

**Nmap - Specializovaná mapa s odborným obsahem
(soubor map)**

Průvodní zpráva k výsledku SS03010146-V2, část 1.

Specializovaná interaktivní mapa města Karviná



Číslo projektu: SS03010146

Název projektu: Výzkum a aplikace Water Information Management jako strategie chytrého hospodaření se srážkovými vodami v urbanizovaných územích Moravskoslezského kraje

Autoři dokumentu: Marek Teichmann; Natálie Szeligová; Michal Faltejsek; Štěpán Chvatík

Název organizace: VŠB – Technická univerzita Ostrava

Další subjekty konsorcia: smart urbido s.r.o.

Jméno řešitele: Ing. Marek Teichmann, Ph.D.

OBSAH

1. Úvod	3
2. Statutární město Karviná	3
2. 1. Základní demografické údaje	3
2. 2. Charakteristika města.....	5
2. 3. Hydrogeologické podmínky	8
3. Specializovaná interaktivní mapa města Karviná.....	14
3. 1. Výzkumné metody a novost	14
3. 2. Soubor specializovaných map – aplikace WIM	16
3. 3. Využitelnost specializované mapy a aplikace WIM	17
3. 4. Uživatelský průvodce aplikací WIM	18
4. Shrnutí	24
Seznam použitých informačních zdrojů	27

1. Úvod

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.

2. Statutární město Karviná

2. 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 zasluhují 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. 1. Základní statistický přehled o skladbě bytového fondu Karviné – 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
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. 1. a Tab. 2. 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. 1. 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. 2. přibližně odpovídají počtu nově realizovaných staveb rodinných domů.

Tab. 2. 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

2. 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. 3. 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

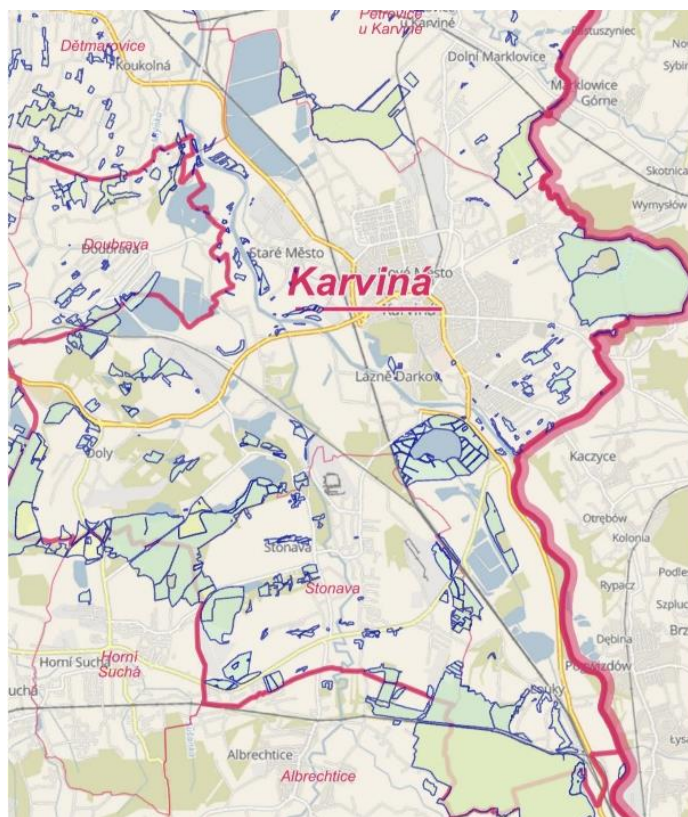
Karviná se dělí na následující části města:

- 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 ulicemi Bohumínská a ulicemi tř. 17. listopadu, jižní část je tvořena zčásti 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 označovaná jako Karvinské moře. Tato plocha vznikla jako důsledek poddolování a je využívána k rekreačním účelům. Zpevněné plochy nezauímají 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 ojedinělá 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. 3. 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.

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, viz Obr. 1.



Obř. 1. Vymezení lesních ploch na území statutárního města Karviná – převzato z Územně analytických podkