a dochází tak k výraznému tlumení povodní v celém toku.

Řeka Hvozdnice je levostranným přítokem řeky Moravice, do které ústí v okrajové části Kylešovic. Koryto řeky je na území Opavy souvisle upraveno, aby byla zajištěna stabilita toku a povodňová ochrana zástavby obce. Tok by měl zajistit ochranu před dvacetiletou vodou. Na řece se nacházejí pouze menší rybníky, větší akumulace vody se na Hvozdnici ale nevyskytují. Kylešovicemi pak protéká Otický příkop. Příkopem je odváděna voda ze zastavěných území a ústí v severovýchodní části Kylešovic do řeky Moravice. V zastavěném území Kylešovic byla provedena v letech 2009–2010 úprava tohoto příkopu. Díky jeho rekonstrukci se zvýšila jeho kapacita a Kylešovice jsou z velké části chráněny před nejen stoletou vodou.

Nejvýznamnější vodní plochou je Stříbrné jezero. Jedná se o zatopený bývalý sádrovcový důl. Jezero je využíváno pouze k rekreačním účelům. V současnosti probíhá na jezeře revitalizace.

Vodohospodářsky významnou vodní plochou, která slouží k retenci vody na území Opavy, je vodní nádrž Sedlinka. Tento objekt se nachází v městské části Suché Lazce. Nádrž je vybudovaná na stejnojmenném potoku v údolí, kde se v minulosti nacházely louky a mokřady. Účelem vybudování nádrže bylo zlepšení protipovodňové ochrany, díky zkapacitnění a stabilizaci vodního toku. Jedná se o sypanou hráz s bočním přepadem a regulačním požerákem. Plocha hladiny je téměř 6 ha.



Graf 4. 4. Srážkové úhrny v letech 2018-2021 – vlastní zpracování na podkladu dat Českého hydrometeorologického ústavu

Podle údajů zveřejněných na portálu Českého hydrometeorologického ústavu (Graf 4. 4.) jsou na srážky nejbohatší letní měsíce roku, tedy intenzivní srážky se vyskytují zpravidla mezi květnem a říjnem. Rozdělení srážek v průběhu roku je nepravidelné a vyskytují se období bez srážek způsobující vysychání koryt vodních toků, na které často navazuje období přivalových srážek, které způsobují tzv. bleskové záplavy.

Za posledních 10 let se dle dat ČHMU vyskytly povodně na území Opavy celkem 3krát. Jednalo se převážně o povodně na řece Opavě způsobené přivalovými dešti. Povodně se v Opavě vyskytují přibližně každé 3 roky. Jejich míru a rozsah však nelze přesně stanovit.

Pro účely zmírnění důsledků povodní byly vymezeny rozlivové plochy, které jsou však schopny zadržet pouze tzv. pětiletou a dvacetiletou vodu (Q5 a Q20), silnější povodně (Q100) nejsou schopny zadržet. Mezi významné rozlivové plochy patří:

- plochy na řece Opavě – při Q100 rozliv 294 ha (z toho 104 ha zastavěné území)
- plochy na řece Moravici (soutok mezi řekou Opavou a Hvozdnicí) – při Q100 rozliv 135 ha (z toho 16 ha zastavěné území)
- plochy na soutoku řek Opavy a Moravice - při Q100 rozliv 89 ha
- plochy na potoku Velká – při Q100 rozliv 36 ha (z toho zastavěné území 35 ha)
- plochy Otického příkopu – při Q100 rozliv 81 ha

Podmínky pro nakládání se srážkovými vodami

Povrchový reliéf

Celé katastrální území Opavy se nachází v mírně zvlněném reliéfu. Z hlediska geomorfologie se město nachází v Opavské pahorkatině. Tentogeomorfologický celek je členěn na Poopavskou nížinu a Hlučínskou pahorkatinu. Z větší části se město nachází v Poopavské nížině, ale severní část v k. ú. Katěřinky u Opavy zasahuje do oblasti Hlučínské pahorkatiny. V severní části města je reliéf o něco členitější. Velký význam z hlediska terénního reliéfu mají vodní toky Opava a Moravice, které vytvářejí široké říční nivy. Všeobecně platí, že městská část Opavy se nachází ve velmi nízkých nadmořských výškách a krajina mírně stoupá od jihu k severu.

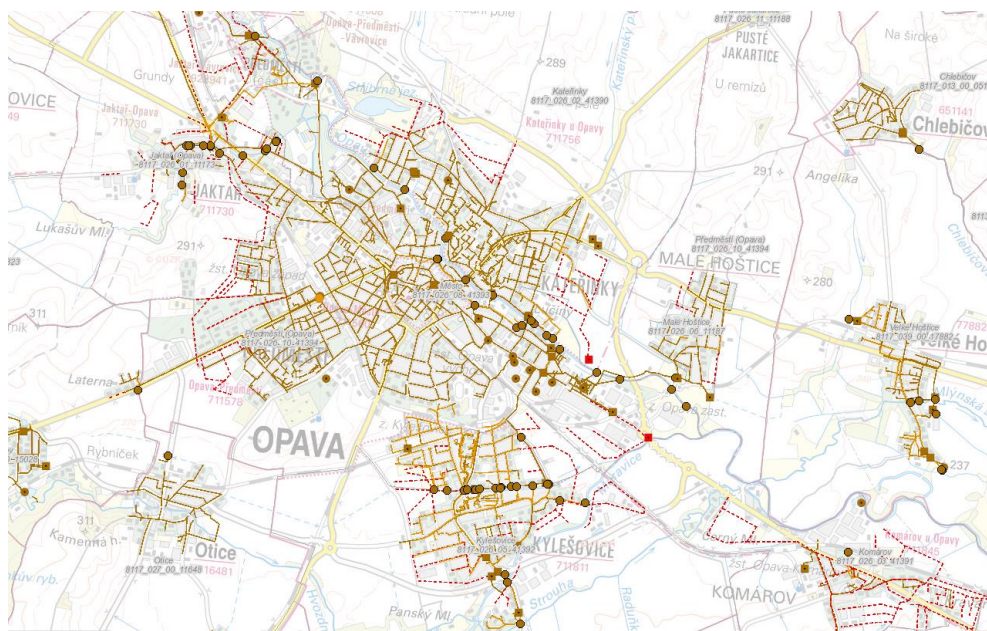
Sklony v území

Celé území je z hlediska sklonitost velice složité. V urbanizované části města jsou větší sklony v území způsobeny převážně lidskou činností. Nejčastěji se jedná o oblasti v okolí silnic, železnic nebo koryt vodních toků. V zastavěných částech města problémy se sklony prakticky nenastávají. Kritické oblasti už ale vznikají v nezastavěných okrajových, ale rozsáhlých, částech města. Proto okrajové části jsou převážně využívány k zemědělským účelům. Okolní krajina je otevřená, a tedy i ohrožena větrnou a vodní erozí. Při vydatných deštích se v území vytvářejí erozně ohrožené dráhy soustředěného odtoku. Z tohoto důvodu jsou nejen ohroženy samotné bloky orné půdy, ale splachy z půdy mohou způsobovat problémy i v přiléhající zástavbě.

4. 4. 4. Zásobování vodou a odkanalizování

V zastavěné části města se nachází rozsáhlá kanalizační síť. Z velké části se jedná o kanalizaci jednotnou, která je zakončena ústřední čistírnou odpadních vod (ČOV). Na jednotné kanalizaci jsou zabudovány odlehčovací komory. Ty odlehčují kanalizaci při přívalových deštích a odvádějí dešťovou vodu do vodních toků. V místech, kde je nutno odpadní vody přečerpat, je zřízena oddílná kanalizace. Splaškové vody jsou zde tedy odváděny do ČOV a dešťové vody jsou zaústěny do nejbližších vodních toků. Recipientem pro vyčištěné a odlehčené vody je řeka Opava a její přítoky. Nejčastěji řeka Moravice, Kateřinský potok a Otický příkop.

Kanalizační síť a ústřední ČOV je pod správou SmVaK Ostrava a.s. Jednotlivé části stok však mohou mít jiné správce. Na veřejnou kanalizaci bylo k roku 2000 napojeno přes 87% obyvatel.



Obr. 4.18. Schématický přehled systému odkanalizování na území statutárního města Opava - převzato z PRVKÚK Moravskoslezského kraje

Odkanalizování části Město

Centrum města je ze 100 % odkanalizováno. Odpadní vody jsou z města odváděny jednotnou kanalizací do centrální mechanicko-biologické ČOV. Kanalizace vyhovuje jak kapacitně, tak i svým technickým stavem.

Odkanalizování části Předměstí

Řešení odkanalizování v k. ú. Předměstí je převážně řešeno jako jednotná. Odpadní vody jsou odváděny společně do ČOV Opava. Stávající kanalizace byla převážně vybudována před rokem 1990 a její technický stav odpovídá jejímu stáří. Síť je z kapacitního hlediska dostačující. Na kanalizační síti se v části předměstí nachází celkem 13 odlehčovacích komor, 11 spojovacích komor, 6 spadišť a 4 skluzy. V území se nachází spousta průmyslových podniků, kteří jsou velkými producenty odpadních vod. V minulosti tak nastával problém s přetěžováním ČOV. V letech 1995-1997 byla provedena rekonstrukce ČOV a v současnosti je efektivní i samostatné čištění odpadních vod. Odvádění dešťových vod podél ulice Žižková se bude řešit odváděním vod do Městského náhonu. Dále je plánováno rozšíření splaškové kanalizace z důvodu nové plánované zástavby.

Odkanalizování části Jaktař

Předměstí Jaktař je rozděleno do dvou částí podle druhu odkanalizování. Na jihu území se nachází jednotná kanalizace. Splaškové i dešťové vody jsou odváděny na ČOV, převážně z přiléhající obytné zástavby. Na severu území je odkanalizování řešeno zvlášť splaškovou a dešťovou kanalizací. Původní jednotná kanalizace je dnes využívána k odvádění dešťových vod do nejbližšího recipientu, kterým je potok Velká. Splašková kanalizace se napojuje na sběrač jednotné kanalizace města Opavy a vody jsou odváděny na ČOV. Ve zbylé části zájmového území je s odpadní vodu nakládáno přímo u zdroje pomocí žump nebo septiků. Tyto předčištěné vody jsou poté vypouštěny do trativodů nebo povrchových příkopů.

Odkanalizování části Kateřinky

Předměstí Kateřinky má řešenou odkanalizování převážně jako jednotná kanalizace. Hlavní kmenový sběrač je veden podél řeky Opavy a prochází přes celé zastavěné území. Trasa sběrače je ukončena čerpací stanicí, kterou jsou odpadní vody přečerpány do jednotné kanalizační sítě města Opavy. Čištění odpadních vod je zajištěno v ČOV města Opavy. Trasa z čerpací stanice do jednotné kanalizace města prochází přes řeku Opavu. Křížení je vyřešeno shybkou DN 350. Ve východní části území Kateřinek se nachází oddělená dešťová kanalizace. Dešťové odpadní vody jsou z tohoto řádu odváděny do řeky Opavy nebo do blízkého Kateřinského potoka.

Odkanalizování části Kylešovice

Řešení odkanalizování v severní části k. ú. Kylešovice je prostřednictvím kombinované kanalizační sítě. V minulosti se v zájmovém území nacházela pouze kanalizace jednotná, která byla později nahrazena kanalizací oddílnou. Splašková odpadní voda je řady tlakové kanalizace

přivedena do čerpací stanice, kterou jsou odpadní vody čerpány do městské ČOV. Recipientem pro odpadní vody odváděné dešťovou kanalizací ze severní části území je Otický příkop, protékající zájmovým územím. Na jihu urbanizovaného území Kylešovic se nachází převážně zástavba rodinnými domy a převážně části v tomto území není

v současnosti vybudována soustavná kanalizační síť. Odpadní vody z rodinných domů jsou proto zaústěny do septiků a žump. Takto vyčištěné vody jsou napojeny na stávající kanalizaci, jejímž recipientem je řeka Moravice. Některé části nemají vyřešenou kanalizační síť, ale zde naplánována výstavba nové splaškové kanalizace. Splaškové vody by měly být napojeny na ČOV města Opavy, která má dostatečnou kapacitu pro likvidaci odpadních vod.

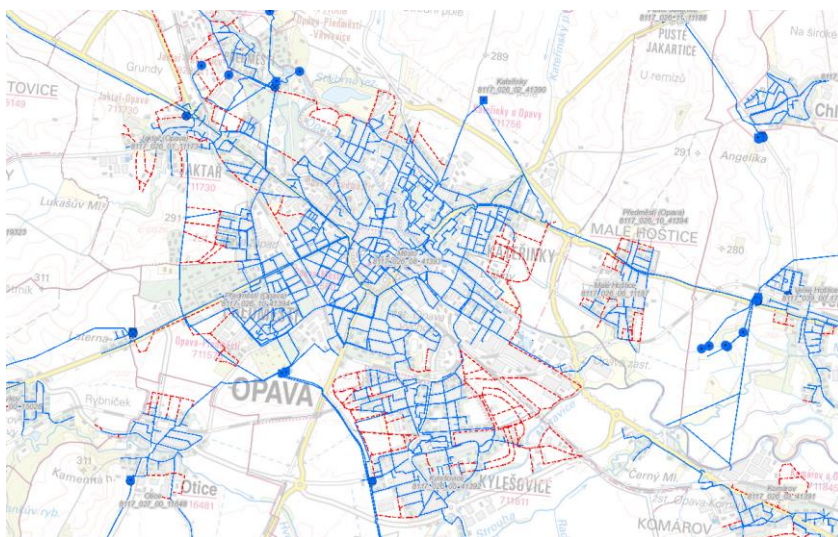
Veřejný vodovod

Zásobování pitnou vodou je zajištěno na celém správním území města Opavy (více než 97%), nicméně v některých částech jsou využívány studny individuálního zásobování vodou. Veřejná vodovodní síť je zásobována z Ostravského oblastního vodovodu (89%) a z místních zdrojů (11%). Hlavním zdrojem povrchové vody je vodní nádrž Kružberk. části Opavy- Palhanec, Opava Předměstí, Jaktař, Kateřinky u Opavy tvoří souvislou a vzájemně propojenou vodovodní síť.

Mezi vlastní zdroje pitné vody patří místní zdroj Velké Hoštice a Opavské zdroje. Jedná se o podzemní zdroje vody jímané vrty ze studní.

Pitná voda je dopravována dvěma přivaděči a kumulace je zajištěna ve vodojemech:

1. Tlakové pásmo: z Ostravského oblastního vodovodu ve vodojemu Chvalíkovice, z Velkých Hoštic ve vodojemu Kateřinky
2. Tlakové pásmo: z Ostravského oblastního vodovodu ve vodojemu U hřbitova.



Obr. 4. 19. Schématický přehled zásobování pitnou vodou na území statutárního města Opava - převzato z PRVKÚK Moravskoslezského kraje

Realizované projekty zaměřené na hospodaření se srážkovými vodami

V intravilánu města Opavy nalezneme hned několik míst a objektů, které využívají prvků modrozelené infrastruktury. Jedná se např. o instalaci zelené střechy na sportovní hale, aplikaci trvalkových záhonů v historické části města, revitalizaci Městského náhonu na řece Opavě nebo regeneraci sídliště v Kylešovicích s využitím odvodu srážkových vod do nejbližší zeleně. Prvky jako jsou zelené střechy či zelené fasády se rovněž vyskytují na několika soukromých objektech. Aplikace prvků modrozelené infrastruktury má pro město mnoho přínosů. V oblastech, kde bylo tyto opatření použito, je ve větší míře pozorovatelný snížení teplot.

V rozlivové ploše Otického příkopu na Horní hrázi se nachází jediná retenční nádrž na celém území města Opavy. Celkový akumulací objem nádrže pro území na Horní hrázi je stanoven na 916 391 m³. Potřebný akumulací objem je stanoven na 809 836 m³. Kapacita a akumulací objem poldru je tedy dostačující. Jiné nádrže tohoto typu se na území Opavy nenacházejí. Pouze jsou v rámci ÚP vymezeny oblasti, kde by bylo vhodné další nádrže tohoto navrhnout.

Za retenční plochu lze považovat i území na rozlivové ploše řeky Opavy v lokalitě na hranici k.ú. Kateřinek u Opavy a Malých Hoštic, mezi 35,5 – 34,5 ř. km. Vymezené rozlivové plochy jsou zde ohraničeny přírodními hrázi, díky kterým je voda při

povodních zadržována v požadovaném území. Ovšem odtok vody z této oblasti není nijak regulován.

4. 5. Statutární město Ostrava

Statutární město Ostrava je třetím největším městem v České republice co se týče počtu obyvatel a rozlohy. Leží na soutoku řek Odry, Ostravice, Opavy a Lučiny. Historicky se jedná o průmyslové město, kde se v 1. polovině 19. století začalo s těžbou černého uhlí, přičemž poslední důl se na území města uzavřel v roce 1994, což znamenalo geologické podloží území. Město spadá díky svému umístění do Moravské brány s průměrnou nadmořskou výškou 210 m.n.m.

Ostrava je rozdělena na 23 městských obvodů, tj. Hošťálkovice, Hrabová, Krásné Pole, Lhotka, Mariánské Hory a Hulváky, Martinov, Michálkovice, Moravská Ostrava a Přívoz, Nová Bělá Nová Ves, Ostrava – Jih, Petřkovice, Plesná, Polanka nad Odrou, Poruba, Proskovice, Pustkovec, Radvanice a Bartovice Slezská Ostrava, Stará Bělá, Svinov, Třebovice a Vítkovice. Tato území se dále dělí na 37 městských částí a 39 katastrálních území. Celková rozloha města Ostravy činí 214,23 km², na jejímž území žije více než 296 tisíc obyvatel s průměrnou hustotou zalidnění 1384 obyvatel na km².

4. 5. 1. Základní demografické údaje

Obdobně jako je tomu u jiných průmyslových měst i v Ostravě dochází k postupnému snižování počtu obyvatel v důsledku útlumu tradiční těžby černého uhlí a průmyslu s ním související. Obyvatelé se stěhují do okolních menších obcí, protože zde hledají kvalitnější prostředí pro život, zejména v blízkém vztahu s přírodou. Obyvatelé rovněž hledají nové pracovní příležitosti mimo průmyslovou oblast s ohledem na lepší ekonomické a sociální podmínky pro život. Stěhování obyvatel za hranice správního obvodu města neomezují ani s ním související zvýšení dojezdové vzdálenosti, které v důsledku rozvoje mobility nejsou zásadní překážkou.

Tab. 4. 14. Základní statistický přehled o skladbě bytového fondu Ostravy – vlastní zpracování na podkladu dat Českého statistického úřadu

	Počet obydlených domů	Počet obydlených bytů	Počet obydlených bytů v rodinných domech	Počet obydlených bytů v bytových domech	Počet obydlených bytů - ostatní
Antošovice	82	102	101	-	1
Bartovice	631	776	714	44	18

Bělský Les	140	3234	-	3224	10
Dubina	273	5826	8	5809	9
Heřmanice	822	1189	872	312	5
Hošťálkovice	474	638	569	64	5
Hrabová	849	1585	826	715	44
Hrabůvka	1289	13768	491	13017	260
Hrušov	237	580	217	359	4
Hulváky	160	449	159	277	13
Koblov	419	504	474	28	2
Krásné Pole	750	977	910	63	4
Kunčice	255	341	262	68	11
Kunčičky	240	652	201	442	9
Lhotka	408	479	478	-	1
Mariánské Hory	694	5616	366	4980	270
Martinov	256	468	296	166	6
Michálkovice	796	1384	814	555	15
Moravská Ostrava	1483	17618	127	17254	237
Muglinov	762	1766	776	933	57
Nová Bělá	611	818	681	115	16
Nová Ves	178	350	175	171	4
Petřkovice	830	1258	931	322	5
Plesná	456	551	536	10	5
Polanka nad Odrou	1391	1814	1694	100	20
Poruba	2169	32079	664	31273	142
Proskovice	348	462	416	41	5
Přívoz	315	1771	166	1540	65
Pustkovec	383	535	425	64	46
Radvanice	1072	1753	1172	566	15
Slezská Ostrava	1193	3628	1087	2436	105
Stará Bělá	1168	1454	1381	47	26
Svinov	939	1835	1029	795	11
Třebovice	539	700	637	48	15
Vítkovice	736	3340	663	2581	96
Výškovice	713	6429	533	5888	8
Zábřeh	1944	17908	1060	16521	327
Celkem	26005	134637	21917	110828	1892

Tab. 4. 15. Počet dokončených bytů v Ostravě v letech 2008–2021 - vlastní zpracování na podkladu dat Českého statistického úřadu

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Počet dokončených bytů	391	546	755	326	498	323	266	363	280	325	308	400	332	466

Z výše uvedených údajů vycházejících z údajů Českého statistického úřadu vyplývá, že bytový fond statutárního města Ostravy je tvořen ze 73,75% bytovými domy a ze 14,24% rodinnými domy. Průměrný nárůst počtu bytů se pohybuje mezi 300 a 400 byty. Nejvyšší rozdíl mezi počtem bytů připadajících na rodinné domy a bytové domy je v částech Koblov, Kunčice, Lhotka, Plesná a Proskovice. V každé části převyšuje počet bytů v bytových domech až několikanásobně počet bytů v rodinných domech.

4. 5. 2. Charakteristika města

Městské obvody Moravská Ostrava a Přívoz, Slezská Ostrava, Vítkovice, Pustkovec, Vítkovice, Ostrava-Jih a Poruba jsou charakteristické vysokou hustotou zástavby s převahou bytových domů a ojedinělou zástavbou rodinných domů s minimálním zastoupením volné krajiny a s vysokým procentuálním zastoupením zpevněných ploch. Obvod Třebovice se nachází uvnitř městské zástavby a je specifický tím, že je tvořen zástavbou výhradně rodinných domů doplněná stavbami občanské vybavenosti a dominantní funkci zde zaujímá tepelná elektrárna. Přejít mezi typickou městskou zástavbou a volnou krajinou s vysokým zastoupením staveb rodinných domů, případně s malým podílem bytových domů, tvoří obvody Plesná, Svinov, Michálkovice, Radvanice a Bartovice. Stará Bělá je charakteristická vysokým podílem zemědělských a lesních ploch, zástavba je tvořena zejména stavbami rodinných domů.

Obdobně je tomu i u Proskovic a Krásného Pole, kde vysoký podíl zemědělských ploch a volné krajiny převažuje nad zastavěnými plochami, které jsou tvořeny zejména rodinnými domy. Martinov je charakteristický zástavbou rodinných domů a současně vysokým podílem staveb občanské vybavenosti, které přechází ve volnou krajinu, poměr zastavěných a nezastavěných ploch je téměř v rovnováze. Zástavba v Nové Bělé je orientována podél ústřední komunikace, ostatní plochy jsou ryze zemědělské. Lhotka se vyznačuje vysokou hustotou zástavby rodinných domů s malým podílem zemědělských ploch. Součástí tohoto obvodu je vodní elektrárna a východní hranici tvoří vodní tok Odry. Petřkovice jsou charakteristické vysokým podílem zemědělských a lesních ploch a zástavbou rodinných domů. Jižní hranice obvodu je tvořena vodním tokem Odry.

Tab. 4. 16a. Procentuální zastoupení druhů pozemků v jednotlivých katastrálních územích – vlastní zpracování na podkladu dat Českého úřadu zeměměřičského a katastrálního

Druh pozemku	Procentuální zastoupení druhů pozemků v jednotlivých katastrálních územích [%]										
	Antošovice	Bartovice	Dubina u Ostravy	Heřmanice	Hošťálkovice	Hrabová	Hrabůvka	Hrušov	Koblov	Krásné Pole	Kunčice nad Ostravicí
Orná půda	54,84	27,30	6,27	28,83	32,21	25,55	0,04	2,47	29,79	45,87	4,98
Zahrada	25,28	6,86	0,33	11,79	17,16	7,04	5,21	6,74	6,21	13,68	4,52
Ovocný sad	-	7,92	-	0,10	4,83	-	-	-	-	0,02	-
Trvalý travní porost	2,39	-	0,05	4,28	8,39	11,52	0,002	2,23	10,86	7,19	0,31
Lesní pozemek	-	18,18	0,26	10,28	15,74	3,43	1,47	0,99	4,57	16,21	1,75
Vodní plocha – nádrž přírodní	-	-	-	-	-	0,03	-	-	-	-	-
Vodní plocha – nádrž umělá	-	0,01	-	16,48	-	0,75	-	1,36	3,52	0,11	0,97
Vodní plocha - rybník	-	-	-	3,40	-	1,55	-	-	-	-	-
Vodní plocha – tok přirozený	0,67	1,98	-	0,21	3,11	2,60	4,11	3,60	7,89	0,76	0,26
Vodní plocha – tok umělý	-	0,01	0,11	-	0,01	0,31	-	-	0,004	0,05	0,001
Vodní plocha – zamokřená plocha	-	0,84	-	0,83	0,28	0,3	-	0,72	5,62	0,01	-
Zastavěná plocha a nádvoří	7,79	5,87	15,60	3,94	3,13	10,80	11,67	6,71	3,84	4,28	22,52
Ostatní plocha – dráha	-	4,04	-	1,21	0,01	0,03	1,16	3,85	-	0,04	18,07
Ostatní plocha – dálnice	3,08	-	-	-	3,20	-	-	2,34	2,13	-	-
Ostatní plocha – jiná plocha	1,09	5,33	33,15	2,80	4,06	7,59	26,69	29,05	13,38	2,62	18,63
Ostatní plocha – manipulační plocha	-	4,93	0,94	7,12	0,62	10,22	2,23	18,01	3,05	0,04	15,59
Ostatní plocha – neplodná půda	0,05	4,04	-	1,40	2,17	3,62	0,41	5,13	5,07	0,07	0,87
Ostatní plocha – ostatní dopravní plocha	-	-	0,06	-	2,78	0,02	0,02	-	-	-	-
Ostatní plocha – ostatní komunikace	3,40	9,29	18,95	3,76	-	8,63	15,23	6,88	3,35	3,13	4,97
Ostatní plocha – pohřebiště	-	0,07	-	0,13	0,05	0,13	0,13	-	0,09	0,10	-
Ostatní plocha – silnice	0,94	2,92	0,01	1,42	1,30	2,43	2,54	2,20	0,31	4,77	4,13
Ostatní plocha – skládka	-	-	-	-	-	-	-	3,26	-	-	1,00
Ostatní plocha – sportovní a rekreační plocha	-	0,18	3,26	0,35	0,30	0,45	1,34	0,14	0,27	0,18	0,48
Ostatní plocha - zeleň	0,48	0,23	21,02	1,67	0,67	2,94	27,76	4,34	0,03	0,87	0,96

Tab. 4. 16b. Procentuální zastoupení druhů pozemků v jednotlivých katastrálních územích – vlastní zpracování na podkladu dat Českého úřadu zeměměřičského a katastrálního

Druh pozemku	Procentuální zastoupení druhů pozemků v jednotlivých katastrálních územích [%]										
	Kunčičky	Lhotka u Ostravy	Mariánské Hory	Martínov ve Slezsku	Míchalovice	Moravská Ostrava	Muglínov	Nová Bělá	Nová Plesná	Nová Ves u Ostravy	Petřkovice u Ostravy
Orná půda	3,61	25,06	2,06	38,93	8,90	0,25	4,07	57,74	22,92	33,34	11,83
Zahrada	1,12	10,85	3,10	10,09	33,35	1,19	28,71	7,16	28,43	7,44	12,74
Ovocný sad	-	-	-	-	0,49	-	2,76	0,03	-	0,15	-
Trvalý travní porost	0,48	22,96	1,04	12,91	5,79	0,04	1,12	2,22	14,66	7,73	12,25
Lesní pozemek	0,18	12,33	0,28	5,90	17,19	-	1,55	22,80	17,66	10,48	19,29
Vodní plocha – nádrž přírodní	-	-	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-
Vodní plocha – nádrž umělá	2,22	0,02	-	-	0,96	0,13	0,39	0,10	-	-	-
Vodní plocha - rybník	-	-	-	-	0,05	-	-	-	-	-	-
Vodní plocha – tok přirozený	0,41	2,76	2,30	2,08	0,27	2,13	3,53	0,05	1,73	3,46	2,45
Vodní plocha – tok umělý	-	-	0,002	0,14	-	-	-	0,08	-	-	-
Vodní plocha – zamokřená plocha	0,06	-	2,85	0,70	0,33	-	0,96	0,14	-	0,65	3,84
Zastavěná plocha a nádvoří	14,25	6,29	14,45	6,99	9,82	23,09	11,80	3,21	6,58	6,75	8,29
Ostatní plocha – dráha	2,80	-	8,76	2,27	2,36	3,65	-	0,33	-	2,75	2,62
Ostatní plocha – dálnice	0,05	0,17	0,21	-	-	-	-	-	-	-	-
Ostatní plocha – jiná plocha	11,64	12,80	16,68	10,27	1,97	12,36	16,44	1,68	2,02	5,33	9,92
Ostatní plocha – manipulační plocha	27,29	0,21	22,59	2,54	2,89	9,75	5,00	0,44	-	0,02	-
Ostatní plocha – neplodná půda	2,08	0,34	1,28	0,66	1,27	0,62	3,00	0,15	-	3,32	7,08
Ostatní plocha – ostatní dopravní plocha	0,21	-	-	0,08	-	0,14	-	-	-	4,83	2,55
Ostatní plocha – ostatní komunikace	10,66	3,53	12,97	3,98	7,62	21,12	9,64	2,29	3,25	-	0,02
Ostatní plocha – pohřebiště	0,56	-	0,28	-	0,41	0,05	0,23	-	-	5,73	4,34
Ostatní plocha – silnice	3,98	1,85	3,41	0,44	2,02	4,24	3,03	1,19	1,41	0,11	-
Ostatní plocha – skládka	-	-	0,06	-	-	-	-	-	-	5,47	1,52
Ostatní plocha – sportovní a rekreační plocha	0,65	0,61	1,19	0,89	0,84	1,57	1,40	0,17	1,34	-	-
Ostatní plocha - zeleň	7,75	0,23	6,46	1,13	3,47	19,66	6,38	0,21	0,004	0,74	0,43

Tab. 4. 16c. Procentuální zastoupení druhů pozemků v jednotlivých katastrálních územích – vlastní zpracování na podkladu dat Českého úřadu zeměměřičského a katastrálního

Druh pozemku	Procentuální zastoupení druhů pozemků v jednotlivých katastrálních územích [%]										
	Polanka nad Odrou	Poruba	Poruba-sever	Proskovice	Přívoz	Pustkovec	Radvanice	Slezská Ostrava	Stará Bělá	Stará Plesná	Svinov
Orná půda	55,51	31,23	0,26	9,02	0,57	19,94	10,13	5,87	38,53	37,82	27,85
Zahrada	9,80	5,57	1,07	10,13	1,76	23,02	12,62	8,97	10,06	12,76	3,27
Ovocný sad	0,10	-	-	-	-	-	0,88	0,33	-	-	0,07
Trvalý travní porost	6,91	2,96	0,56	54,72	1,10	6,03	2,31	1,63	10,21	8,61	9,08
Lesní pozemek	5,36	10,04	3,10	12,10	1,99	2,46	38,91	16,14	29,76	25,84	16,11
Vodní plocha – nádrž přírodní	-	0,45	-	-	-	-	-	-	0,001	-	0,61
Vodní plocha – nádrž umělá	0,11	0,44	-	0,09	0,002	0,21	0,34	0,27	0,02	0,019	0,01
Vodní plocha - rybník	4,00	-	-	0,46	-	0,68	-	0,17	-	-	0,01
Vodní plocha – tok přirozený	3,41	0,71	0,08	1,88	5,43	0,27	0,56	2,10	0,34	0,54	2,47
Vodní plocha – tok umělý	0,13	0,07	-	-	0,001	-	-	-	0,01	-	-
Vodní plocha – zamokřená plocha	0,11	0,17	-	0,03	0,91	-	0,56	1,43	0,15	0,10	2,46
Zastavěná plocha a nádvoří	3,47	9,05	12,25	2,96	14,25	12,27	6,21	5,81	2,90	3,87	4,31
Ostatní plocha – dráha	0,67	0,48	2,95	-	11,30	-	1,39	4,08	0,001	-	5,48
Ostatní plocha – dálnice	0,74	-	-	-	4,24	-	-	-	-	-	1,02
Ostatní plocha – jiná plocha	2,59	5,38	12,61	2,46	15,33	11,00	5,67	14,04	2,91	3,67	5,00
Ostatní plocha – manipulační plocha	-	0,07	-	-	-	0,01	-	0,02	-	-	-
Ostatní plocha – neplodná půda	0,64	0,51	0,17	0,57	21,44	0,80	4,78	13,69	0,27	0,56	6,49
Ostatní plocha – ostatní dopravní plocha	0,64	0,09	-	1,34	7,93	0,56	2,34	3,65	0,36	0,38	1,49
Ostatní plocha – ostatní komunikace	0,01	0,06	0,05	-	-	0,04	0,01	0,01	-	-	0,03
Ostatní plocha – pohřebiště	4,04	13,58	42,46	2,01	8,09	14,02	6,25	7,24	2,78	2,77	3,65
Ostatní plocha – silnice	0,09	-	0,07	0,14	-	-	0,28	2,14	0,12	0,21	0,17
Ostatní plocha – skládka	0,46	3,38	1,31	1,36	1,87	1,73	3,84	2,33	1,26	1,68	5,19
Ostatní plocha – sportovní a rekreační plocha	-	-	0,004	-	-	-	-	3,32	-	-	-
Ostatní plocha - zeleň	0,21	2,16	4,37	0,60	0,26	2,32	1,64	1,03	0,17	0,12	0,33

Tab. 4. 16d. Procentuální zastoupení druhů pozemků v jednotlivých katastrálních územích – vlastní zpracování na podkladu dat Českého úřadu zeměměřičského a katastrálního

Druh pozemku	Procentuální zastoupení druhů pozemků v jednotlivých katastrálních územích [%]					
	Třebovice ve Slezsku	Vítkovice	Výškovice u Ostravy	Zábřeh nad Odrou	Zábřeh-hulváky	Zábřeh-VŽ
Orná půda	3,39	0,17	20,40	3,49	0,44	0,57
Zahrada	14,65	4,48	9,59	8,23	4,48	5,64
Ovocný sad	0,92	-	0,08	-	-	-
Trvalý travní porost	3,00	0,004	18,94	3,30	0,32	0,04
Lesní pozemek	6,32	-	6,00	7,09	8,64	2,57
Vodní plocha – nádrž přírodní	-	-	-	-	-	-
Vodní plocha – nádrž umělá	5,53	0,22	-	0,001	0,14	0,03
Vodní plocha - rybník	-	-	-	-	-	-
Vodní plocha – tok přirozený	4,12	5,57	3,91	1,92	-	-
Vodní plocha – tok umělý	-	0,14	0,18	-	-	-
Vodní plocha – zamokřená plocha	0,41	-	0,71	0,15	-	-
Zastavěná plocha a nádvoří	17,96	23,73	7,09	13,81	28,15	23,01
Ostatní plocha – dráha	5,82	6,00	0,16	2,31	4,77	2,66
Ostatní plocha – dálnice	-	-	-	0,05	-	-
Ostatní plocha – jiná plocha	8,20	23,04	12,17	12,76	7,57	22,92
Ostatní plocha – manipulační plocha	-	-	-	-	-	-
Ostatní plocha – neplodná půda	13,78	15,51	0,24	4,23	31,03	16,57
Ostatní plocha – ostatní dopravní plocha	3,09	0,76	2,38	1,31	1,43	0,05
Ostatní plocha – ostatní komunikace	-	0,18	0,08	0,14	-	0,21
Ostatní plocha – pohřebiště	9,39	10,58	6,88	18,93	7,47	11,64
Ostatní plocha – silnice	0,18	1,15	-	0,40	-	-
Ostatní plocha – skládka	0,41	3,79	2,60	4,89	2,61	1,83
Ostatní plocha – sportovní a rekreační plocha	-	-	-	-	-	-
Ostatní plocha - zeleň	0,67	0,40	0,79	1,91	0,93	6,33

Podle údajů Českého úřadu zeměměřičského a katastrálního tvoří ornou půdu s 23,09 % a zastavěné plochy tvoří 8,88 % celkové výměry správního obvodu města (největší zastoupení orné půdy je v Polance nad Odrou – 55,51 % území a část Moravská Ostrava 23,09 % má největší podíl zastavěných ploch). Lesy a lesní pozemky zaujímají 11,37 % území statutárního města, přičemž tyto plochy jsou nepravidelně rozmístěné na okrajích

správního obvodu města. Mezi nejvýznamnější lesní plochy se řadí Bobrovnícký les, Hulvácký les, Břeží-Porubský les, Palések, Březiny, Bělský les a Korýtko.

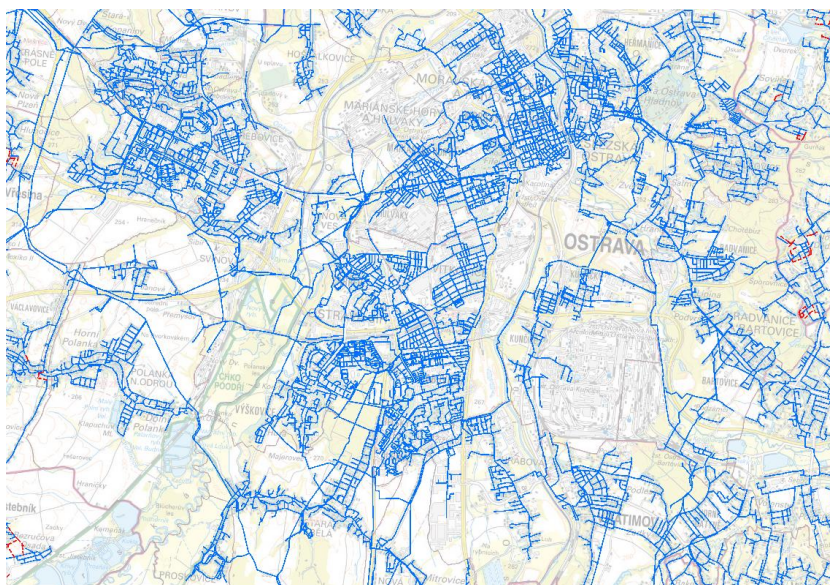


Obr. 4. 20. Mapa statutárního města Ostrava . - převzato z Ostrava.cz

4. 5. 3. Zásobování vodou a odkanalizování

Veřejný vodovod

Charakteristika zásobování pitnou vodou je na území statutárního města Ostravy na velice vysoké úrovni. Nachází se zde dálkový vodovodní řad, řad místního vodovodu a vodovodní řad provozní vody (vedoucí vody do průmyslových areálů). Ze 40% je území zásobováno z podzemních zdrojů, z povrchových zdrojů z 60% napojených na oblastní vodovod se zdrojem vdo z nádrží Morávka, Kružberk a Šance. Celková délka vodovodního řadu činí 1 042 km. Na území města se nachází 3 úpravní vody, 4 čerpací stanice, 35 vodojemů a 3 ostatní zařízení sloužící pro zásobování vodou.

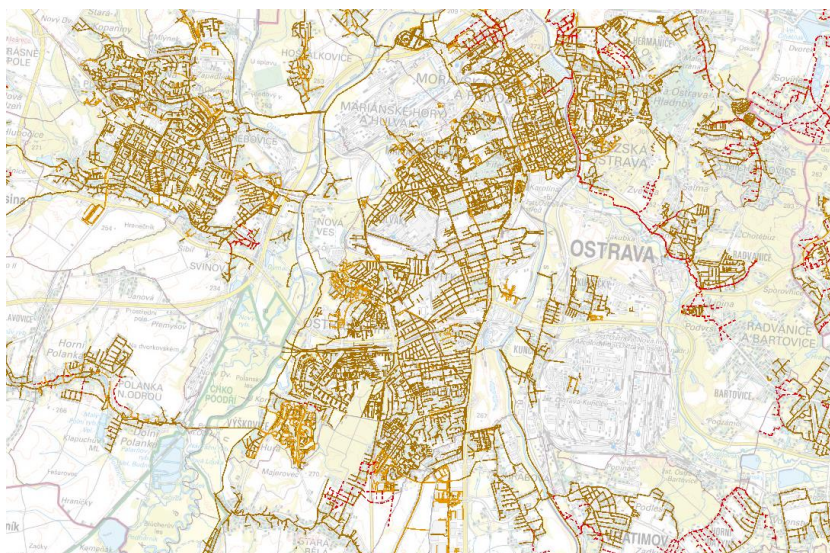


Obr. 4. 21. Schématický přehled zásobování pitnou vodou na území statutárního města Ostrava - převzato z PRVKÚK Moravskoslezského kraje

Veřejná kanalizace

Převážná část území je odkanalizována jednotnou kanalizační sítí, v některých částech města se nachází oddílná kanalizační síť (např.: sídliště Ostrava - Jih, v Hošťálkovicích, Lhotce a v oblasti Petřkovic). Množství kanalizačních potrubí je zaústěno do recipientů anebo dochází ke shromažďování odpadních vod v bezodtokových jímkách na pozemku staveb.

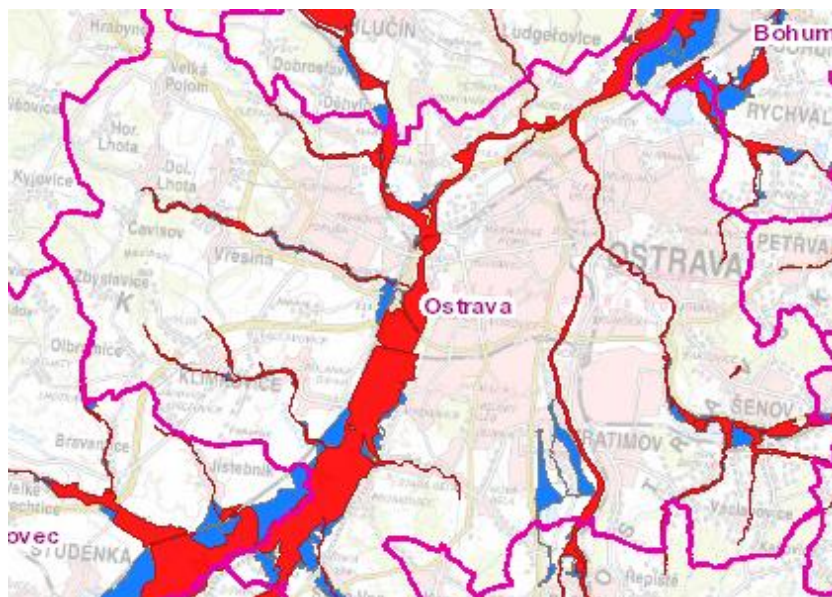
Odpadní vody z centra města, Slezské Ostravy, Muglinova, Přívozu, Vítkovic, Mariánských Hor, Zábřehu, Hrabové, Výškovic, Dubiny, Hošťálkovic, Lhotky, Martinova, Poruby, Pustkovce, Plesné, Třebovic, Svinova a rovněž odpadní vody z části Vratimova, Klimkovic a Vřesiny jsou odváděny do Ústřední čistírny odpadních vod v Ostravě-Přívoze. Další čistírny odpadních vod se nacházejí v Koblově, 2 v Heřmanicích, Michálkovicích a dva průmyslové závody.



Obr. 4. 22. Schématický přehled systému odkanalizování na území statutárního města Ostrava - převzato z PRVKÚK Moravskoslezského kraje

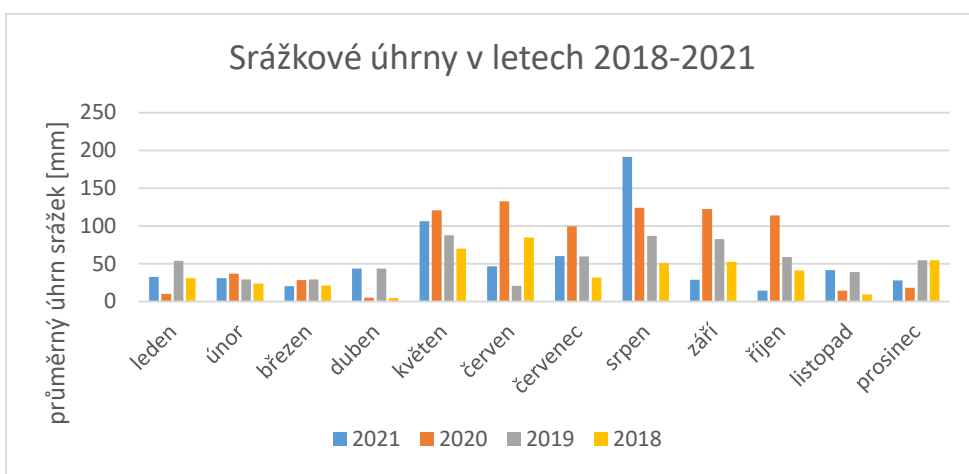
4. 5. 4. Hydrogeologické podmínky

Nejvýznamnějším vodním tokem je řeka Odra, která protéká 14 katastry města. Z dalších vodních toků lze jmenovat vodní toky Datyňka, frýdecký potok, Lubina, Lučina, Ludgerovický potok, Michálkovický potok, Ostravice, Plesenský potok, Podleský potok Polančice, Porubka, Rakovec, Stružka a Venclůvka.

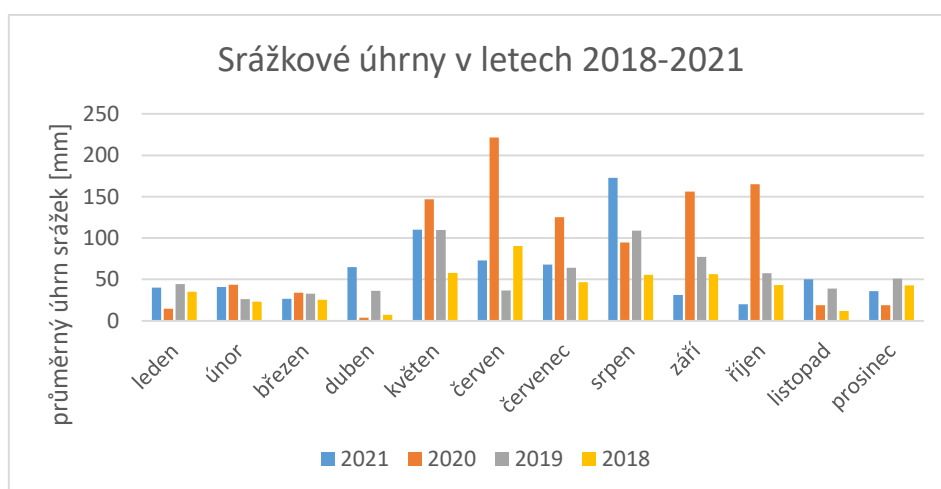


Obr. 4. 23. znázornění záplavových území na území Ostravy (modrá plocha značí záplavové území Q100, červená plocha značí aktivní zónu záplavového území). - převzato z geoportal.msk.cz

Aktivní zóna je vyhlášena na vodních tocích Odra, Starobělský potok, Porubka, Opava, Plesenský potok, Ludgeřovický potok, Ostravice, Stružka, Michálkovický potok, Lučina, Ostravice- Šučí a Polančice. Významným povodňovým rizikem jsou úseky vodních toků Odry, Opavy, Ostravice a Lučiny. Podle údajů zveřejněných na portálu Českého hydrometeorologického ústavu (Graf 4. 5 a Graf 4. 6.) jsou na srážky nejbohatší letní měsíce roku, tedy intenzivní srážky se vyskytují zpravidla mezi květnem a říjnem. Rozdělení srážek v průběhu roku je nepravidelné a vyskytují se období bez srážek způsobující vysychání koryt vodních toků, na které často navazuje období přívalových srážek, které způsobují tzv. bleskové povodně.



Graf 4. 5. Srážkové úhrny v letech 2018-2021 - Měřicí zařízení Ostrava, Slezská Ostrava – vlastní zpracování na podkladu dat Českého hydrometeorologického ústavu



Graf 4. 6. Srážkové úhrny v letech 2018-2021 - Měřicí zařízení Ostrava, Poruba – vlastní zpracování na podkladu dat Českého hydrometeorologického ústavu

Geologické poměry

Geologické podloží je ve velké míře zastoupeno sprašovými hlínami, které se nacházejí především v zastavěných oblastech (Stará Bělá, Ostrava-Jih, Vítkovice a Mariánské Hory a Hulváky). Toto podloží je vhodné pro povrchové vsakování srážkových vod. Nicméně podpovrchová vsakovací zařízení pro tento typ podloží nejsou vhodná z důvodu možného prosednutí spraší při hlubším založení.

Nivní sediment má na území Ostravy po sprašových hlínách druhé největší zastoupení, vyskytuje se především na územích kolem vodních toků Opavy, Odry, Ostravice a Lučiny (Slezská Ostrava, Moravská Ostrava a Přívoz, Petřkovice, Lhotka, Hošťálkovice, severní část Mariánských Hor a Hulváků, Třebovice, Svinov, Nová ves, východní část Polanky nad Odrou a Proskovice). Tento typ podloží je vhodný pro povrchové vsakování srážkové vody.

Třetí nejvíce zastoupenou skupinou podloží na území Ostravy jsou navážky, haldy, výsypky a odvaly. Tato území byla uměle vytvořena lidskou činností, zejména těžbou černého uhlí. Tato území nejsou příliš vhodná pro návrh vsakovacího zařízení, a to zejména díky sklonitosti terénu.

V západní části území Ostravy, přesněji oblast Krásného Pole, je podloží z většiny tvořeno z jílové břidlice, prachovců a droby. Toto podloží není vhodné pro vsakování, neboť takovéto podloží srážkovou vodu nepropouští, nýbrž zadržuje.

Poslední méně četnou skupinou na řešeném území je podloží tvořeno šterky a písky. Tento typ podloží se nachází především v blízkosti vodních toků, na pomezí podloží sprašové hlíny a nivního sedimentu. Jedná se o nejvhodnější typ podloží pro povrchové i podzemní vsakování srážkové vody díky své schopnosti vodu rychle absorbovat a přenést do spodních vrstev podloží.

Spádové poměry území

Spádové poměry v Ostravě jsou z většiny rovinné plochy se sklonem do 2°, což je znázorněno na Obr. 4. 24., kde jsou modře znázorněny plochy do 2° spádu.

Z analýzy území pomocí digitálního modelu reliéfu 5. generace vyplývá, že většina řešeného území má rovinný sklon. Dále jsou zde neméně zastoupeny plochy mírně skloněné, tedy plochy od 2–5°. Plochy příkré a velmi příkré skloněné 15–35° se vyskytují většinou jako navážky kolem silničních a drážních komunikací, nebo také na úbočí hald, jmenovitě

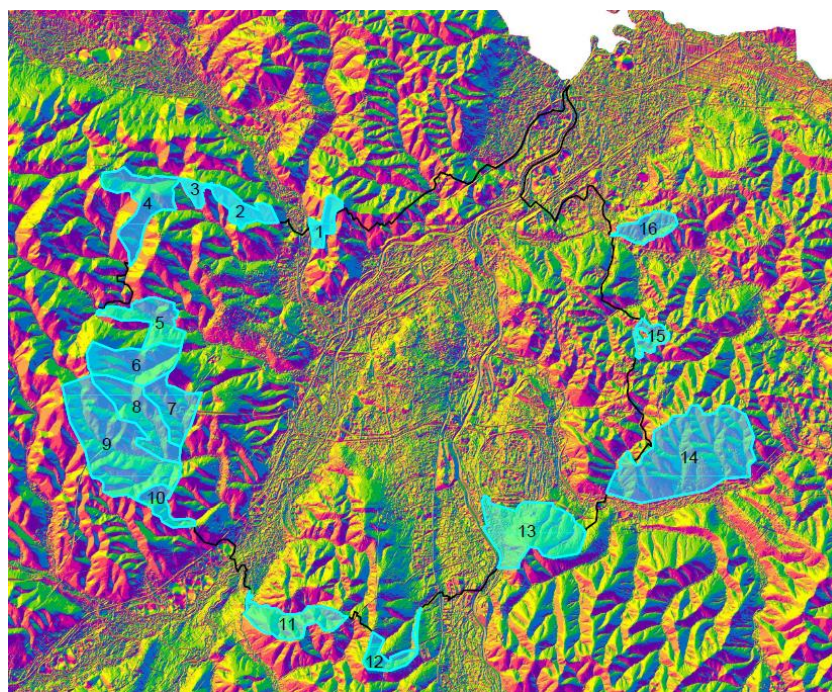
Halda Hrabůvka, Halda Kunčičky, Halda Ema, Přívozská halda, Halda Heřmanice. Srázy 35–55° se vyskytují na území zřídka, zejména se jedná o úpatí hald, odkaliště u Dolu Hrušov nebo úbočí kolem řeky Odry u Petřkovic.

Stěny se sklony více jak 55° se na území Ostravy téměř nevyskytují. Jedno z mála míst, které takového sklonu dosahují, jsou určitá místa na úbočí kolem řeky Odry u Petřkovic, nebo také u Haldy Kunčičky.

Nejvyšší bod v Ostravě se nachází na severozápadní části území, a to u vrcholu kopce Končina. Nadmořská výška je v tomto bodě 339,03 m.n.m., samotný kopec má vrchol ve výšce 340 m.n.m. Nejnižší bod v Ostravě se nachází v severní části, a to v korytě řeky Odry, nadmořská výška je v tomto bodě 194,82 m.n.m.

Podmínky pro nakládání se srážkovými vodami

Přítokových oblastí je na území statutárního města Ostrava celkem 16 o celkové ploše 52,6 km².



Obr. 4. 24. Mapa přítokových oblastí – vlastní zpracování na podkladu ags.cuzk.cz

- Dešťová voda, která dopadne na oblast číslo 1, následně stéká do místního potoka, který ústí do řeky Opavy.

- Dešťová voda, která dopadne na oblast číslo 2, následně stéká do místního potoka, který ústí do přírodní rezervace Štěpán, jenž dále ústí do řeky Opavy.
- Dešťová voda, která dopadne na oblast číslo 3, následně stéká do Plesenského potoka, který ústí do řeky Opavy.
- Dešťová voda, která dopadne na oblast číslo 4, následně stéká do menších potůčků, které ústí do Plesenského potoka, jenž ústí do řeky Opavy.
- Dešťová voda, která dopadne na oblast číslo 5, následně stéká do potoku Porubka, který ústí do řeky Odry.
- Dešťová voda, která dopadne na oblast číslo 6, následně stéká do potoku Záhumenička, který ústí do Porubky.
- Dešťová voda, která dopadne na oblasti číslo 7-9, následně stéká do místních potoků, které ústí do potoku Polančice.
- Dešťová voda, která dopadne na oblast číslo 10, následně stéká do místního potoka, který ústí do rybníků u Dolní Polanky.
- Dešťová voda, která dopadne na oblast číslo 11, následně stéká do Jarkovského potoka, který ústí do říčky Ondřejnice.
- Dešťová voda, která dopadne na oblast číslo 12, je do Ostravy odváděna díky sklonu povrchu.
- Dešťová voda, která dopadne na oblast číslo 13, je do Ostravy odváděna do místních potůčků ústících do řeky Lučiny.
- Dešťová voda, která dopadne na oblast číslo 14, následně stéká do Bartušovského a Šumbarského potoka a dalších, které následně ústí do říčky Sušanky.
- Dešťová voda, která dopadne na oblast číslo 15, následně stéká do místního potoka, který dále vtéká na území Ostravy.
- Dešťová voda, která dopadne na oblast číslo 16, následně stéká do Statkového potoka, který ústí do vodního toku Stružka.

Většina přítokových oblastí se jimi stává díky povrchovým tokům, do kterých dešťová voda z těchto ploch přitéká. Z této analýzy a následných výpočtů pak vyplývá, že na území Ostravy z těchto oblastí přiteče 20 665 l/s srážkové vody.

Jelikož se Ostrava nachází převážně v údolí, lze konstatovat, že odtokové oblasti jsou tak malé, že se jedná o zanedbatelné množství.

Recipienty jsou reka Odry, Opava, Ostravice a Lučina. Voda do těchto recipientů je přiváděna jednak přímo, ale rovněž prostřednictvím dešťové kanalizace.

Realizované projekty zaměřené na hospodaření se srážkovými vodami

Komunitní centrum – Všichni spolu – Ostrava

Komunitní centrum využívá několik druhů technických řešení, která reagují na změnu klimatu. Budovy mají zelené střechy, které zmírňují množství odvedené vody, a navíc redukuje teplotní extrémy v letních vedrech, nebo zimních mrazech. Pozvolné vyparování vody ze zelených střech navíc dopomáhá mikroklimatu tím, že zvlhčuje a ochlazuje okolní vzduch. Voda, která se nevsákne na střechu, je odvedena do retenčních nádrží, ze kterých je zaléván místní trávník. Zbylá nevyužitá voda je odváděna do Pustkoveckého potoka. Zpevněné plochy jako je multifunkční, nebo dětské hřiště mají propustné povrchy, tudíž mají schopnost vodu vsakovat do podlahy.

Vegetační střecha Velkého Světa Techniky v Ostravě

Tato střecha o rozloze 2000 m² byla vytvořena v roce 2014 a slouží i k rekreačním účelům návštěvníků. Voda, která dopadá na plochu střešní konstrukce je vsakována do jednotlivých vrstev, případně zachycována k pozdějšímu využití k závlaze rostlin.

5. STRATEGIE CHYTRÉHO HOSPODAŘENÍ SE SRÁŽKOVÝMI VODAMI V URBANIZOVANÉM ÚZEMÍ STATUTÁRNÍCH MĚST MORAVSKOSLEZSKÉHO KRAJE

Klimatické změny na Zemi již byly mnohokrát potvrzeny a prokázány. Příčinou této změny jsou mj. i lidská sídla, charakteristická velkou mírou zpevněných povrchů, které nepodporují přirozený cyklus vody a tím mění mikroklimatické podmínky území. Srážková voda, která dopadne na zpevněnou plochu, je co nejrychleji odvedena do veřejné stokové sítě a následně pryč z urbanizovaného území. Z tohoto důvodu je výrazně ovlivněn přirozený vsak srážkových vod do podzemních vrstev či jejich výpar. Kombinace vlivu klimatické změny a stupně urbanizace však ve větších městech či obcích již vygradovala natolik, že stále častěji čelíme obdobím sucha, nebo naopak bleskovým povodním. Tento fakt je způsoben absencí efektivního strategického plánu, jak jednotlivé dílčí kroky zaměřené na hospodaření se srážkovou vodou efektivně využít a provázat tak, aby vzájemně tvořily jednotný a snadno udržitelný celek. Současné územně plánovací podklady a dokumentace jednotlivých samospráv tuto oblast aktuálně zpravidla neřeší anebo se jí zabývají pouze okrajově. Většina samospráv však tento fakt vnímají a zpracování této problematiky vítají.

Strategii chytrého hospodaření se srážkovými vodami v urbanizovaném území měst a sídel je v této publikaci označována jako problematika tzv. „Water Information Management (Modelling)“, zkráceně pak jako „WIM“ (Teichmann, Faltejsek, Kuda a kol, 2020). Nástroj WIM je zaměřen na řešení problémů v rámci území jako celku, přičemž částečně vychází z již známých poznatků, které vhodně doplňuje a řeší v širších souvislostech, přičemž celkově vychází z konceptu digitalizace stavebnictví. Právě tato oblast zažívá v posledních letech významný posun v podobě informačního modelování a managementu staveb, který inovuje klasické smýšlení o stavbách a území do 3D, 4D, 5D a dalších dimenzí projektu. Primární cíl, tedy posun z 2D dokumentace na 3D model, se ukazuje jako pouhý základ pro další využití. Tuto metodiku lze aplikovat rovněž na úrovni měst, kde lze mluvit o tzv. informačním managementu měst případně také informačních modelech vystavěného prostředí. Tyto modely mají za úkol vytvořit nejenom 3D digitální informační model města, ale celkově zefektivnit správu nad informacemi a optimalizovat procesy správy a provozu (Blanchet, Castaing, Beaufils, 2017). S tvorbou 3D modelů

přichází také možnost vytvářet nad tímto modelem mnoho simulací. Informační modelování staveb tuto možnost předpokládá, avšak stále není dostatečně rozšířená a uplatňovaná v praxi. Simulace nám mohou poskytnout mnoho informací, které běžně přehlízíme nebo je považujeme za méně důležité.

Existuje celá řada simulací, které lze na 3D modely staveb nebo měst aplikovat. V současné době se uplatňují především simulace interiérové. Ty počítají s vnitřním uspořádáním budovy, navržením technického a technologického vybavení, dispozicí, typologií apod. Opakem jsou simulace exteriérové, které pracují s obvodovým pláštěm, tvarem a rozměry budovy, reliéfem terénu nebo s konečným umístěním stavby do prostoru. Při takových simulacích mají velký vliv okolní stavby, jejich výška nebo tvar, popř. i jiné prvky, které mohou stavbu stínit nebo narušovat plynulé proudění vzduchu. Tato publikace se zaměřuje na simulace exteriérové v rámci zastavěného území města a jeho dílčích částí.



Obr. 5. 1. Základní procesní kroky managementu – Vlastní zpracování

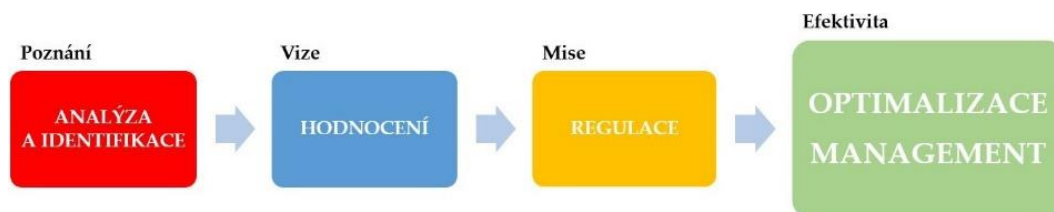
Oblasti informačního modelování se nepopíratelně promítají také do problematiky managementu hospodaření se srážkovou vodou, kde reprezentují nástroje určené pro manažerské procesy, zpravidla vystavěné na bohaté datové základně. Tyto procesy jsou často výsledkem dlouhého procesu zpracování, pochopení a hodnocení jednotlivých městských struktur, systémů i jejich dílčích částí (Fuchs, 2010). Samotný management tak lze chápat jako naplnění činností či pochybení, které vyvstaly z jednotlivých předchozích kroků, viz Obr. 5. 1.).

5. 1. Přístupy a vstupní předpoklady strategie chytrého hospodaření se srážkovou vodou

Procesy řízení a optimalizace vodohospodářských opatření a infrastruktury lze definovat jako prolnutí různých oblastí, jejichž cílem je zefektivnění jejich provozování. První oblast je tvořena metodami facility managementu, který napomáhá ke stavu poznání daného prvku s vazbou na jeho správu, údržbu a provoz. Tato fakta tvoří tzv. nadstavbu a doplnění poznání o daném infrastrukturálním objektu, které je dáno především v rámci jednotlivých typů jeho

dokumentace (projektová, provozní, účetní, revizní, správní apod.). Cílem takovéto optimalizace je pak především zajištění hospodárného a bezporuchového provozu, a to za cenu minimálních nákladů a maximalizace užiteků. Tento cíl je potřebný v rámci městských infrastruktur, které jsou v současné době často na prahu svého technického zhroucení v důsledku svého opotřebeného stavebnětechnického stavu. Reaktivní, často zcela improvizovaný přístup k údržbě a absence finančních rezerv nebo podpory státu či Evropské unie napomáhá negativním způsobem stále se zhoršujícímu stavu. Je tedy na místě soustředit se nejen na rozsáhlé modernizace či obnovy staveb, ale také na technické vybavení v území, které je jedním z klíčových zdrojů toho, aby mohly být jednotlivé stavby následně provozovány a užívány tak, jak bylo navrženo projektantem v projektové dokumentaci při přípravě a realizaci investiční akce. Stále platí, že vše co vzniká stavebně-montážní technologií, člověk projektuje a realizuje proto, aby to užíval a provozoval. Na tento fakt se při prvních koncepčních úvahách o budoucí investici příliš neklade důraz, přitom jeho důležitost dokreslují skutečnosti, kdy vinou špatného provozování a zanedbané péče dochází k částečným nebo i úplným omezením v systémech pro zásobování pitnou vodou či odvádění odpadních vod z urbanizovaného území (Strakoš, 2003; Teichmann, Lhotáková, 2014; Kroger, Zio, 2011; Christodoulou a kol., 2010; Tuhovčák, Ručka, Juhanak, 2005; Liu a kol., 2020).

Procesy optimalizace jsou často velmi komplikované a zdlouhavé, a to zejména díky prostorovému rozsahu infrastrukturálních staveb, nicméně i přes tuto skutečnost nesmí zůstat upozaděny. Jejich dlouhodobé opomíjení či odkládání může vést až k fatálním následkům v urbanizovaném území a je tak potřeba optimalizaci postupně řešit (viz Obr. 5. 2.).



Obr. 5. 2. Proces optimalizace – Vlastní zpracování

5. 1. 1. Městský facility management

Klasické vnímání facility managementu se zaměřuje na správu a provoz jednotlivých budov a přilehlých ploch. Podíváme-li se na všechny služby, které facility management (FM)

zaštiťuje, zjistíme, že aplikovat jej lze také do správy měst. Aplikovatelnost do městského prostředí je tedy nejenom možná, ale s rozvojem technologií, strategiemi udržitelného rozvoje a koncepty Smart Cities, dokonce nezbytná.

Město se skládá z velkého množství prvků, uživatelů, technologií, staveb, komunikací a dalších částí, která mají různé životní cykly a různé principy chodu a provozu. Na rozdíl od budov, kde se životnost může pohybovat od 60 do 100 let, jsou to u měst stovky či tisíce let, po které je nutné provádět údržbu a zachovat plynulý a efektivní provoz.

Hlavní myšlenkou městského FM je zlepšit kvalitu fyzického prostředí; vytvářet pracovní příležitosti, zajistit bezpečnost obyvatel a zajistit zapojení občanů měst při navrhování a řízení služeb v městském prostředí. Městský FM je zprostředkovatelská disciplína, která zaplňuje mezeru v myšlení managementu města. Z definice facility managementu vyplývá, že středem správy majetku a provozu budov, měst a veřejného prostoru musí být vždy člověk, tedy obyvatel/uživatel města. Zajištěním komfortu, služeb, integrity a dalších základních aspektů může dojít k zapojení obyvatel při správě a rozvoji měst. Komplexní výzkum ukazuje, že rozvoj městských oblastí musí být úzce propojen s pochopením rozvoje ekonomické udržitelnosti. Lepší porozumění životnímu prostředí a potřebám občanů je klíčem ke zvýšení jejich motivace k podílení se na správě měst (Blanchet, Castaing, Beaufiles, 2017).

Chceme-li rozšířit principy FM efektivně také do managementu měst, musíme současné oblasti znalostí FM na strategické, taktické a operativní úrovni rozšířit o: územní plánování, datové modelování, obchodní modely, jako jsou PPP, finanční a multikriteriální optimalizační modely, sociální infrastruktura v dynamickém rozvoji, předpovědní metody, demografické modely, komunikační metody, prostorové statistické metody, vizualizační metody. K tomu je třeba vyvinout nové metody a nástroje založené na teoriích: hodnotová orientace, udržitelnost, motivace vlastníků a uživatelů, komunitní angažovanost, změny chování.

Moderní společnost vyžaduje moderní stavby a moderní města, které budou fungovat s co nejvyšším využitím zdrojů, budou v nich využity moderní technologie a umožní se uživatelům, aby se podíleli na celém jejich životním cyklu. Městský přístup FM řeší problémy tím, že působí jako prostředník mezi různými zájmy zainteresovaných stran v zastavěném prostředí a zajišťuje, aby sociální hodnota byla začleněna do ekonomických

a ekologických zájmů. Rozvoj lépe udržovaných budov a prostor mezi nimi může zlepšit spokojenost občanů a také vytvořit nové příležitosti prostřednictvím přístupů Smart FM v městském měřítku, tedy v souladu s koncepty Smart Cities. Digitalizace služeb v městském měřítku je stále nedostatečně využívána (Rogelj, Bogataj, 2019).

5. 1. 2. CAFM systémy

Systémy pro facility management CAFM (Computer Aided Facility Management) a jiné podpůrné aplikace, jsou zpravidla databázově stavěná řešení, která dokáží absorbovat velké množství dat nasbíraných z široké škály procesů (a u měst především) v průběhu celého životního cyklu města (CAD.cz, 2007).

V těchto systémech je komplexní přehled o spravovaném majetku (data statická) a procesy/služby FM (data dynamická). Moderní a inovativní systémy dokáží data sbírat z jiných zdrojů, tedy bez nutnosti vkládat do systému data manuálně. Jinými zdroji mohou být například již zmíněné digitální informační modely měst, veřejné databáze (katastr nemovitostí) nebo páteří systémy měst (ERP).

Ze zahraničních studií lze zjistit, že při správném využití některých z CAFM systémů lze docílit až 30% úspor provozních nákladů. Stejně jako u podobných analýz zavedení FM je nutno i tuto skutečnost aplikovat individuálně a na každou implementaci softwaru zvlášť (IFMA, 2019).

Moderní CAFM systémy bývají modulární. Modularita systémů umožňuje uživateli navolit si pouze takové oblasti, které ho skutečně zajímají. Moduly mohou být např.: řízení a správa ploch, nájemních vztahů, infrastruktury, budov a vybavení, inventarizace movitého majetku, správa adres, náklady, rozpočty, smlouvy, správu dokumentů, skladové hospodářství, čištění ploch, odpadové hospodářství, vazba s CAD a GIS systémy aj. Dalšími důležitými prvky systému mohou být: správa vozového parku, helpdesk, časové plánování, finanční řízení projektů, simulace nenadálých událostí, evidence materiálů a další (Vyskočil, Kuda, 2011).

Cílem nasazování CAFM systémů je zejména: maximální možné snížení nákladů na provoz, zaměření na kvalitu, ať služeb nebo prostředí, zaměření se na vzájemné vztahy mezi 5P a optimalizace jejich vazeb, prodloužení životnosti spravovaného majetku pomocí pravidelné údržby a kontroly, standardizace dat v softwarovém prostředí a pravidla pro jejich vkládání, což má za výsledek větší přehled a snazší dohledávání dat, vnitropodniková

politika z hlediska nákladů, rozdělování činností a celkové správy, přehled dokumentací a jejich následná správa, přiřazování a snadné dohledávání, benchmarking, předcházení nenadálým událostem, a také trvale udržitelný rozvoj.

Kvalitní evidence dat o spravovaném majetku či území je základním předpokladem efektivity a hospodárnosti navazujících činností. Úroveň kvality evidence je velmi důležitým prvkem při jakékoliv správě majetku či území. Evidence by měla být jednotná, ucelená, přehledná, kvalitní a standardizovaná. Jednotnost a standardizace umožňují snadné porovnávání a kontrolu dat (CAD.cz, 2007).

Správa a práce s daty v CAFM systémech

Práce s daty je velmi individuální záležitostí. Jednotlivá odvětví správy majetku vyžadují mnohdy odlišný způsob přístupu a jejich využití. Facility management při správě většího počtu nemovitostí využívá některého z informačních nástrojů. Tyto nástroje jsou velmi důležitou součástí oboru FM a jejich zavedení tvoří velmi vysoký podíl při následném šetření nákladů, efektivním rozvoji a využití možného potenciálu nemovitostí. Systémy tvoří komplexní databázi o spravovaném majetku.

Při správě majetku je zpracováno několik druhů dat. Jsou to data statická, dynamická a data výstupní. Statická data jsou daty evidenčními (popř. pasportizačními) o spravovaném majetku, tedy data o budovách, plochách, zařízeních apod. Dynamická data vyžadují pro svou evidenci data statická. Dynamickými daty rozumíme obraz procesů a činností. Tyto data jsou proměnné v čase. Výstupní a informační data poskytují reporty (výstupy) a slouží zpravidla pro analytické rozbory a plánování.

Propojení CAFM s databázemi municipalit

Z výše zmíněných popisů těchto informačních nástrojů pro facility management můžeme říci, že tvoří přehledné evidenční databáze nemovitostí v obcích. Samotná evidence je v těchto systémech velmi přehledná a pro obsluhu jednoduchá. CAFM systémy mají základ v evidenci majetku, nicméně jejich hlavní složkou je celá řada navazujících modulů, které jsou určeny k efektivní správě a provozu, primárně zaměřených na jednotlivé procesy facility managementu.

Současné CAFM systémy nabízí možnost propojení databáze s CAD/BIM a GIS prostředím. S tímto propojením můžeme snadno dohledávat evidované nemovitosti nebo

zájmové oblasti v mapě, analyzovat jejich polohu vůči městu nebo vyhodnocovat následný rozvoj města. Další částí je přiřazování dokumentů a smluv spojených s objekty nebo pozemky. Silné nástroje mají ve svých modulech i správu dokumentací. Pokud provádíme činnosti spojené s údržbou, opravami nebo rozvojem měst, máme zde možnost přiřadit např. smlouvy s dodavateli, revizní zprávy, protokoly, zápisy a další typy dokumentů.

5. 1. 3. Informační management staveb (BIM)

BIM je moderní, efektivní a inteligentní proces založený na 3D modelu a datech. Tímto přístupem usnadňuje tvorbu, evidenci a výměnu dat po celou dobu životního cyklu stavby. Životní cyklus staveb je základním předpokladem pochopení metody BIM, protože je důležité hledat propojení a uplatnění napříč celým životním cyklem: tedy od myšlenky/návrhu, přes projekt, realizaci, údržbu a provoz až po likvidaci stavby.

BIM lze interpretovat jako informační databázi. Sjednocuje veškeré informace využitelné během životního cyklu stavby a zachovává je po celou dobu, a to včetně přehledného a reálného 3D modelu. Jednou z nejdůležitějších podmínek BIM/CIM je, aby data byla průběžně aktualizována.

Význam BIM potvrzuje také povinnost užití informačního modelování staveb u veřejných nadlimitních staveb od 1. 7. 2023 v České republice. V jiných evropských zemích je tato povinnost již zavedena. Současně se s povinností užití metody BIM od výše zmíněného data uvádí také přijetí Zákona o BIM, který by měl současně s touto povinností vyjít v platnost (Koncepte BIM, 2017).

Metody zpracování 3D modelu

V rámci koncepce digitalizace stavebnictví a metody informačního modelování staveb (BIM), která jsou aplikovány v měřítku měst, lze dosáhnout podobných výsledků, jaká se udává při využití metody BIM u samostatných budov. Výsledky metody BIM jsou dnes již ověřitelné po celém světě. Mnoho zemí se věnuje implementaci BIM na úrovni státu již řadu let.

Informační modelování měst, případně také dnes velmi užívané spojení informační management měst, protože jde především o digitální, efektivní, přehlednou a ucelenou databázi informací, je nastupujícím trendem v konceptu Smart City a udržitelného rozvoje měst. Existuje mnoho platforem (např. mapy.cz nebo Google Maps), které nabízí 3D modely

měst. Nicméně v tomto případě nelze hovořit o informačním modelování. To je založeno na interaktivních prvcích/elementech, které lze snadno editovat, a které mají připojené popisné informace, nejlépe uchované v některém z databázových CAFM systémů. Principy modelování u BIM i CIM jsou velmi podobné, přesto se v mnoha ohledech liší. Základním prvkem u informačního modelování měst (CIM) je stejně jako u BIM 3D model, informace a následné uplatnění popisných negrafických dat. Liší se však v míře úrovní podrobností (LoD a LoI) a uplatnitelných informací z definovaného LoI (Level of Development, 2016; Wei, Bonenberg, Zhou a kol, 2017).

5. 1. 4. Informační modelování a management obcí a měst

CIM, z anglického City Information Management (Modelling), je trend, který nastupuje po informačním modelování staveb. Principy těchto metod jsou velmi podobné, přesto se v mnoha ohledech liší. Jde především o digitální, efektivní, přehlednou a ucelenou databázi informací a správné využití těchto dat v úrovni měst.

CIM jde o krok dále než BIM. Integruje informace poskytované BIM do širšího plánování a rozvoje měst. CIM je užitečný nejenom pro architekty a projektanty v jednotlivých budovách, kampusech a urbanistických projektech v jakémkoli měřítku, ale především pro management měst. Propojením BIM a CIM jsou uživatelům poskytnuty interaktivní 3D modely staveb a měst obohacených o informace, které lze v reálném čase analyzovat nebo nad nimi vykonávat další navazující procesy. 3D model města lze využít mimo jiné i pro simulace. Základní součásti, které by 3D model města určený pro simulace v zástavbě měl zahrnovat:

- základní rozměry a tvary staveb,
- reliéf terénu, pokud může jednotlivé simulace ovlivnit,
- okolí budov včetně vlivných prvků (zeleň, technické vybavení obce, okolní stavby aj.),
- hrubosti jednotlivých povrchů, pokud mohou ovlivnit simulaci,
- materiály jednotlivých povrchů, pokud mohou ovlivnit simulaci.

Pro model města je velmi důležité, aby dodržoval realistické tvary a poměry velikostí jednotlivých staveb, okolí, zeleně a jiných zařízení, terénu a ploch. V CIM úrovni jde především o informace k simulované stavbě, areálu nebo části zástavby. BIM samozřejmě využívá 3D modelování, ale také zachází daleko za hranice tradičních CAD schopností

a zahrnuje data a informace po celou dobu životnosti stavebního projektu. Skutečnost, že různé aspekty mohou být vzájemně propojeny, umožňuje potenciální rozšíření – kde mohou být různé jednotlivé budovy spojeny do většího celkového projektu. Jednotlivé soubory BIM lze připojit do ještě větší městské platformy. CIM jde nad rámec většiny modelů a souborů BIM, přináší odkazy na infrastrukturu, veřejné služby, a dokonce i modeluje, jak se lidé pohybují a komunikují s městem. Důležitou součástí Smart City, a tedy i konceptu CIM, jsou technologie IoT. Připojená zařízení jsou začleněna do silnic a systémů veřejné dopravy, komerčních budov, monitorování energie a platformou nakládání s odpady. Spolupráce je jedním z klíčových prvků definujících BIM a stejný potenciál pro spolupráci a společnou inovaci se jistě vztahuje i na městské informační modely. CIM může spojit různé systémy a zúčastněné strany. CIM je však stále počátcích, ale není pochyb o tom, že bude významný při navrhování a provozování měst budoucnosti (Townsend, 2014).

Města procházejí digitální transformací stejně jako privátní sektor. V oboru stavebnictví je to především digitalizace map do GIS či 3D modelů, digitalizace dat o městech (v ČR např. ISKN – informační systém katastru nemovitostí), procesů, až po Smart City koncepty v podobě chytrých řešení a IoT technologií. Městský informační management zahrnuje 3D model města, který lze následně spojit s BIM (tedy solitárními stavbami vytvořenými touto metodikou) a dalšími zdroji dat. Těmi jsou podstatné informace pro správu a údržbu města, vedení, komunikaci s občany, data potřebná pro simulace a analýzy, pro tvorbu strategií, rozpočtu a plánování. CIM může obsahovat veškerá data spojená s chodem města a vzájemně je kombinovat a propojit s využitím navazujících softwarových řešení (CAFM systémy pro municipality).

5. 1. 5. Informační modely obcí a měst

Informační modely obsahují nejenom budovy v určitém měřítku včetně jejich výšek, ale i dopravní komunikace, komunikace pro pěší, parkovací plochy a odstavná stání, zelené plochy, přechody, zastávky MHD, budovy občanské vybavenosti a další prvky města, které je vhodné mít přehledně zanesené v mapě. Cílem takovýchto modelů je vytvořit skutečný digitální informační model města pro efektivní městský facility management. Funkčnost modelů je založena na principu metody BIM, kdy využívá především přehledného 3D zobrazení. Na rozdíl od 2D map jsou takovéto modely „živé“, snadno aktualizovatelné

a s informacemi obsaženými uvnitř každé části mapy a jednotlivých prvků také uplatnitelný v městském facility managementu.

Interaktivní mapové modely měst mají spoustu možností využití a uplatnění. Pokud se na tyto modely podíváme z hlediska využití a přínosů stejně jako u metody BIM, nabízí se široká škála stejných a případně i dalších možností využití, a to například:

- přehledná 3D mapa města s možností přiblížení detailu,
- podklad pro plánování rozvoje města, urbanismu a jeho architektury,
- v jednom modelu mohu mít zaneseno několik map – územní plán, katastrální mapu, mapu vrstevnic a další,
- sledování rozvoje města při zodpovědné aktualizaci modelu v čase,
- podklad pro analýzy a jejich vyhodnocování,
- databáze informací v modelu, přehled o plochách, kvalitách a dalších vlastnostech příslušných prvků města,
- management údržby jednotlivých městotvorných prvků města,
- efektivní správa odpadového hospodářství s propojením na CAFM,
- správa a údržba komunikací – silnice, chodníky, cyklostezky,
- možnost tvorby simulací,
- lokalizace prvků v návaznosti na CAFM systém nebo s využitím hladin.

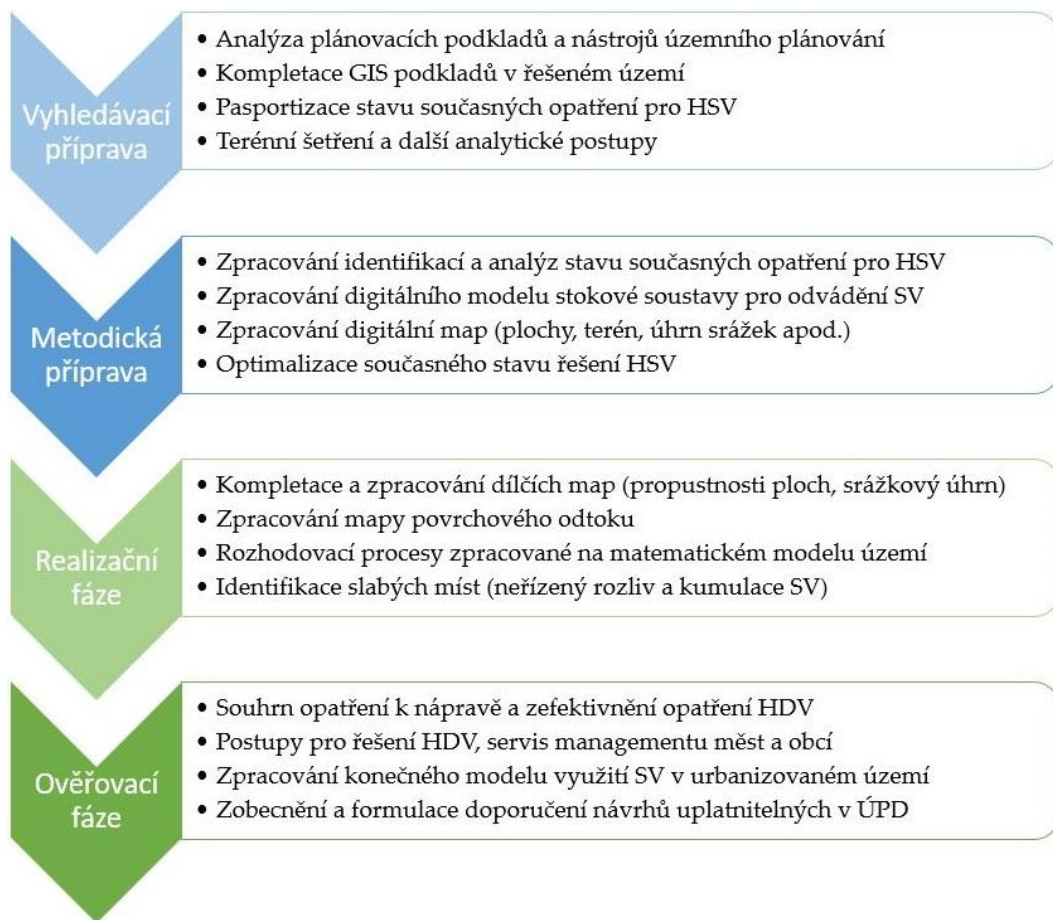
Snadná lokalizace a filtrace prvků města může probíhat i bez propojení na systém pro facility management. Jednotlivé prvky jsou dle stejného charakteru rozděleny do hladin, takže jednoduchým vypnutím/zapnutím příslušné hladiny nebo skupiny hladin máme jasný přehled o počtu i rozmístění prvků v mapovém modelu. Mapový model nám rovněž dává již vypočítané plochy nebo objemy prvků.

Hlavním rozdílem mezi použitím CAD a GIS systému při managementu města spočívá v přístupu k datům. Klasické GIS systémy pracují na základě map, které přebírají z jiných institucí. V případě 3D zobrazení jsou to převzaté ortofotomapy, které jsou velmi často neaktuální, a jejich časová prodleva mezi aktualizacemi je velmi vysoká. S rychlým rozvojem města nemůže držet krok a jejich využití není kompletní a efektivní. 3D model vytvořený v CAD prostředí má pochopitelně o něco časově nákladnější vytvoření, ale je možné ho aktualizovat s vývojem města souběžně, tvořit, upravovat a modelovat ho dle potřeby. Nevýhodou mapového modelu je z důvodu plošného rozsahu nárok

na hardware. Hlavní výhodou GIS prostředí je možnost pokrytí skutečně velkých mapových ploch bez větších nároků na výpočetní výkon (Arroyo, Diakité, Krijnen a kol., 2018; Blanchet, Castaing, Beaufils, 2017; Eastman, Teicholtz, Sacks, 2008).

5. 2. Metoda Water Information management (WIM)

Metoda Water Information management (WIM) je nástroj zaměřený především na identifikaci a analýzu slabých míst urbanizovaného území, jež je potřeba v rámci minimalizace dopadu klimatické změny řešit, tedy identifikovat potencionálně vhodná místa pro návrh nápravných opatření řízeného zpomalení povrchového odtoku srážkových vod z území. Náplní tohoto nástroje je zefektivnění hospodaření se srážkovou vodou v oblasti životního prostředí na urbanizovaném území a operativní řešení přívalových vod a sucha.



Obr. 5. 3. Proces uplatnění nástroje WIM – Vlastní zpracování

Hlavním strategickým cílem je návrh řízeného zpomalení (retardace) povrchového odtoku srážkových vod v urbanizovaném území, a to formou snadno udržitelných povrchových vsakovacích a retenčních zařízení doplněných zelení, případně též výměnou nepropustných zpevněných povrchů za propustné a v neposlední řadě rovněž zvýšení objemu podzemních vod a z toho plynoucí omezení rizik plynoucích z klimatické změny. V rámci nástroje WIM je možné provádět analýzy a predikce důležité pro chytré hospodaření se srážkovými vodami v urbanizovaném území statutárních měst Moravskoslezského kraje.

Novost nástroje R-WIM je dána především způsobem zpracování základních (vstupních) modelů, které lze zpracovat formou vzájemně provázaných vrstev, a to včetně napojení na různá datová prostředí (např. data katastru nemovitostí, data ČHMÚ a další), případně je dále doplnit o další algoritmy zajišťující výpočty a analýzy, např. v podobě výpočtů povrchového odtoku v závislosti na typu povrchu a součiniteli odtoku. Podstatou nástroje WIM je tedy zefektivnění hospodaření se srážkovými vodami v rámci urbanizovaného území, přičemž samotné zpracování řešené problematiky s využitím R-WIM probíhá ve čtyřech navazujících časových fázích, tak jak je znázorněno na Obr. 5. 3.

Jedním ze stěžejních výstupů nástroje WIM jsou interaktivní mapy urbanizovaného území se znázorněním odtokových poměrů. Tyto mapy tvoří komplexní podklad pro zpracování analýzy a řízení srážkových vod v urbanizovaném území, přičemž jsou jednotlivé mapy zpracovány formou vzájemně provázaných vrstev. Spojením dílčích mapových podkladů (základní mapa ploch, mapy morfologie terénu, stokové sítě, propustnosti ploch, či mapy úhrnu srážek) vznikne výsledná interaktivní Mapa povrchového odtoku, která stanoví problémová místa, tedy např. taková místa kde se hromadí srážková voda apod.

Na Obr. 5. 4. lze sledovat ukázkou další dílčí mapy, znázorňující provázané mapové prostředí, ve kterém lze např. spatřit barevnou odlišnost jednotlivých ploch. Každá barva může prezentovat odlišný typ plochy (povrchu), přičemž data jsou převzata z databáze katastru nemovitostí a případně mohou být dále doplněna a rozšířena. Nástavbu a zastřešení těmito mapovým podkladům pak tvoří prostředí obsahující databázi s širokou škálou funkcionalit. Takovéto specializované mapy, především pak jednotlivé mapy dílčí, tvoří jeden z výchozích podkladů pro řešení problematiky HDV. Jednotlivé mapy mohou tvořit základní výzkum v daném území (analýza současného stavu), na jehož základě mohou být

realizovány další optimalizační opatření. Nejvýznamnější je však výsledná specializovaná interaktivní mapa, která tvoří základní grafický podklad pro zpracování a řešení nápravných opatření v zájmovém urbanizovaném území.



Obr. 5. 4. Ukázka rozšířeného mapového prostředí s vazbou na KN pro využití WIM - Vlastní zpracování

5. 2. 1. Vstupní vývojové předpoklady metody WIM

Nástroje BIM (Building Information Modelling) a CIM (City Information Modelling) jsou v poslední době v odborné společnosti známé. Autorský kolektiv se těmito procesy inspiroval a za pomoci vhodných grafických software a know-how vytvořili model označovaný jako WIM, který je cíleně zaměřen na problematiku srážkových vod. Jedním z hlavních cílů metody WIM je identifikace slabých a kritických míst v urbanizovaném území. Samotnou identifikaci slabých a kritických míst je však možné provést nejen ručním výpočtem, ale rovněž pomocí software. Nevýhodou ručního výpočtu je zejména časová náročnost a značně omezené možnosti editace vložených údajů, které se zejména v oblasti množství výskytu srážkových vod v urbanizovaném území s časem liší.

Metoda WIM byla vytvořena v prostředí software společnosti smart urbido, s.r.o., přičemž tento software byl specificky vyvinut pro široké využití v oboru facility management, CIM a BIM. Společnost spolupracuje zejména s municipalitami Moravskoslezského kraje, kterým vytváří modely, vizualizace a databáze majetku a s tím související analýzy. Pro vznik interaktivního nástroje WIM, bylo nutné při práci v prostředí software urbido využít celé řady výpočetních nástrojů a programovacích jazyků.

Programovací nástroje a jazyky

Pro zajištění funkcionalit a procesů bylo zapotřebí prostředí nástroje WIM připravit na možná zpracování cloudového i záložního datového obsahu. Jedním z hlavních programovacích nástrojů je Jupyter Notebook, který byl použit pro práci v programovacím jazyku Python. Tento webový nástroj (software) byl vytvořen pro ulehčení práce s tímto programovacím jazykem, pro umožnění editace příkazů, kontroly výstupů, vytváření analýz datových souborů, vizualizací, apod. Tento nástroj lze používat i s jinými jazyky a je přívětivý i pro začátečníky, kteří se učí programovat v Pythonu, avšak nejvíce je užitečný pro vědce, a všechny co potřebují graficky ztvárnovat získaná data. Použitím tohoto software lze získat nejenom grafy, ale rovněž i mapové výstupy.

Dalším zásadním nástrojem je Mapbox pro tvorbu webových mapových aplikací. Tento nástroj byl vyvinut za účelem vytvoření uživatelsky přívětivého prostředí, díky kterému je možné vytvářet vlastní mapové výstupy pro potřeby konkrétního subjektu a s možností mezinárodní webové výměny nadměrného množství dat. Na podkladu této aplikace je možné vytvářet např. vizualizace, škálování, heatmapy, 3D modelování, vytváření analýz a grafických výstupů, a mnoho jiného. Pro přípravu a práci s mapovými výstupy byl využit rovněž QGIS, který je GIS nástrojem použitelným pro vytváření vizualizací a analýz. Nicméně lze rozšířit funkce tohoto nástroje za použití zásuvných modulů vytvořených v jazyku C++ nebo Pythonu.

Pro metodu WIM představované analýzy byla užita rovněž lineární interpolace dat, neboť podklady pro vizualizaci různých entit zpravidla nebyly dostačující a bylo nutné využít lineární interpolace dostupných dat. Jedná se o metodu používanou v numerické analýze dat a počítačové grafice. Principiálně se jedná o skutečnost, kdy existují dva body v prostoru o souřadnicích $A[x_0; y_0]$ a $B[x_1; y_1]$, pro které je potřeba dohledat souřadnice bodu $C[x; y]$ nacházejícího se na přímce, která je vytvořena spojením těchto dvou bodů. Toto je vyjádřeno pomocí vztahu:

$$y = y_0 + (x - x_0) \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0}$$

Heatmapa byla použita pro vizualizaci hustoty uličních vpustí ve výsledné mapě. Tento druh mapy je univerzálním grafickým znázorněním škály určité hodnoty za použití barevného označení nad mapovým podkladem vyjadřující různé hodnoty, které lze

modelovat, analyzovat a škálovat. Nejčastěji využívaným způsobem, kdy jsou využívány heatmapy, jsou mapy identifikující teplotní ostrovy v urbanizovaném území.

Kromě výše uvedených nástrojů bylo využito veřejně dostupných mapových databází, které byly stěžejním podkladem pro následnou práci. Mnoho map a dat bylo získáno díky úspěšné komunikaci s oprávněnými osobami jednotlivých municipalit., jako například pasporty zeleně, pasport parkovacích ploch, pasport komunikací (pěší a doprava), pasport kanalizace (uliční vpusti), pasport majetku, výškopis, polohopis, apod. Ostatní mapové podklady bylo nutné pořídit u příslušných poskytovatelů. Mezi další veřejně dostupné údaje, které byly analyzovány, byly například využity statistické údaje o množství srážkových vod, mimo to byly mapy dále rozšířeny také o 3D modely budov a doplněny mapovým zobrazením (základní mapa, ortofotomapa atd.) s vazbou na dostupné registry KN a RÚIAN.

5. 2. 2. Tvorba informačního modelu území

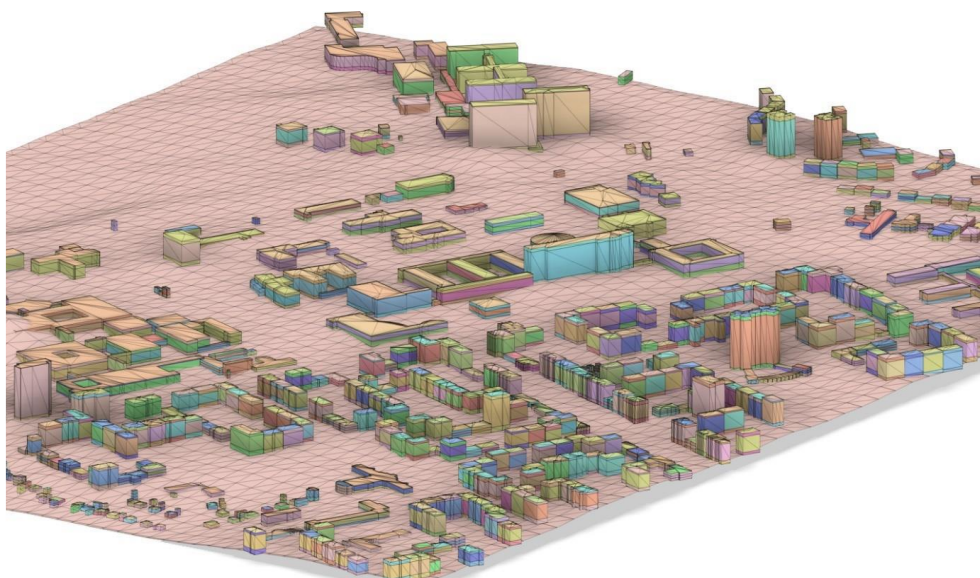
První digitální informační model města ve 3D v této práci byl vytvořen pomocí grafického softwaru ArchiCAD a obsahuje všechny důležité prvky vystavěného prostředí v grafickém zobrazení. Základním krokem pro vytvoření mapového modelu bylo získání kvalitních podkladových materiálů, kterými je mapový model naplněn. Spoustu popisných informací k jednotlivým prvkům lze zjistit z internetových zdrojů, například ČÚZK – nahlížení do katastru nemovitostí nebo z webových stránek jednotlivých municipalit. Pomocí této metody jednotného dokumentu všech důležitých map a mapového modelu může příslušný management města, nebo příslušný konkrétní úředník, volit, který podklad pod mapovým modelem aktuálně potřebuje a velmi rychle a snadno přecházet mezi dalšími mapovými podklady.

Pro městský facility management byl model importován a dále v metodice digitálního informačního modelu města uplatněn v CAFM nástroji Urbido | City, který dokáže prezentovat 3D město, ale především umožní zobrazit ke každé stavbě, komunikaci nebo jinému městskému prvku příslušné informace, a v rámci databáze s nimi dále pracovat, analyzovat je a vyhodnocovat na principech CAFM nástrojů u běžné správy budov. Tento systém je také propojený na katastr nemovitostí a jiné databáze, což je pro městský FM nezbytné. Tento systém navíc dokáže i podrobné modely staveb umístit do prostoru GIS, tedy na svoji skutečnou polohu vzhledem k souřadnicovému systému, což standardní

CAD/BIM nástroje neumí. Ty pracují pouze ve virtuálním prostoru, a mohou pouze zanást informaci o souřadnici do výchozím bodu.

Model je zpracovaný včetně textur objektů, což pro simulace samozřejmě potřebné není. Naopak pro jiné využití, primárně v městském facility managementu, vizualizaci a plánování to přínos mít může. Tento nástroj umí generovat model do formátu FBX nebo OBJ, což je univerzálnější formát pro práci s 3D modely, použitelný v dalších softwarech.

Pro simulace je model města vhodný upravit v software a formátu takovém, který umožňuje jeho další zpracování. To spočívá v rozdělení modelu na plochy a linie. Pro zjednodušení byl model očištěn od složitých komunikací a prvků, které výrazně navyšovaly velikost souboru a samotného modelu, a to by pro další pokračování v softwaru Autodesk CFD, v němž byly provedeny simulace šíření znečištění, nebylo vhodné. V tomto případě došlo v rámci zjednodušeného modelu ve formátu OBJ k importu do softwaru Autodesk CFD, ve které byly prováděny simulace. Formátů, do kterého lze model exportovat z různých CAD/BIM nástrojů (Fusion 360, ArchiCAD, SketchUp, Revit aj.) je velmi mnoho.



Obr. 5. 5. Výřez "očistěného" modelu části Ostravy pro následné simulace – Vlastní zpracování

Aby však bylo možné model zdárně nahrát do systému pro simulace, bylo jej nutné různými způsoby upravit, a to i v několika nástrojích. Bohužel se ukázalo, že digitální informační model města, který je vhodný pro městský facility management a obsahuje velké množství drobných částí, mobiliáře, komunikací, mostů a jiných prvků, není jednoduše

použitelný pro následné simulace. Takový model je nutné různými způsoby „očistit“, viz Obr. 5. 5., zjednodušit a upravit. Zjednodušení modelu je velmi důležité ze dvou hledisek. Prvním hlediskem je velikost souboru a tím úměrná náročnost všech navazujících procesů. Druhým hlediskem je správná tvorba následné „mesh“ (sítě) v nástroji pro CFD simulace, která musí být správně vygenerována, aby bylo možné nad modelem snadno a plynule simulovat procesy, které jsou zpravidla velmi náročné na výpočetní výkon a je vhodné je provádět s využitím superpočítačové infrastruktury. Vyšší podrobnost informací a výsledků, tedy jemnější a detailnější síť bodů, která stanoví simulovanou situaci, navyšují výpočetní náročnost.

5. 2. 3. Výpočetní model množství srážkových vod

Pro ruční výpočet množství srážkových vod lze využít vztahu uvedeného v české technické normě ČSN 75 9010 Vsakovací zařízení srážkových vod, který je uveden v Kap. 2. 2. 4. této publikace. Metoda WIM se však zaměřuje na automatizaci těchto procesů, tedy aplikaci výpočetních algoritmů na 3D model území, přičemž využívá obecných postupů, resp. postupů pro ruční výpočty. Aby bylo možné takovýto výpočetní algoritmus pro množství odváděných srážkových vod provádět, je zapotřebí rozřadit jednotlivé pozemky podle jejich druhu. Pro tento krok WIM využívá veřejně dostupných registrů a údajů (Český úřad zeměměřický a katastrální, ZABAGED, letecké snímky apod.). Takovéto třídění ploch je při běžném ručním výpočtu velice časově náročné a vyžaduje pozornost při zpracování dat, vzhledem ke skutečnosti, kdy je zapotřebí provést tyto výpočty pro všechna katastrální území zájmového území daného města (může se tak jednat o tisíce, desetitisíce i miliony dílčích ploch), přičemž některé skutečnosti týkající se dané plochy a výměry jsou v čase proměnlivé. S ohledem k tomu, že současná společnost vytváří zjednodušující metody související se zbytnými mechanickými výpočty, a tudíž tato metoda je vhodná zejména pro studijní účely, kde je nutné zajistit pochopení principu daného výpočtu. Metoda WIM tento proces provádí plně automatizovaně, přičemž je schopna v čase reflektovat i případné změny jednotlivých entit.

5. 2. 4. Interpolační schéma pro výpočet reliéfu terénu

V rámci vizualizace srážek a modelování toku srážkové vody bylo potřeba vytvořit přibližný model terénu vybrané oblasti. Pro tyto účely byly využity vstupní data o všech uličních vpustích (GPS souřadnice a nadmořská výška), ze kterých byl vytvořen reálný model terénu. Tento krok byl zvolen z důvodu, že jednotlivé municipality sice disponují

modelem reliéfu, ten však zpravidla nezobrazuje reálné sklonové poměry způsobené urbanizací. Z tohoto důvodu byl vytvořen model z reálných výšek uličních vpustí v daném území, který přesně reflektuje reálné podmínky, respektive reálné sklonové poměry. Tento postup zároveň vychází z aktuální situace nakládání se srážkovými v zájmových oblastech jednotlivých municipalit, přičemž jsou srážkové vody z veřejných ploch odváděny převážně uličními vpustěmi do jednotné kanalizace. Mnohé obce díky své kvalitní údržbě GIS prostředí poskytla veškeré informace o konfiguraci terénu, případně o polohách vpustí, nicméně některé obce vůbec tato data nevidovala. Zpracovatelé měli za to, že s novelou stavebního zákona budou obce zpracovávat digitální technickou mapu a připravovat se na její veřejné spuštění, opak byl však pravdou. Namísto práce na vytvoření mapové aplikace, která měla být výstupem projektu, bylo nutné údaje o území složitě dohledávat.

Prvním krokem bylo vytvoření geojson souboru, tedy informace o geoprostorových datech, z dostupného CSV (tedy formát umožňující výměnu tabulkových dat). Následně bylo potřeba načíst všechny body do tří samostatných polí (zeměpisná šířka, zeměpisná délka, nadmořská výška).

```
import geojson
features = []
tmp = []
with open('test.geojson') as f:
    gj = geojson.load(f)
    tmp = gj["features"]
index = 1
x = []
y = []
z = []
for f in tmp:
    p = Point(index, f.geometry.coordinates, f.properties["TEXT"]);
    features.append(p)
    x.append(p.coords[0])
    y.append(p.coords[1])
    z.append(p.height)
```

```
x = np.array(x)
y = np.array(y)
z = np.array(z)
```

Obr. 5. 6. Načtení geojsonu vpustí do polí x,y,z - Vlastní zpracování

Z vytvořených polí byla vygenerovaná mřížka nových bodů, u nichž byla zvolena hodnota 5/100000 zeměpisné šířky i délky, který určoval hodnotu rozestupu mezi jednotlivými body. Tato hodnota byla určena jako vhodný kompromis mezi vypovídající

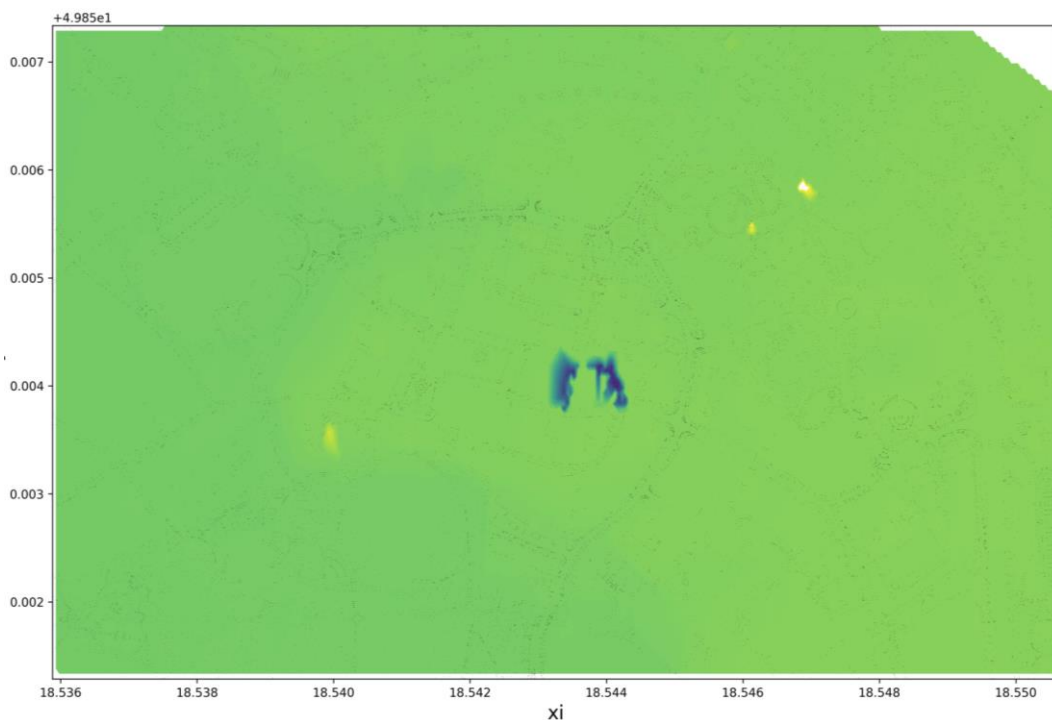
hodnotou a časovou, resp. paměťovou náročností. V případě informací o poloze uličních vpustí, byly od obcí poskytnuty údaje v různé kvalitě. Některé obce měly zpracován pasport, jiné neměly žádné údaje k dispozici. Na původní soupis všech vpustí, jejich výškových hodnot a novou sadu mřížky byla proto aplikována lineární interpolace, díky níž bylo možné zahustit síť uličních vpustí v oblasti umožňující v následujících krocích stanovit výškovou hodnotu vygenerované sítě s dostatečnou přesností.

```
# target grid to interpolate to
xi = np.arange(x.min(),x.max(),0.00005)
yi = np.arange(y.min(),y.max(),0.00005)
xi,yi = np.meshgrid(xi,yi)

# interpolate
zi = griddata((x,y),z,(xi,yi),method='linear')
```

Obr. 5. 7. Tvorba mřížky napříč celou oblastí s rozlišením 0.0005 zeměpisné šířky a délky, lineární interpolace – Vlastní zpracování

Tento proces bylo zapotřebí nejprve aplikovat na vzorek dat z centra oblasti, a to za účelem ověření funkčnosti postupu.



Obr. 5. 8. Ukázka interpolované oblasti v Karviné – Vlastní zpracování

Stejný algoritmus byl aplikován na celou oblast (urbanizované území obce) a současně byla použita konverze do DataFrame (data převedená do dvourozměrné tabulky), pro jednodušší uložení výsledků do CSV.

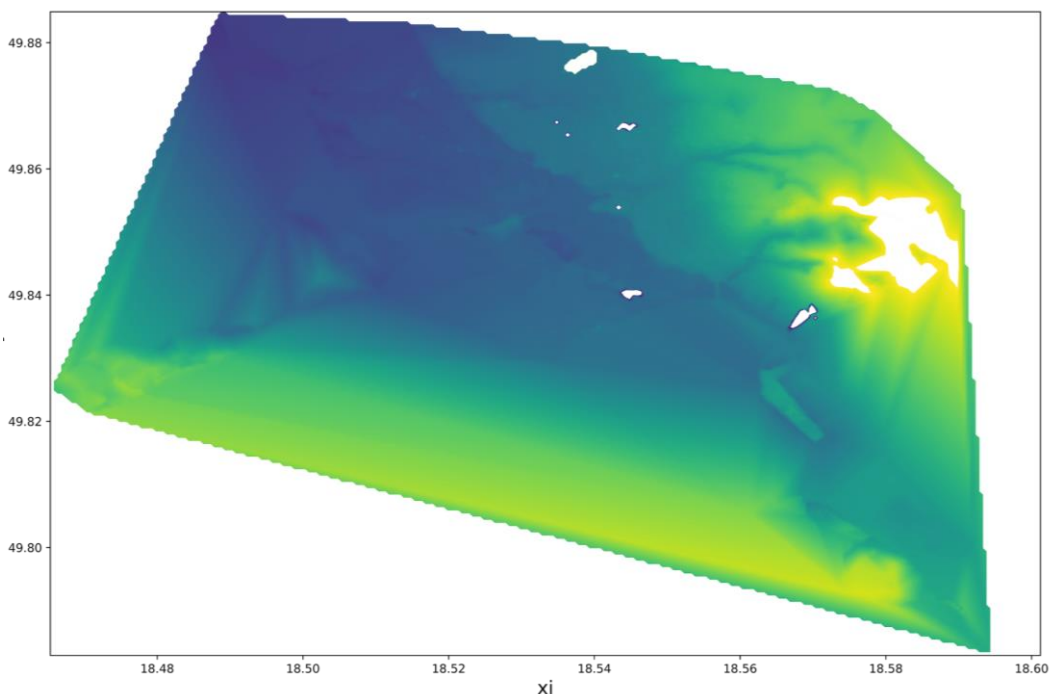
```
points = []

for r,row in enumerate(zi):
    for v,val in enumerate(row):
        if not math.isnan(val):
            points.append([val,xi[r][v],yi[r][v]])

results = pd.DataFrame(columns=['val','x', 'y'])
results["val"] = list([point[0] for point in points])
results["x"] = list([point[1] for point in points])
results["y"] = list([point[2] for point in points])
```

Obr. 5. 9. Zpracování lineární mřížky do dataframeu – Vlastní zpracování

Výsledné CSV byly ještě před importem do databáze redukovány pomocí programu QGIS tak, že byly použity všechny plochy s nižším indexem propustnosti, s vynecháním zatravněných ploch, polí a podobně. Tímto způsobem byla dosažena redukce mřížky z 3.6 milionů na necelých 90 tisíc, což mělo za následek extrémní úsporu paměti i výkonu použitých IT zařízení. Výsledná interpolace celé oblasti je znázorněna na Obr. 5. 10.



Obr. 5. 10. Ukázka interpolované oblasti v Karviné – Vlastní zpracování

5. 2. 5. Identifikace rizikových míst

Z interpolace dat a statistických hodnot množství srážek bylo možné vypracovat 3D model umožňující zobrazení sklon u každé jednotlivé parcely a bylo tak možné určit místa, kde bude docházet ke hromadění srážkové vody. Jelikož bylo vycházeno z vypočítaného reliéfu na základě výškových údajů uličních vpustí je tento model pouze přibližný a nezachycuje například výmoly a nerovnosti na komunikacích apod., které mohou v praxi představovat problém z důvodu hromadící se vody. Na řešení těchto problémů by bylo potřeba použít mapování terénu jinou technologií, což by znamenalo značnou časovou, technickou i ekonomickou náročnost. Tyto problémy jsou však pouze lokálního charakteru, bez významného vlivu na širší vztahy v dané lokalitě. V rámci zpracovávaného rozsahu území navíc tato skutečnost, resp. míra detailu nebyla předmětem řešení.

Nicméně pomocí vytvořeného 3D modelu (viz Obr. 5. 11.) je možné velice snadno rozeznat, kde se v určitém místě hromadí voda a kudy naopak odtéká z urbanizovaného území. To bylo účelem představovaného projektu, tedy vytvořit takový 3D model, aby byl uživatelsky přívětivý pro nejširší oblast uživatelů.



Obr. 5. 11. Vizualizace výškového profilu v aplikaci – Vlastní zpracování

5. 2. 6. Interpolační mapa polohy uličních vpustí

Dalším krokem byla vizualizace rozložení uličních vpustí, která zachycuje plochu, která může být obsloužena každou jednou uliční vpustí. Bylo využito normové hodnoty, kdy se předpokládá, že každá uliční vpust', obslouží oblast o rozloze cca 400 m². Pro toto znázornění byla využita heatmapa, díky které jsou okamžitě viditelná místa s hustým či řídkým pokrytím uličních vpustí veřejné kanalizace. V knihovně mapbox je možné tuto vrstvu vytvořit automaticky a dále vyspecifikovat různé parametry, jako jsou poloměr oblasti, průhlednost, intenzita bodů, barva a další. Uživatel má také možnost si tyto parametry dynamicky měnit tak, aby byl schopen lépe identifikovat místa s nižším pokrytím.

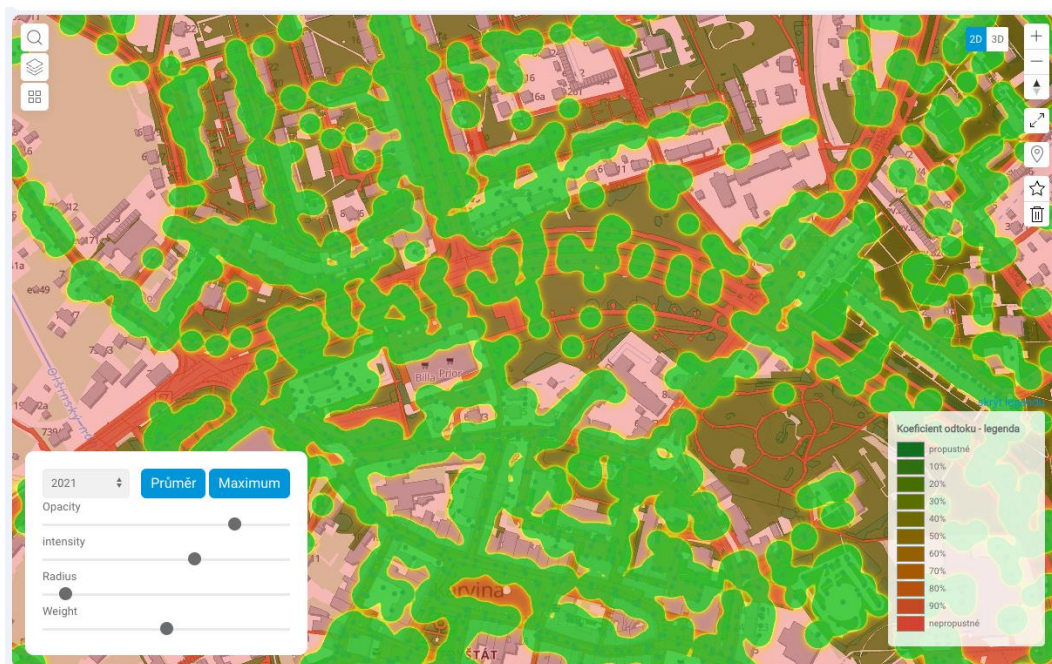
```
map.addLayer({
  'id': 'heatmapSewers',
  'source': 'heatmapSewers',
  'minzoom': 10,
  'maxzoom': 24,
  'layout': {
    'visibility': 'none'
  },
  "type": 'heatmap',

  "paint": {
    'heatmap-opacity': 1,
    'heatmap-intensity': 1,
    'heatmap-radius': [
      'interpolate',
      ['linear'],
      ['zoom'],
      13, 8,
      18, 30
    ],
    'heatmap-weight': 10,

    'heatmap-color': [
      'interpolate',
      ['linear'],
      ['heatmap-density'],
      0, 'rgba(255, 0, 0, 0.2)',
      0.5, 'rgba(255, 165, 0, 0.5)',
      0.8, 'rgba(255, 255, 0, 0.7)',
      0.99, 'rgba(50, 205, 50, 0.8)'
    ]
  }
});
```

Obr. 5. 12. Kód mapové vrstvy pro heatmapu – Vlastní zpracování

Výsledná vizualizace heatmapy pak vypadá tak, jak je znázorněno na Obr. 5. 13.



Obr. 5. 13. Vizualizace heatmapy v aplikaci WIM – Vlastní zpracování

5. 2. 7. Využitelnost interaktivního mapového modelu WIM

Již před zahájením projektu byla zahájena komunikace členů řešitelského týmu se zástupci jednotlivých obcí a v průběhu řešení jim byly představovány jednotlivé kroky a možnosti zpracovávaného modelu. Obce a následně Krajský úřad Moravskoslezského kraje, který je aplikačním garantem projektu, projevil zájem o výstupu projektu, které budou promítnuty do strategických či jiných dokumentů na obecní a krajské úrovni.

Jedním z významných výstupů mimo plánovaný mapový model bylo také to, že díky intenzivní komunikaci a podrobné analýze území byl vytvořen terén území vybraných obcí, který lze dále používat i pro další modely a analýzy. Tento model byl primárně vytvořen za účelem řešení problémů se srážkovou vodou, ale vzhledem k tomu, že základní údaje o území jsou již vloženy do jednoho softwarového prostředí, je proto následně možné provést simulace různého druhu, za předpokladu, že budou známy potřebné datové údaje, které bude možno zapsat do formátu tabulky.

Výše představený model byl vytvořen pouze v urbanizovaném prostředí nad pozemky ve vlastnictví veřejných subjektů. Soukromé pozemky nebyly uvažovány zejména proto, že potřebné údaje tyto subjekty nevidují a současně by to bylo nereálné z hlediska časového

a komunikačního. Pro přesnější a rychlejší proces by bylo vhodné mít zaměřené jednotlivé zpevněné plochy a jejich výškové profily s vysokou přesností.

Mimo pozitiva přinášející mapový model, se autoři museli potýkat s mnoha překážkami. Harmonogram zpracování modelu byl napjatý, protože bylo nutné určitá základní data o území generovat z jiných než veřejných zdrojů. Problémy při tvorbě tohoto modelu byla zejména jeho náročnost na výkon potřebného zařízení, kdy při rozlišení 0.00005 zeměpisné šířky a délky vzniklo na území Karviné téměř 4 miliony bodů. Při dvojnásobném rozlišení (jemnosti) by počet bodů byl 16 milionů, čímž by rostla jak paměťová, tak časová i výkonnostní náročnost. S ohledem na rozlohu např. statutárního města Ostrava, bylo nepředstavitelné užívat tak vysoké rozlišení.

V jednom z kroků bylo potřeba přiřadit vygenerované body mřížky jednotlivým parcelám, což by čistě matematickými metodami trvalo příliš mnoho času, proto byl využit nástroj QGIS a byl proveden průnik vrstvy parcel spolu s touto mřížkou. Pro urychlení byly body omezené pouze na centrum města a byly zvoleny jen ty parcely, které měly nižší propustnost (zpevněné plochy, dlažba atd.). I tak výpočet bodů trval necelých 6 hodin. V případě hustší sítě bodů a rozsáhlejší oblasti (např. celé město) by byl proces výpočtu v řádech dnů. Výhodou je možnost model paralelizovat a rozdělit jej na segmenty.



Obr. 5. 13. Vizualizace problémového místa v aplikaci WIM – Vlastní zpracování

Hlavním cílem realizace celého výzkumu však bylo vyvinout aplikaci, která identifikuje slabá místa v území a to především na základě spádových poměrů a povrchového odtoku, tedy místa, kde se potencionálně může v období přívalových dešťů hromadit srážková voda a může tak v extrémních případech docházet k zaplavení daného prostoru. Z důvodu ověření správnosti aplikací identifikovaných problémových míst se řešitelský tým rozhodl provést šetření v terénu. V období intenzivních přívalových srážek tak bylo provedeno ověření správnosti všech výzkumem realizovaných výpočtů s cílem potvrdit vlastní funkčnost vyvinuté aplikace.

Na Obr. 5. 13. je znázorněna vizualizace jednoho z nejpalcivějších míst v rámci statutárního města Karviné, přičemž toto místo bylo identifikováno právě pomocí vyvinuté aplikace. Z aplikace lze vizuálně vyčíst, že lokalita je situována v blízkosti historického centra města, které je z velké části tvořeno zpevněnými, nepropustnými plochami. Srážkové vody dopadající na tyto zpevněné plochy jsou sváděny, jednak do uličních vpustí, ale rovněž částečně odtékají právě do aplikací identifikovaného území.

Členové vývojového týmu během intenzivních přívalových srážek v srpnu 2023 prověřovali vybrané aplikací identifikované problémové lokality, aby bylo možné ověřit, zda výpočty odpovídají reálnému stavu v terénu. Výsledky aplikace ověřené v terénu na předem vybraných lokalitách byly ověřeny a potvrzeny. V lokalitě vyobrazené na Obr. 5. 13. bylo dokonce identifikováno zaplavení části veřejného prostoru (zejména silnice a pěší komunikace), přičemž reálný stav tohoto identifikovaného území lze sledovat na Obr. 5. 14. (směr pořízení fotografie je znázorněn na Obr. 5. 13.).



Obr. 5. 14. Reálný stav v území (viz Obr. 5. 13.) v období přívalových dešťů – Archiv autora

V terénu tak bylo reálně ověřena správnost výzkumu a především celé vyvíjené aplikace. Výsledky výzkumu jsou tak aplikovatelné především v rámci identifikace problémových míst v jednotlivých municipalitách. Na základě konzultací a jednání s představiteli a zástupci jednotlivých samospráv bylo usneseno, že potenciální kritická místa v jednotlivých oblastech budou zaneseny do strategických plánů a dalších dokumentů. Jejich cílem bude stanovit podmínky (tj. implementaci prvků zmírňující negativní účinky srážkových vod v urbanizovaném území) pro případ realizace stavebních a jiných investičních záměrů v dané oblasti či jejím nejbližším okolí.

V Kap. 5. 2. byl představen nástroj Water Information Management na případové studii statutárního města Karviná. Vývojový tým v rámci výzkumného projektu vytvořil interaktivní mapovou aplikaci WIM rovněž pro další statutární města Moravskoslezského kraje (Ostrava, Opava, Frýdek – Místek, Karviná a Havířov), která umožňuje uživatelům prohlížet si vzdáleně jednotlivé modely měst prostřednictvím webového prohlížeče, viz odkaz: <https://wim.urbido.cz/uvod>.

ZÁVĚR

Voda byla vždy významným fenoménem, který determinoval podmínky pro osídlení a jeho rozvoj. Vodní toky a vodní plochy vždy velmi zásadně ovlivňovaly možnosti zástavby a dalšího rozšiřování měst. Je zřejmé, že je-li vodní plocha v intravilánu města, představuje plochu téměř nezastavitelnou, naopak vybízí k využití rekreačního potenciálu. Vodní toky svým liniovým tvarem zásadní problém pro výstavbu jako takovou nepředstavují, avšak je potřeba si uvědomit, že tvoří významnou bariéru zejména v provozu měst – vodní tok není možné příčně překonat kdekoli, ale vždy je potřeba speciální stavební konstrukce, nejčastěji most či lávka. Nezřídka se v našich sídlech lze setkat se situací, kdy se rozvoj města u břehu řeky zastavil a na břehu opačném zástavba chybí, případně má zcela jiný charakter. Jiným ilustrujícím příkladem mohou být současné uzavírky mostů např. kvůli stavebním úpravám a zejména v řídkěji osídlených oblastech může taková uzavírka důležitého mostu způsobit, že jsou řidiči nuceni zajíždět i několik kilometrů na most náhradní.

Voda tedy vždy byla, je zcela jistě i bude jedním z klíčových faktorů ovlivňujících život ve městech případně jejich další rozvojový potenciál. Ovšem stejně jako se mění městská zástavba, dopravní systémy, výrobní oblasti, využívají se nové moderní technologie apod., mění se i pohled městských inženýrů a urbanistů právě na vodu v intravilánech měst. Zatímco výše uvedené problémy dnes dokážeme technicky bez problémů vyřešit a řešení je často pouze otázkou finančních možností zadavatele, nově v sídlech řešíme otázky, které byly ještě před několika desítkami let zcela opomíjené, případně považovány za druhořadé. V důsledku současných klimatických změn, které způsobují častější a delší období sucha a které bývají přerušovány krátkodobými, ale o to intenzivnějšími srážkami, klesá kvalita života v urbanizovaných územích. Území se potýkají s bleskovými krátkodobými povodněmi, které střídají dlouhá bezesrážková období, rovněž je prokázán dlouhodobý růst průměrných teplot, což v urbanizovaném území vede k přehřívání a vzniku tzv. tepelných ostrovů.

Podkladem pro správné plánování prvků modro-zelené infrastruktury by měly být převážně kvalitní geodata, která dokáží přesně popsat situaci na povrchu území i pod ním, zejména možnosti vsaku dešťových vod, sklony terénu apod. Tato geodata by měla v první fázi vycházet z leteckých snímků území s vysokým rozlišením a s následným doplněním přesných pasportů. Samotné průzkumy jednotlivých povrchů a možnosti vsakování srážkové

vody na nich by pak měly být dále zpodrobnovány např. průzkumy objektů, na nichž je do budoucna možná existence zelené střechy.

Procesy optimalizace (často používán také termín optimalizace dat) dnes hrají významnou roli v managementu správy a údržby nejen vodohospodářských staveb, ale i stavebnictví obecně. V dnešní digitální době, kdy téměř každý provozovatel disponuje alespoň základními SW nástroji pro digitalizaci a pasportizaci dat a má tak k dispozici obrovské objemy dat, se kterými však často není efektivně nakládáno a data nejsou v maximální možné míře využita. Obecně lze říci, že proces optimalizace znamená maximalizaci využití veškerého obsahu datové základy (ať už se jedná o data prostorová, např. DTM, tak i data evidenční, popisná, či statistická) a to za účelem zefektivnění procesů správy, údržby a celkového provozu staveb. Těchto cílů lze dosáhnout alespoň s využitím obecných nástrojů managementu, případně Facility managementu, který nashromážděná data dokáže správně a rychle analyzovat, upravovat, editovat a využívat pro jejich další použití. Novým, avšak neméně důležitým nastupujícím konceptem, je digitální informační modelování měst - CIM (City Information Modelling/Management). Tato metoda velmi úzce navazuje na zkušenosti metody BIM, avšak posouvá ji do zcela větších rozměrů. S tím se váží určitá specifika a odlišnosti, a postupné bádání v této oblasti ukazuje i na mnohé zcela rozdílné principy. Doba digitálních informačních modelů v konceptu/metodě CIM bude jistě postupně přicházet a výzkum v této oblasti bude nadále podporován. Společným cílem těchto inovativních nástrojů je zlepšení kvality bydlení a života ve městech, dostupnost komfortnějších služeb, zajištění efektivnější správy a provozu města; tedy ekonomičtější a energeticky úspornější stavby, využití moderních technologií (IoT) a mnoho dalších segmentů městského inženýrství, které přímo vyvolávají další rozvoj a výzkum.

Autorský kolektiv v rámci této publikace komplexně představil procesy problematiky hospodaření se srážkovými vodami v urbanizovaném území zejména se zaměřením na procesy manažerské. Publikace tak představuje jeden z inovativních způsobů využití informačního managementu měst v procesu chytrého hospodaření se srážkovými vodami v urbanizovaném území. V období, kdy se setkáváme s extrémními obdobími sucha, je tato problematika velice žádaná, a dokonce tento fenomén se promítá i do legislativního prostředí. Pomocí nástrojů informačního modelování lze na základě exaktních dat modelovat různé simulace, které pokud jsou správně interpretovány, mohou výraznou měrou pomoci správcům území, staveb, apod. Díky efektivní správě dat a modelování nad prostorovými

daty lze nejenom zefektivnit samotnou práci správců, ale zejména ušetřit nemalé finance, které jsou do správy měst investovány. Právě procesy zpracování 3D mapového modelu vybraných obcí Moravskoslezského kraje, které byly v této monografii představeny, tvoří komplexní podklad pro zpracování analýzy srážkových vod v urbanizovaném území jednotlivých měst a díky kterému je možné identifikovat kritická místa v území, kde se shromažďují srážkové vody a způsobují překážky a problémy v území. Jednotlivé mapové podklady byly zpracovány formou vzájemně provázaných vrstev, respektive vzájemným spojením dílčích mapových podkladů (Základní mapa ploch, Mapa morfologie terénu, Mapa stokové sítě, Mapa propustnosti ploch, Mapa úhrnu srážek a další). Touto vzájemnou provázaností vzešla výsledná interaktivní Mapa povrchového odtoku, která analyzuje a identifikuje jednotlivé veřejné plochy řešeného území. Principem byla skutečnost, že po zjištění kritických míst bude následně toto místo analyzováno a navrženo pro umístění prvku modro-zelené infrastruktury, protože v tomto místě bude mít smysl. Mnohé publikace uvádějí, že srážkové vody jsou problémem v území a znázorňují příklady dobré praxe. Nikde se však neobjevuje informace, jakým způsobem identifikovat místa, na které je nutné zaměřit svou pozornost a navrhnout zde např. vsakovací průlehy, dešťové zahrady, případně zajistit větší kapacitu dešťové kanalizace. Autorský kolektiv a celý řešitelský tým projektu SS03010146 „Výzkum a aplikace Water Information Management jako strategie chytrého hospodaření se srážkovými vodami v urbanizovaných územích Moravskoslezského kraje“ realizovaného v rámci Technologické agentury ČR, Program Prostředí pro život., ze kterého byl vznik této publikace podpořen, věří, že metoda WIM, tedy Water Information Management, bude klíčem nejen k takové identifikaci, ale i pomůckou pro městský management jako celku.

Seznam obrázků

- Obr. 1. 1.** Země – modrá planeta
- Obr. 1. 2.** Rozdělení zásob vody na Zemi
- Obr. 1. 3.** Koloběh vody na Zemi – „Velký oběh vody“
- Obr. 1. 4.** Koloběh vody v území – „Malý oběh vody“
- Obr. 1. 5.** Půdorysné uspořádání historického jádra ovlivněné vodním prvem (řeka Vltava, Český Krumlov)
- Obr. 1. 6.** Přírodě blízké a povodňově kapacitní řešení potoka. (potok Blanice, Vlašim)
- Obr. 1. 7.** Začlenění vodního toku do funkčních a rekreačních ploch města (řeka Visla, Gdaňsk, Polsko)
- Obr. 1. 8.** Začlenění vodní plochy do funkčních a rekreačních ploch města (rybník Vajgar, Jindřichův Hradec)
- Obr. 2. 1.** Následky přívalových srážek v urbanizovaném území (Karviná, 2019)
- Obr. 2. 2.** Rozdělení odtoku v závislosti na stupni urbanizace
- Obr. 2. 3.** Způsoby nakládání se srážkovými vodami
- Obr. 2. 4.** Akumulační prostor v rámci městského mobiliáře - multifunkční hřiště (Rotterdam, Nizozemsko).
- Obr. 2. 5.** Druhy přímých opatření pro HDV
- Obr. 2. 6.** Parkovací plocha zpevněná zatravnovací mřížkami
- Obr. 2. 7.** Šedá opatření: vlevo vegetační tvárnice, uprostřed dlažba se zatravněnými spárami, vpravo porézní dlažba
- Obr. 2. 8.** Druhy nepřímých opatření pro HDV
- Obr. 2. 9.** Schéma vsakovacího průlehu s povrchovým přívodem vody
- Obr. 2. 10.** Schéma vsakovací rýhy s povrchovým plošným přítokem
- Obr. 2. 11.** Schéma suché retenční dešťové nádrže
- Obr. 2. 12.** Vsakovací boxy (vlevo) a vsakovací tunely (vpravo)
- Obr. 2. 13.** Vysazovací boxy ve veřejném prostoru (Polsko)
- Obr. 2. 14.** Vizualizace aplikace zelené infrastruktury v urbanizovaném území
- Obr. 2. 15.** Aplikace zelené infrastruktury – zelený uliční prostor (Lodz, Polsko, 2017)
- Obr. 2. 16.** Aplikace zelené infrastruktury – zelené parkování u obchodního domu Lidl (Salzburg, Rakousko)
- Obr. 2. 17.** Aplikace zelené infrastruktury – zelené střechy (Varšava, Polsko)
- Obr. 3. 1.** Hlavní aktéři regionálního rozvoje a jejich vzájemné (ne)fungování
- Obr. 3. 2.** Vztah mezi politikou a plánováním na různých úrovních
- Obr. 3. 3.** Úrovně plánování v tuzemských podmínkách
- Obr. 3. 4.** Úrovně vodohospodářské udržitelnosti
- Obr. 4. 1.** Schématická mapa záplavových území na území Frýdku-Místku
- Obr. 4. 2.** Geologická mapa centra Frýdku-Místku
- Obr. 4. 3.** Mapa potenciálního vsaku na území Frýdku-Místku
- Obr. 4. 4.** Lokalizace lesů na území města Frýdek-Místek
- Obr. 4. 5.** Schématické trasování vodovodů na území města
- Obr. 4. 6.** Schématické trasování kanalizačních stok na území města

- Obr. 4. 7.** Schéma vodních toků v Havířově a okolí
- Obr. 4. 8.** Schématická mapa záplavových území
- Obr. 4. 9.** Schématické trasování kanalizačních stok na území města
- Obr. 4. 10.** Vymezení lesních ploch na území statutárního města Karviná
- Obr. 4. 11.** Záplavová území a vodní toky
- Obr. 4. 12.** Vyznačení sesuvných území v katastrálním území Ráj
- Obr. 4. 13.** Přehled vymezených záměrů na realizaci poldrů a dešťových zdrží
- Obr. 4. 14.** Vyznačení území nevhodného pro zasakování dešťových vod v katastrálním území Ráj
- Obr. 4. 15.** Schématický přehled zásobování pitnou vodou na území města Karviné
- Obr. 4. 16.** Schématický přehled systému odkanalizování na území města Karviné
- Obr. 4. 17.** Mapa statutárního města Opava
- Obr. 4. 18.** Schématický přehled systému odkanalizování na území města Opava
- Obr. 4. 19.** Schématický přehled zásobování pitnou vodou na území města Opava
- Obr. 4. 20.** Mapa statutárního města Ostrava
- Obr. 4. 21.** Schématický přehled zásobování pitnou vodou na území města Ostrava
- Obr. 4. 22.** Schématický přehled systému odkanalizování na území města Ostrava
- Obr. 4. 23.** Znázornění záplavových území na území Ostravy
- Obr. 4. 24.** Mapa přítokových oblastí
- Obr. 5. 1.** Základní procesní kroky managementu
- Obr. 5. 2.** Proces optimalizace
- Obr. 5. 3.** Proces uplatnění nástroje WIM
- Obr. 5. 4.** Ukázka rozšířeného mapového prostředí s vazbou na KN pro využití WIM
- Obr. 5. 5.** Výřez "očistěného" modelu části Ostravy pro následné simulace
- Obr. 5. 6.** Načtení geojsonu vpustí do polí x,y,z
- Obr. 5. 7.** Tvorba mřížky napříč celou oblastí s rozlišením 0.0005 zeměpisné šířky a délky, lineární interpolace
- Obr. 5. 8.** Ukázka interpolované oblasti v Karviné
- Obr. 5. 9.** Zpracování lineární mřížky do dataframeu
- Obr. 5. 10.** Ukázka interpolované oblasti v Karviné
- Obr. 5. 11.** Vizualizace výškového profilu v aplikaci
- Obr. 5. 12.** Kód mapové vrstvy pro heatmapu
- Obr. 5. 13.** Vizualizace heatmapy v aplikaci WIM
- Obr. 5. 13.** Vizualizace problémového místa v aplikaci WIM
- Obr. 5. 14.** Reálný stav v území (viz Obr. 5. 13.) v období přivalových dešťů

Seznam tabulek

- Tab. 2. 1.** Orientační klasifikace znečištění srážkových vod v závislosti na druhu povrchu, ze kterých jsou tyto vody odváděny
- Tab. 2. 2.** Součinitele odtoku srážkových povrchových vod ψ
- Tab. 4. 1.** Základní statistický přehled o skladbě bytového fondu Frýdku-Místku

- Tab. 4. 2.** Počet dokončených bytů ve Frýdku-Místku v letech 2008–2021
- Tab. 4. 3.** Procentuální zastoupení druhů pozemků v jednotlivých katastrálních územích
- Tab. 4. 4.** Základní statistický přehled o skladbě bytového fondu Havířova
- Tab. 4. 5.** Počet dokončených bytů v Havířově v letech 2008–2021
- Tab. 4. 6.** Legenda k Obr. 4. 7.
- Tab. 4. 7.** Procentuální zastoupení druhů pozemků v jednotlivých katastrálních územích
- Tab. 4. 8.** Základní statistický přehled o skladbě bytového fondu Karviné
- Tab. 4. 9.** Počet dokončených bytů v Karviné v letech 2008–2021
- Tab. 4. 10.** Procentuální zastoupení druhů pozemků v jednotlivých katastrálních územích
- Tab. 4. 11.** Počet dokončených bytů v Opavě v letech 2008–2021
- Tab. 4. 12.** Základní statistický přehled o skladbě bytového fondu Opavy
- Tab. 4. 13.** Procentuální zastoupení druhů pozemků v jednotlivých katastrálních územích
- Tab. 4. 14.** Základní statistický přehled o skladbě bytového fondu Ostravy
- Tab. 4. 15.** Počet dokončených bytů v Ostravě v letech 2008–2021
- Tab. 4. 16.** Procentuální zastoupení druhů pozemků v jednotlivých katastrálních územích

Seznam grafů

- Graf 4. 1.** Grafické znázornění průměrného výskytu srážek mezi lety 2012-2021 na území vybraných měst v Moravskoslezském kraji
- Graf 4. 2.** Průměrné množství srážek v jednotlivých měsících ve Frýdku-Místku
- Graf 4. 3.** Srážkové úhrny v letech 2018-2021 - Karviná
- Graf 4. 4.** Srážkové úhrny v letech 2018-2021 - Opava
- Graf 4. 5.** Srážkové úhrny v letech 2018-2021 – Ostrava – Slezská Ostrava
- Graf 4. 6.** Srážkové úhrny v letech 2018-2021 - Poruba

Seznam příloh

- Příloha č. 1 Ukázky následků klimatické změny a míry urbanizace s vazbou na srážkové vody v urbanizovaném území sídel
- Příloha č. 2 Míra kontaminace srážkových vod a možné způsoby předčištění těchto vod
- Příloha č. 3 Ukázky řešení zelené infrastruktury v urbanizovaném území sídel

Zkratky

BIM	Building Information Modeling
CAD	Computer aided design
CAFM	Computer-aided facility management
CIM	City Information Modeling
CSV	Comma-separated values (druh souborového formátu)
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
ČOV	Čistírna odpadních vod
ČR	Česká republika
ČSA	Důl Československé armády
OKD	Ostravsko-karvinské doly
ČSN	Česká technická norma
DN	Diameter Nominal
EU	Evropská unie
FM	Facility - Management
GIS	Geografický informační systém
HDV	Hospodaření s dešťovou vodou
HSV	Hospodaření se srážkovými vodami
IFMA	International Facility Management Association
KN	Katastr nemovitostí
LoD	Level of Detail (úroveň detailu)
LoI	Level of Information (úroveň podrobnosti informací)
MHD	Městská hromadná doprava
OECD	Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj (Organisation for Economic Co-operation and Development)
ORP	Obec s rozšířenou působností
OSN	Organizace spojených národů
PVC	Polyvinylchlorid
QGIS	multiplatformní geografický informační systém (GIS)
SmVaK	Severomoravské vodovody a kanalizace
TNV	Odvětvové technické normy vodního hospodářství
USA	Spojené státy americké
WHO	World Health Organization
WIM	Water Information Management (Modelling)
ZABAGED	Základní báze geografických dat
ZI	Zelená infrastruktura

POUŽITÁ LITERATURA A DALŠÍ INFORMAČNÍ ZDROJE

1. Adams, W.M. The Future of Sustainability: Re-thinking Environment and Development in the Twenty-first Century. Report of the IUCN Renowned Thinkers Meeting, 29–31 January 2006. Dostupné z: http://cmsdata.iucn.org/downloads/iucn_future_of_sustainability.pdf
2. Anand, P., Terenghi, G., Warner, G. et al. The role of endogenous nerve growth factor in human diabetic neuropathy. *Nat Med* **2**, 703–707 (1996). <https://doi.org/10.1038/nm0696-703>
3. Anand, S., Sen, A.K. (1996) ‘Sustainable human development: concepts and priorities’, Office of Development Studies Discussion Paper, No. 1, UNDP, 1996, New York.
4. Andreou, S.A.; Marks, D.H.; Clark, R.M. A new Methodology for Modeling Break Failure Patterns in Deteriorating Water Distribution-Systems—Theory. *Adv. Water Resour.* 1987, **10**, 2–10, doi:10.1016/0309-170890002-9.
5. Aščhilean, I.; Iliescu, M.; Ciont, N.; Giurca, I. The Unfavourable Impact of Street Traffic on Water Distribution Pipelines. *Water* 2018, **10**, 1086, doi:10.3390/w10081086.
6. Ballard, B. W., Wilson, S., Udale-Clarke, H. et al. The SuDS Manual, General Description [online]. London: Ciria, 2015, s. 387 [cit. 2017-03-26]. ISBN 978-0-86017-760-9. Available at: http://www.ciria.org/Memberships/The_SuDs_Manual_C753_Chapters.aspx
7. Bártová, H., Růžička, M. Územní plánování a doprava. 1. vyd. Praha: ABF - Arch, 2008. 128 s. Stavební právo, sv. 3/2008. ISBN 978-80-86905-48-8
8. Bokern, Anneke. Water Square in Rotterdam by de Urbanisten. Uncube. 05 Jun 2014. Online: <https://www.uncubemagazine.com/blog/13323459>
9. Briš, R. Inovační metody pro ocenění spolehlivosti prvků a systémů, VŠB - TUO, Ostrava 2007, ISBN: 978-80-248-1596-1.
10. Brock, W.A.; Xepapadeas, A.; Yannacopoulos, A.N. Optimal Control in Space and Time and the Management of Environmental Resources. *Annu. Rev. Resour. Econ.* 2014, **6**, 33–68.
11. Bruaset, S.; Sægrov, S. An Analysis of the Potential Impact of Climate Change on the Structural Reliability of Drinking Water Pipes in Cold Climate Regions. *Water* 2018, **10**, 411, doi:10.3390/w10040411.
12. Brundtland, G. (1987). Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future. United Nations General Assembly document A/42/427.
13. Butler, D. From Rainwater Harvesting to Rainwater Management Systems. MANNINA, Giorgio, ed. New Trends in Urban Drainage Modelling [online]. Cham: Springer International Publishing, 2019, 2019-09-01, s. 3-9 [cit. 2019-09-17]. Green Energy and Technology. DOI: 10.1007/978-3-319-99867-1_1. ISBN 978-3-319-99866-4. Available at: http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-99867-1_1

14. Čaha, J., Mikulínek, F. Odvodňování malých obcí a okrajových částí měst: [výstup z projektu SP2011/160]. 1. vyd. Praha: Professional Publishing, 2011, 68 s. ISBN 978-80-7431-076-8.
15. Castonguay, A. C., Ulrich, Ch., Iftekhar, M. S., Deletic, A. Modelling urban water management transitions: A case of rainwater harvesting. *Environmental Modelling & Software* [online]. 2018, 105, 270-285 [cit. 2019-09-17]. DOI: 10.1016/j.envsoft.2018.05.001. ISSN 13648152. Available at: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S136481521630994X>
16. ČSN 73 0039. Navrhování objektů na poddolovaném území. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2015.
17. ČSN 73 6005 Prostorové uspořádání sítí technického vybavení. Praha: Český normalizační institut, 2020.
18. ČSN 75 6401 (756401) Čistírny městských odpadních vod
19. ČSN EN 13508 Zjišťování a hodnocení stavu venkovních systémů stokových sítí a kanalizačních přípojek. Praha: HYDROPROJEKT CZ, 2011.
20. ČSN EN 1401 Plastové potrubní systémy pro beztlakové kanalizační přípojky a stokové sítě uložené v zemi
21. ČSN EN 15975-1 (755030). Zabezpečení dodávky pitné vody – Pravidla pro rizikový a krizový management – Část 1: Krizový management. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.
22. ČSN EN 1990 (730002). Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí. Praha: Český normalizační institut, 2004.
23. ČSN EN 60812 (010675). Technicky analýzy bezporuchovosti systému - Postup analýzy způsobů a důsledků poruch (FMEA). Praha: Český normalizační institut, 2007.
24. ČSN EN 13508-1 (75 6901) Zjišťování a hodnocení stavu venkovních systémů stokových sítí a kanalizačních přípojek – Část 1: Obecné požadavky
25. ČSN EN 13508-2+A1 (75 6901) Zjišťování a hodnocení stavu venkovních systémů stokových sítí a kanalizačních přípojek – Část 2: Kódovací systém pro vizuální prohlídku
26. ČSN 73 5355 (735355). *Vodojemy*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.
27. Davidson, A., Howard, G., Stevens, M., Callan, P., Deere, D., Barteaux, J. Water Safety Plans. WHO/SDE/WSH/05.06. Revise Draft, World Health Organization, Geneva, 2005.
28. Dierkes, C., Göbel, P. A., Coldewey, W.G. Entwicklung und Optimierung eines kombinierten unterirdischen Reinigungs- und Versickerungssystems für Regenwasser. Abschlussbericht Projekt der Deutschen Bundesstiftung Umwelt Az 18622. 2005. HydroCon GmbH.
29. Dlask, P.; Beran, V.; Matejka, P. Optimization and Decision Making in Development Area; CVUT: Prague, Czech Republic, 2012; ISBN 978-80-01-04978-5. (In Czech)

30. Duenas, O., Vemuru, S. M. Cascading failures in complex infrastructure systems, *Structural Safety*, Vol.31, pp. 157-167, 2009.
31. Echlos, S., Pennypacker, E. Artful rainwater design: creative ways to manage stormwater. Washington: Island Press, 2015. ISBN 978-1610912662.
32. Emingr, L. Moderní metodiky facility managementu část 2: Commissioning – základní oblasti pro využití. *Časopis Vytápění, větrání, instalace*. Odborný časopis Společnosti pro techniku prostředí. Praha: Společnost pro techniku prostředí, roč. 2015, č. 3, s. 112-113. ISSN 1210-1389.
33. Emingr, L. Moderní metodiky facility managementu část 4: FMEA methodology for HVAC. *Časopis Vytápění, větrání, instalace*. Odborný časopis Společnosti pro techniku prostředí. Praha: Společnost pro techniku prostředí, roč. 2016, č. 25, s. 24-29. ISSN 1210-1389.
34. Faltejsek, M. Software a procesy facility managementu obcí. TZB – info. 2018. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/facility-management/18033-software-a-procesy-facility-managementu-obci>
35. Fuchs, P. *Management rizika komplexních systémů*. Liberec, 2010. Habilitační práce. Technická univerzita v Liberci.
36. Ghebrekidan, A. Principles of Urban – Regional Planning and Development. University of Juba, 2018. ISBN: 9 789970 445851
37. Ghebrekidan, Semehar, "Acculturation and Belongingness: The Keys to International Student Satisfaction" (2018). Electronic Theses and Dissertations. 2949. Online: <https://openprairie.sdstate.edu/etd/2949>
38. Goodall, B. The Economics of Urban Areas. Urban and regional planning series – Svazek 3. Elsevier Science & Technology: 1972, University of California. 379 s. ISBN: 9780080168920.
39. Grünwald, A., Macek, L., Šrytr, P. Vodárenství, ČKAIT, Praha 1998, ISBN: 80-902460-7-9.
40. Guckenheimer, J., Ottino, J. M. Foundations for Complex Systems Research in the Physical Sciences and Engineering, report from NSF Workshop, Cornell University, September 2008.
41. Guikema, S. D. Natural disaster risk analysis for critical infrastructure systems: An approach based on statistical learning theory. *Reliability Engineering and System Safety*, 94(4), pp 855-860. ISSN: 0951-8320 DOI: 10.1016/j.res.2008.09.003
42. Hirschmann, A.O. The Strategy of Economic Development; Yale University Press: New Haven, CT, USA, 1958; ISBN 0-8133-7419-7
43. Holman, R. History of Economic Thought; C.H. Beck: Prague, Czech Republic, 2005, ISBN 80-7179-380-9.
44. Chen, W., Gao, S. 2019, "Research on Rainwater Management from the Perspective of Sponge City", IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. DOI: 10.1088/1755-1315/252/3/032064.

45. Christodoulou, S., Agathokleous, A. A study on the effects of intermittent water supply on the vulnerability of urban water distribution networks. *Water Sci. Technol. Water Supply* 2012, 12, 523–530, doi:10.2166/ws.2012.025.
46. Christodoulou, S., Agathokleous, A., Charalambous, B., Adamou, A. Proactive Risk-Based Integrity Assessment of Water Distribution Networks. *Water Resour. Manag.* 2010, 24, 3715–3730, doi:10.1007/s11269-010-9629-5.
47. Christodoulou, S., Deligianni, A.; Aslani, P., Agathokleous, A. Risk-based asset management of water piping networks using neurofuzzy systems. *Comput. Environ. Urban Syst.* 2009, 33, 138–149, doi:10.1016/j.compenvurbsys.2008.12.001.
48. Christodoulou, S.E. Water Network Assessment and Reliability Analysis by Use of Survival Analysis. *Water Resour. Manag.* 2011, 25, 1229–1238, doi:10.1007/s11269-010-9679-8.
49. Christodoulou, S.E., Deligianni, A. Neurofuzzy decision framework for the management of water distribution networks. *Water Resources Management*. Volume 24, Issue 1, January 2010, Pages 139-156. DOI: 10.1007/s11269-009-9441-2.
50. Christodoulou, S.E., Fragiadakis, M. Vulnerability Assessment of Water Distribution Networks Considering Performance Data. *J. Infrastruct. Syst.* 2015, 21, 2014 04014040, doi:10.1061/(ASCE)IS.1943-555X.0000224.
51. Julin, A., Jaalama, K., Virtanen, J. P., Pouke, M., Ylipulli, J., Vaaja, M., Hyypä, J., & Hyypä, H. (2018). Characterizing 3D City Modeling Projects: Towards a Harmonized Interoperable System. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 7(2), 55. <https://doi.org/10.3390/ijgi7020055>
52. Kožíšek, F. Nouzové zásobování pitnou vodou - Metodické doporučení SZÚ – Národního referenčního centra pro pitnou vodu, ÚNMZ Praha 2007.
53. Kročová, Š. Strategie územního plánování v technické infrastruktuře, SPBI Spektrum, Ostrava 2013, ISBN: 978-80-7385-128-6.
54. Kroger, W., Zio, E. *Vulnerable Systems*, Springer, 2011.
55. Kuda, F., Beránková, E. *Facility management v technické správě a údržbě budov*. Praha: Professional Publishing, 2012. ISBN 978-80-7431-114-7.
56. Kuda, F., Svobodová, P. *Základy správy majetku: 1*. Vydání Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2012, ISBN 978-80-248-2821-3.
57. Kuda, F., Teichmann, M. Údržba infrastrukturálních staveb s využitím moderních technologií. Vytápění, větrání, instalace. Odborný recenzovaný časopis Společnosti pro techniku prostředí. Praha: Společnost pro techniku prostředí, roč. 2017, č. 1, s. 18–21. ISSN 1210-1389.
58. Kuda, F., Wernerova, E., Endel, S. Přenos informací mezi fázemi projektu v životním cyklu budovy. Vytápění, větrání, instalace. Odborný recenzovaný časopis Společnosti pro techniku prostředí. Praha: Společnost pro techniku prostředí, roč. 2016, č. 25, s. 156–159, ISSN 1210-1389.
59. Kujal, B., Šír, M. *Vodní hospodářství obcí – Příručka pro obce*. Česká společnost vodohospodářská: České Budějovice, 2016. 2. vydání. ISBN 978-80-260-8346-7.

60. Lewellyn, C., Lyons, C. E., Traver, R. G., Wadzuk, B. M. 2016, "Evaluation of seasonal and large storm runoff volume capture of an infiltration green infrastructure system", *Journal of Hydrologic Engineering*, vol. 21, no. 1. DOI: 10.1061/(ASCE)HE.1943-5584.0001257.
61. Liu, C.F., Li, Y.W., Yin, H., Zhang, J.X., Wang, W. A Stochastic Interpolation-Based Fractal Model for Vulnerability Diagnosis of Water Supply Networks against Seismic Hazards. *Sustainability* 2020, 12, 2693, doi:10.3390/su12072693.
62. Liu, R., Gao, X.B., Li, C.P. Relationship between Urban Transport and Residential Location Choice. *J. Urban Plan. Dev.* 2018, 144, doi:10.1061/(ASCE)UP.1943-5444.0000430.
63. Magee, C., Jackson, Ch., Schofield, N. The influence of normal fault geometry on igneous sill emplacement and morphology. *Geology*. 2013. 41. 407-410. 10.1130/g33824.1.
64. Magee, L., Scerri, A., James, P., Thom, J. A., Padgham, L., Hickmott, S., Den, H., Cahill, F. "Reframing social sustainability reporting: Towards an engaged approach". *Environment, Development and Sustainability*. 2013.
65. Maier, K. a kol. *Udržitelný rozvoj území*. Praha: Grada Publishing, 2012. ISBN 978-80-247-4198-7.
66. Maier, K., Čtyrokový, J., Vorel, J., Franke, D. *Územní plánování a udržitelný rozvoj*. Praha: ABF, 2008. ISBN 978-80-86905-47-1.
67. Měšťanová, D., Prostějovská, Z., Tománková J. *Investiční procesy*. Praha, České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební, 2010 [cit. 2018-04-03]. ISBN 978-80-01-04726-2.
68. Michaud, D.; Apostolakis, G.E. Methodology for Ranking the Elements of Water-Supply Networks. *J. Infrastruct. Syst.* 2006, 12, 230–242, doi:10.1061/(ASCE)1076-034212:4.
69. Nařízení vlády č. 61/2003 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech, ve znění pozdějších předpisů
70. Normand, G. EU Economies Hit by Collapse in Investment, New Data Shows. *Euro and Finance*. LA Tribune, 16 May 2018.
71. Novák, J. a kol. *Příručka provozovatele stokové sítě*. Vyd. 1. Líbeznice u Prahy: Medim, 2003. ISBN: 80-238-9947-3
72. Novák, J. a kol. *Příručka provozovatele vodovodní sítě*. Vyd. 1. Líbeznice u Prahy: Medim, 2003. ISBN: 80-238-9946-5.
73. Petrovic, M., Gros, M., Barcelo, D. Multi-residue analysis of pharmaceuticals in wastewater by ultra-performance liquid chromatography–quadrupole–time-of-flight mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*. 2006, 1124(1-2), 68-81. DOI: 10.1016/j.chroma.2006.05.024. ISSN 00219673.

74. Piccinelli, R., Bottani, C. E. *Methods for the Vulnerability of Analysis of Critical Infrastructures*. Milano, 2013. Dissertation. Politecnico di Milano.
75. Pietrucha-Urbanik, K.; Tchórzewska-Cieślak, B. Approaches to Failure Risk Analysis of the Water Distribution Network with Regard to the Safety of Consumers. *Water* 2018, 10, 1679, doi:10.3390/w10111679.
76. Pinto, J.; Varum, H.; Bentes, I.; Agarwal, J. A Theory of Vulnerability of Water Pipe Network (TVWPN). *Water Resour. Manag.* 2010, 24, 4237–4254, doi:10.1007/s11269-010-9655-3.
77. Plán rozvoje vodovodů a kanalizací území (PRVKÚK) Moravskoslezského kraje, Informační systém životního prostředí Moravskoslezský kraj, 2020. Dostupné z: https://www.msk.cz/zivotni_prostredi/prvkuk.html
78. Pytl, V. a kol. Příručka provozovatele čistírny odpadních vod. Vyd. 2. Líbeznice u Prahy: Medim, 2012. ISBN: 978-80-87140-26-0.
79. Raclavský, J., Tuhovčák L., Malaník, S. Rekonstrukce vodohospodářských sítí. Rekonstrukce vodohospodářských sítí. 1. Brno: VUT v Brně, FAST, 2006. s. 1-171.
80. Rinaldi, S. M. et al. Identifying, understanding and analyzing critical infrastructures interdependencies, *IEEE Control System Magazine*, 21(6), 11-25, 2001.
81. Ručka, J. Analýza rizik vodovodních systémů. Disertační práce. Brno, 2009. 143 p. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta stavební. Institut vodního hospodářství. Vedoucí disertační práce: Tuhovčák, L.
82. Samuelson, P. *Foundations of Economic Analysis*; Harvard University Press: Cambridge, UK, 1947; ISBN 9780674313033.
83. Shah, W. The Importance of Facilities Management. Getblogo, 2021 Dostupné z: <https://getblogo.com/the-importance-of-facilities-management/>
84. Siebert, S., Teizer, J. Mobile 3D mapping for surveying earthwork projects using an Unmanned Aerial Vehicle (UAV) system. *Automation in Construction*. 2014, 41, 1-14. DOI: 10.1016/j.autcon.2014.01.004. ISSN 09265805.
85. Stavins, R.; Wagner, A.; Wagner, G. (2003). "Interpreting Sustainability in Economic Terms: Dynamic Efficiency Plus Intergenerational Equity" (PDF). *Economics Letters*. 79 (3): 339–343. doi:10.1016/S0165-1765(03)00036-3. hdl:10419/119677.
86. Stein, D., Niederehe, W. *Instandhaltung von Kanalisationen, 2., überarbeitete und erweiterte Auflage*, Verlag für Architektur und technische Wissenschaften, Ernst&Sohn, Berlin, 2002, ISBN 3433013160.
87. Steiner, M. (2010). *Strassenabwasserbehandlungsverfahren – Stand der Technik*. Dokumentation ASTRA 88002, Bern, 130 S.
88. Strakoš, V. Optimalizace inženýrských sítí. In: *Sborník vědeckých prací VŠB – TUO*, 2003, No.2, pp73-80, ISSN 0474-8476.

89. Šrytr, P. Veřejný prostor sídel zasažený povodní. In: Stadttechnik Karlovy Vary 2013: 18. Internationale Konferenz Stadttechnik Karlovy Vary 2013, Thema: Hochwasser und Stadt: Mezinárodní konference, téma: Povodeň a město. 7. červen 2013, Praha: Informační centrum ČKAIT. ISBN 978-80-87438-37-42013.
90. Štrup, O. Základy Facility management, 1. Vyd., 2014, 156 s., ISBN 978-80-7431-143-7.
91. Teichmann, M. Modelování a optimalizace spolehlivosti systémů pro zásobování pitnou vodou. (Disertační práce). Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, Fakulta stavební, Ostrava, 2017, 135 stran.
92. Teichmann, M., Bessonov, A., Kuda, F. Methods of recovery technical equipment of the city by using new trends. *Eko-Potencial*. Yekaterinburg, Russia: Izdatel'stvo UMTS UPI, Vol 4 (2014), pp 76-80. ISSN: 2310-28888.
93. Teichmann, M., Faltejsek, M., Kuda, F. a kol. Projekt TAČR, Prostředí pro život 3, SS03010146, Výzkum a aplikace Water Information Management jako strategie chytrého hospodaření se srážkovými vodami v urbanizovaných územích Moravskoslezského kraje. 2019.
94. Teichmann, M., Kuda, F. Hodnocení a obnova vodohospodářských sítí. Praha: PROFESSIONAL PUBLISHING, 2018. ISSN 978-80-88260-26-4.
95. Teichmann, M., Kuda, F., Proske, Z. Emergency Supply of drinking water. *Applied Mechanics and Materials*. Stafa - Zurich, Switzerland: Trans Tech Publications Ltd., Vols 580 (2014), pp 2346-2349. ISSN: 1660-9336. DOI: 10.4028/www.scientific.net/AMM.580-583.2346
96. Teichmann, M., Kutá, D., Endel, S., Szeligová, N. Modeling and Optimization of the Drinking Water Supply Network—A System Case Study from the Czech Republic. *Sustainability* **2020**, *12*, 9984. doi: 10.3390/su12239984
97. Teichmann, M., Lhotáková, Z. Optimalizace kritických vodohospodářských infrastruktur se zaměřením na vodovody. Závěrečná práce z předmětu Rozvoj a koordinace technické infrastruktury, 2014.
98. Teichmann, M., Tichý, T., Faltejsek, M. a kol. Projekt TAČR, Éta 5, TL05000384, Výzkum informačního modelování ve veřejném prostoru se zaměřením na infrastrukturu, 2020.
99. Teichmann, M., Szeligova, N., Kuda, F. Influence of Flash Floods on the Drainage Systems of the Urbanized Area. In: *Advances and Trends in Engineering Sciences and Technologies III: Proceeding of the 3rd International Conference on Engineering Sciences and Technologies (ESAT 2018): 12th – 14th September, 2018, Tatranské Matliare, High Tatras Mountains, Slovak Republik*. London, UK: Taylor & Francis Group, 2019, s. 623-628. ISBN 978-0-367-07509-5.
100. The Cultural Landscape Foundation (TCLF), 1711 Connecticut Avenue NW, Suite 200, Washington, D. C. 20009, United States
101. TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami. Praha: Sweco Hydroprojekt a.s., Praha, 2013.

102. TNV 75 6905. Metodika hodnocení technického stavu kanalizační sítě. Praha: HYDROPROJEKT CZ a.s., 2012. (návrh)
103. Tománková, J., Čapova, D., Měšťanová, D., Příprava a řízení staveb, Praha: ČVUT, 2008 ISBN 978-80-01-04166-6
104. Tuhovčák, L. *Metodika hodnocení technického stavu vodovodních sítí*. Brno, 2010. Habilitační práce. Vysoké učení technické v Brně.
105. Tuhovčák, L., Kučera, T. Hodnocení technického stavu vodárenské infrastruktury a tvorba plánů její obnovy. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství, 2011. pp. 1-33.
106. Tuhovčák, L., Ručka, J., Juhanák, T. Risk analysis of water distribution systems. In *Security of Water Supply Systems: From Sources to Tap, Proceedings of the International Conference NATO Advanced Research Workshop on Security of Water Supply Systems, Murter, Croatia, 27–31 May 2005*; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2006; Volume 8, p. 169.
107. Vafek, Z. Možnosti měření oxidu uhličitého – měřicí přístroje a čidla. *Vytápění, větrání, instalace*. Odborný časopis Společnosti pro techniku prostředí. Praha: Společnost pro techniku prostředí, roč. 2015, č. 2, s. 62-65. ISSN 1210-1389.
108. VSA (2002). Regenwasserentsorgung – Richtlinie zur Versickerung, Retention und Ableitung von Niederschlagswasser aus Siedlungsgebieten, Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute, Zürich.
109. Wols, B.; Moerman, A.; Horst, P.; Laarhoven, K. Prediction of Pipe Failure in Drinking Water Distribution Networks by Comsima. *Proceedings 2018*, 2, 589, doi:10.3390/proceedings2110589.
110. World Health Organization - WHO (Světová zdravotnická organizace). Headquarters in Geneva
111. Ye, Xinyue, She, Bing, Li, Wenwen, Kudva, Sonali and. Benya, Samuel. *Urban and Regional Planning and Development*. Springer Nature: Switzerland, 2020. DOI: 10.1007/978-3-030-31776-8_1
112. Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon). In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2021 [cit. 8. 3. 2021]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-183>
113. Zákon č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení a o změně některých zákonů (krizový zákon). In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2021 [cit. 8. 3. 2021]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-240>
114. Zákon č. 248/2000 Sb., o podpoře regionálního rozvoje. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2021 [cit. 8. 3. 2021]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-248>
115. Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon). In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2021 [cit. 8. 3. 2021]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-254>

116. Zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích). In: <i>Zákony pro lidi.cz</i> [online]. © AION CS 2010-2021 [cit. 8. 3. 2021]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-274>
117. Zhang, S.; Yang, J.; Wan, Z.; Yi, Y. Multi-Water Source Joint Scheduling Model Using a Refined Water Supply Network: Case Study of Tianjin. *Water* 2018, 10, 1580, doi:10.3390/w10111580.
118. Zimmermann, R. Social Implications of Infrastructure Network Interactions, *Journal of Urban Technology*, Volume 8, Number 3, pages 97-119, 2001.
119. Adaptační strategie na změnu klimatu města Havířova. Dostupné z: <https://www.havirov-city.cz/sites/default/files/files/article-attachments/adaptacni-strategie-mesta-havirova.pdf>
120. Adaptační strategie statutárního města Opava na změnu klimatu. Dostupné z: https://www.opava-city.cz/files/sity/rozvoje-dokumenty/adaptacni-strategie/adaptacni_strategie_opava-analyticka_cast.pdf
121. Adaptační strategie na změnu klimatu statutárního města Karviná. Dostupné z: <file:///C:/Users/natalie.szeligova/Downloads/Adapta%C4%8Dn%C3%AD%20strategie%20Karvin%C3%A1-1-1.pdf>
122. Adaptační strategie Moravskoslezského kraje na dopady změny klimatu. Dostupné z: https://www.msk.cz/assets/temata/zivotni_prostredi/adaptacni-strategie-moravskoslezskeho-kraje-na-dopady-zmeny-klimatu---leden-2020.pdf
123. Adaptační strategie statutárního města Ostravy na dopady a rizika vyplývající ze změny klimatu. Dostupné z: <https://zdravaova.cz/adaptacni-strategie/>
124. Adaptační strategie statutárního města Frýdek-Místek. Dostupné z: <https://www.frydekmostek.cz/magistrat/strategicky-plan/adaptacni-strategie-mesta-f%E2%89%88m/>
125. Územní plán Frýdek-Místek. Dostupné z: <https://www.frydekmostek.cz/magistrat/odbory-magistratu/odbor-uzemniho-rozvoje-a-stavebniho-radu/uzemni-plany-a-uap/uzemni-plan-mesta/>
126. Územně analytické podklady ORP Frýdek-Místek. Dostupné z: <https://www.frydekmostek.cz/magistrat/odbory-magistratu/odbor-uzemniho-rozvoje-a-stavebniho-radu/uzemni-plany-a-uap/uap-uzemne-analyticke-podklady/>
127. Územně analytické podklady ORP Karviná. Dostupné z: <https://www.karvina.cz/magistrat/uzemne-analyticke-podklady>
128. Územní plán Karviná. Dostupné z: <https://www.karvina.cz/magistrat/uzemni-plany>
129. Územně analytické podklady ORP Opava. Dostupné z: <https://www.opava-city.cz/cz/nabidka-temat/uzemni-planovani/uzemni-planovani/uzemne-analyticke-podklady/>
130. Územní plán Opavy. Dostupné z: <https://www.opava-city.cz/cz/nabidka-temat/uzemni-planovani/uzemni-planovani/platny-uzemni-plan-opavy.html>

131. Územně analytické podklady ORP Ostrava. Dostupné z: <https://mapy.ostrava.cz/mapove-sluzby/uzemne-analyticke-podklady/>
132. Územní plán Ostravy. Dostupné z: <https://mapy.ostrava.cz/mapove-sluzby/uzemni-plan-ostravy/>
133. Územní plán Havířov. Dostupné z: <https://www.havirov-city.cz/odbor-uzemniho-rozvoje/uzemni-planovani/uzemni-plan-havirov>
134. Územně analytické podklady ORP Havířov. Dostupné z: <https://www.havirov-city.cz/odbor-uzemniho-rozvoje/uzemni-planovani/uzemne-analyticke-podklady-orp-havirov>
135. Geologická encyklopedie [online]. [cit. 2021-12-19]. Dostupné z: <http://www.geology.cz/aplikace/encyklopedie/term.pl>
136. Územní studie krajiny správního obvodu ORP Opava: Doplnující průzkumy a rozbor. Op4u [online]. 2018, červenec 2018 [cit. 2022-01-14]. Dostupné z: http://op4u.cz/pub/mmo/orp/uzemni_studie_krajiny/Textova_cast/Pruzkumy_a_rozbor/Pruzkumy_rozbor_hlavni_zprava_USK_OPAVA.pdf
137. Blanchet C, Castaing C, Beaufils M, Emmanuel D. GeoBIM (MINnD) use case on an infrastructure acoustic study: feedback on the use of CityGML and InfraGML; 2017. https://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=75554. Accessed 28 Mar 2019.
138. Rogelj, V., Bogataj, D. Social infrastructure of Silver Economy: Literature review and Research agenda. IFAC-PapersOnLine [online]. 2019, 52(13), 2680-2685 [cit. 2021-09-11]. ISSN 24058963. Dostupné z: doi:10.1016/j.ifacol.2019.11.612
139. Arroyo Ogori K, Diakité A, Krijnen T, Ledoux H, Stoter J. Processing BIM and GIS models in practice: experiences and recommendations from a GeoBIM project in the Netherlands. ISPRS Int J of Geo-Inf. 2018; 7(8):311.
140. CAD cz. CAFM systémy – IT podpora facility managementu [online]. 2007 [cit. 2018-07-14]. Dostupné z: <http://www.cad.cz/pdmplm/7-2007/1311-cafm-systemy-it-podpora-facility-managementu.html>
141. Eastman, CH., P. Teicholz, R. Sacks and K. Liston. BIM Handbook, A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc, 2008. ISBN: 978-0-470-18528-5.
142. IFMA. Facility management [online]. United States [cit. 2019-02-10]. Dostupné z: <http://www.ifma.org/>
143. Koncepce BIM ČR. MPO [online]. 2017 [cit. 2021-12-05]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/assets/cz/stavebnictvi-a-suroviny/bim/2017/10/Koncepce-zavadeni-metody-BIM-v-CR.pdf>
144. Level of Development – LOD - as a Lifecycle BIM tool. Areo blog - Lifecycle BIM and smart FM[online]. 2016 [cit. 2019-10-31]. Dostupné z: <http://blog.areo.io/level-of-development/>
145. Townsend, A. M. Smart Cities: Big Data, Civic Hackers, and the Quest for a New Utopia. New York: W. W. Norton & Company, 2014.

146. Vyskočil, Vlastimil K. a František KUDA. Management podpůrných procesů: facility management. 2., dopl. vyd. [Praha]: Professional Publishing, 2011. ISBN 978-80-7431-046-1.
147. Wei, X., Bonenberg, W., Zhou, M., Wang, J., Wang, X. The case study of BIM in urban planning and design. In: Advances in Intelligent Systems and Computing, vol. 600, pp 207-217, 2017. DOI: 10.1007/978-3-319-60450-3_20.

PŘÍLOHY

PŘÍLOHA Č. 1

**UKÁZKY NÁSLEDKŮ KLIMATICKÉ ZMĚNY A MÍRY URBANIZACE
S VAZBOU NA SRÁŽKOVÉ VODY V URBANIZOVANÉM ÚZEMÍ SÍDEL**



Obr. P1. 1. Bleskové povodně v urbanizovaném území města, přívalové srážkové vody vyvěrají z jednotné kanalizační sítě na povrch (ul. Ostravská, Karviná, 2019) – Fotoarchív autora



Obr. P3. 2. Veřejná stoková soustava v havarijním stavu byla narušena vlivem přívalových vod, které vyplavily zeminu v okolí potrubí a podemlely chodník pro pěší (Lublin, Polsko, 2020) – Fotoarchív autora



Obr. P3. 3. Enormní přítok a tlak přívalových srážkových vod ve veřejné stokové síti část stoky ve špatném technickém stavu roztrhal a voda tak vyvěrala na povrch urbanizovaného území obce Zaječí, 2020 (iDnes.cz)



Obr. P3. 4. Přetížená stoková soustava vlivem enormního přítoku srážkových vod, naředitě srážkové vody a splašky vyvěrají z kanalizace na povrch v urbanizovaném území (Fulnek, 2016) – Fotoarchív autora



Obr. P3. 5. Přívalové srážkové vody stékají z veřejného uličního prostoru díky absenci stokového systému, případně dalších úprav pro HSV na soukromé pozemky (Karviná - Ráj, 2020) – Fotoarchív autora



Obr. P3. 6. Projevy sucha v urbanizovaném území – pokles hladiny vody ve vodním toku v řádu metrů, vysychá koryto, kolabuje vodní doprava (Ústí nad Labem, 2015) – Fotoarchív autora

PŘÍLOHA Č. 2

MÍRA KONTAMINACE SRÁŽKOVÝCH VOD A MOŽNÉ ZPŮSOBY

PŘEDČIŠTĚNÍ TĚCHTO VOD

Tab. P2. 1. Typické znečišťující látky na jednotlivých typech ploch a očekávané znečištění srážkových vod

Typ plochy		Hrubé nečistoty, splaveniny	Jemné částice	Těžké kovy	Uhlovodíky	Organické znečištění, BSK ₅	Živiny N, P	Patogenní mikroorganismy	Chloridy
Střechy	vegetační extenzivní	○	○	○	○	○	○	○	○
	vegetační intenzivní	○	○	○	○	●	●	○	○
	inertní	●	●	○/●	○/●	○/●	○/●	○/●	○
	s plochou neošetřených kovových částí do 50 m ²	●	●	●	○/●	○/●	○/●	○/●	○
	s plochou neošetřených kovových částí 50 m ² až 500 m ²	●	●	●●	○/●	○/●	○/●	○/●	○
s plochou neošetřených kovových částí nad 500 m ²	●	●	●●●	○/●	○/●	○/●	○/●	○	
Zatrávněné plochy		●/●●●	●/●●●	○	○	●	●	○/●	○
Komunikace pro chodce a cyklisty		●●	●	○/●	○/●	●	●	●	○/●
Parkoviště	málo frekventovaná (osobní auta)	●●	●	●	●	●	●	●	●
	(vysoce) frekventovaná (os. auta a busy)	●●	●●	●●	●●	●	●	●	●●
	nákladní auta ^d	●●●	●●●	●●●	●●●	●	●	●	●●
Pozemní komunikace	málo frekventované ^a (příjezdy k domům)	●●	●	●	●	●	●	●	●
	středně frekventované ^b	●●	●●	●●	●●	●	●	●	●●
	vysoce frekventované ^c	●●	●●●	●●●	●●●	●	●	●	●●●
Plochy u skladišť, manipulační plochy		●/●●●	●/●●●	●/●●●	●/●●●	●	●	●	●/●●
Komunikace zemědělských areálů		●●●	●●●	●●	●●	●●●	●●●	●●●	○/●
○		neznečištěná srážková voda							
●		mírně znečištěná srážková voda							
●●		středně znečištěná srážková voda							
●●●		vysoce znečištěná srážková voda							
/		až							
^a		< 300 automobilů za 24 h, např. příjezdy k domům a místní komunikace v obytné zástavbě							
^b		300 automobilů až 15 000 automobilů za 24 h							
^c		nad 15 000 automobilů za 24 h, obvykle dálnice a rychlostní silnice							
^d		parkoviště, která nejsou součástí veřejných komunikací							

Pozn.: převzato z TNV 75 9011

Tab. P2. 2. Způsoby předčištění srážkových vod při vsakování a účinnost pro různé druhy znečištění

Způsob čištění	Zařízení	Hrubé nečistoty, splaveniny	Jemné částice	Těžké kovy a jejich nerozp. sloučeniny	Uhlovodíky (minerální oleje, ropné látky)	Organické látky (nepatřící k jemným či hrubým částicím)	Živiny
Zachycení hrubých nečistot	Vtkové mřížky	++	--	--	--	--	--
	Lapače listí	++	--	--	--	--	--
	Česle	++	--	--	--	--	--
	Síta	+, o	--	--	--	--	--
Vsakování přes zatravněnou humusovou vrstvu (filtrace, adsorpce, biologické čištění)	Průlehy Průlehy-rýhy Vsakovací nádrže	++	++	++	++	++	++
Gravitační separace látek (sedimentace pevných částic a vyplavání lehkých látek)	Kalové jímky Usazovací nádrže	++	++	++	++	--	--
	Odlučovače lehkých kapalin s kalovou jímkou	++	++	+	++	--	--
Filtrace mechanická	Pískové a štěrkové filtry	++	++	+	--	--	+
	Geotextilie	++	++	+	--	--	--
Filtrace přes adsorpční materiál	Aktivní uhlí, koks	o	o	++	++	++	--
	Zeolity	o	o	++	++	+	--
	Hydroxidy železa a hliníku	o	o	++	--	--	--
	Adsorbenty olejů	--	--	--	++	--	--
++	vhodné						
+	podmínečně vhodné						
o	ve spojení s dalšími opatřeními						
-	spíše nevhodné						
--	nevhodné						

Pozn.: převzato z TNV 75 9011

Tab. P2. 3. Způsoby předčištění srážkových vod při zaústění do povrchových vod a účinnost pro různé druhy znečištění

Způsob čištění	Zařízení	Hrubé nečistoty, splaveniny	Jemné částice	Těžké kovy a jejich nerozpust. sloučeniny	Uhlovodíky (minerální oleje, ropné látky)	Organické látky (nepatřící k jemným či hrubým částicím)	Živiny
Gravitační separace látek (sedimentace pevných částic a vyplavání lehkých látek)	Kalové jímky Usazovací nádrže	++	++	++	++	-	-
	Dešťové nádrže	++	++	++	++	--	--
	Hydrodynamické odlučovače	++	+	+	-	--	--
	Odlučovače lehkých kapalin	++	++	+	++	-	-
Sedimentace a biologické čištění	Retenční nádrže se zásobním objemem, mokřady	+, 0	++	++	-, 0	++	++
Filtrace mechanická	Pískové a štěrkové filtry	++	++	+	--	--	+
	Geotextilie	++	++	+	--	--	--
Filtrace a biologické čištění (popř. přes půdní vrstvu)	Pískové a štěrkové filtry porostlé vegetací	+, 0	++	++	-	++	++
	Průlehy – rýhy Retenční půdní filtry	+, 0	++	++	++	++	++
Filtrace přes adsorpční materiál	Aktivní uhlí, koks	0	0	++	++	++	--
	Zeolity	0	0	++	++	+	--
	Hydroxidy železa a hliníku	0	0	++	--	--	--
	Adsorbenty olejů	--	--	-	++	--	--
++	vhodné						
+	podmínečně vhodné						
0	ve spojení s dalšími opatřeními						
-	spíše nevhodné						
--	nevhodné						

Pozn.: převzato z TNV 75 9011

PŘÍLOHA Č. 3
UKÁZKY ŘEŠENÍ MODROZELENÉ INFRASTRUKTURY
V URBANIZOVANÉM ÚZEMÍ SÍDEL



Obr. P3. 1. Ukázka využití dešťové zahrady jako zelené opatření pro přirozené vsakování srážkových vod odváděných z parkovacích stání uvnitř bytového vnitrobloku (Gdaňsk, Polsko, 2019)
– Fotoarchív autora



Obr. P3. 2. Zelená autobusová zastávka, vegetační střeška a stěna - zavlažováno srážkovými vodami, které dopadají na daný povrch (Siemiatycze, Polsko, 2018) – Fotoarchív autora



Obr. P3. 3. Ukázka zeleného opatření pro HSV – dešťová zahrada, v rámci které jsou přirozeně zasakovány srážkové vody z přilehlých komunikací (Varšava - Marki, Polsko, 2017) – Fotoarchív autora



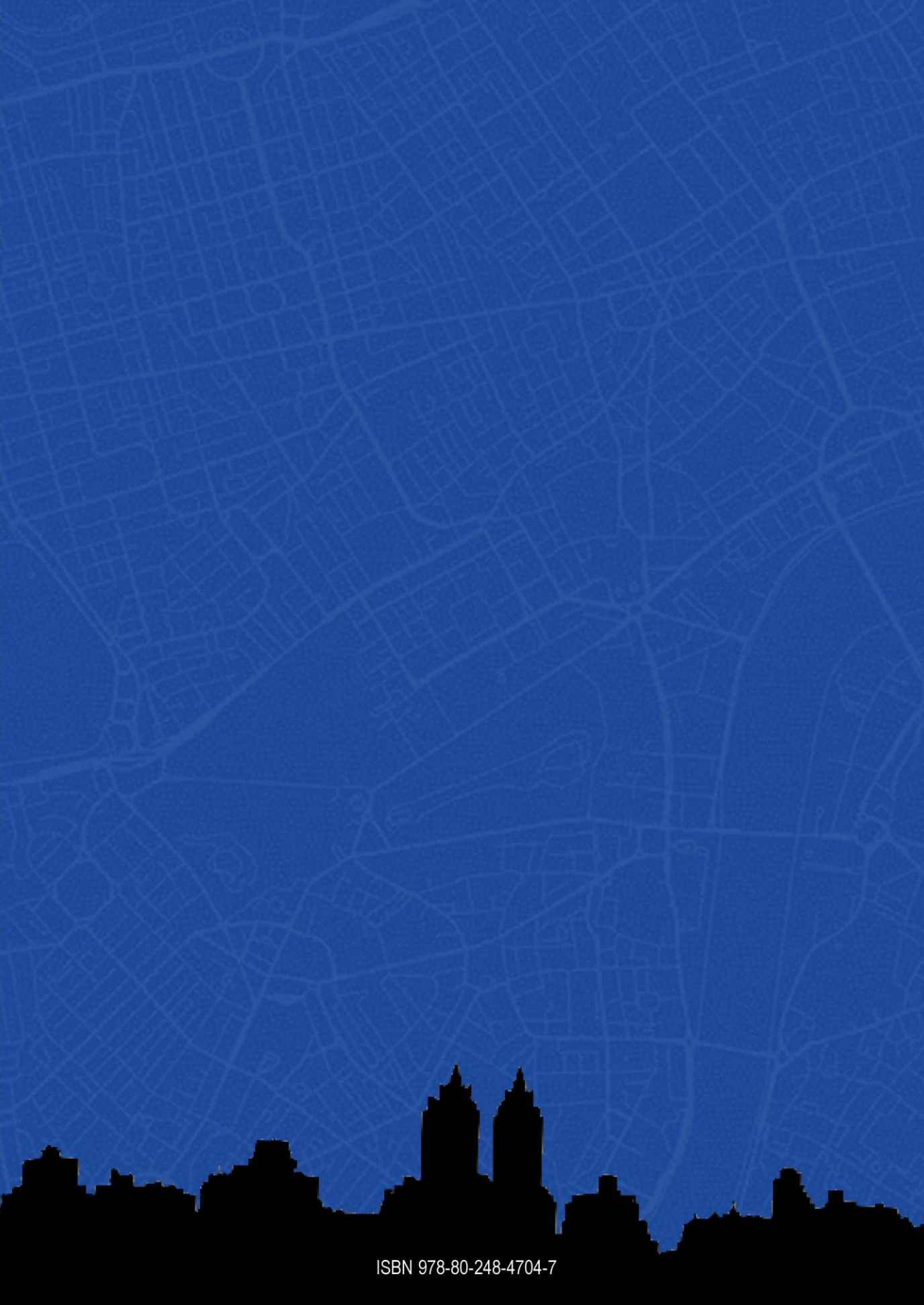
Obr. P3. 4. Aplikace zelených opatření v rámci tramvajového pásu, který je částečně dotován srážkovými vodami z přilehlých místních komunikací (Katovice - Sosnovec, Polsko, 2018) – Fotoarchív autora



Obr. P3. 5. Ukázka vsakovacího příkopu s akumulčním prostorem pro srážkové vody z přilehlých komunikací, vpravo dole je viditelný bezpečnostní přepad do veřejné stokové sítě - Mineapolis, USA (MPR.news)



Obr. P3. 6. Aplikace dešťové zahrady (zelená vsakovací rýha / příkop) jako odvodnění přilehlých komunikací pro pěší v rámci uličního prostoru - Washington D. C., USA (DC.gov)



ISBN 978-80-248-4704-7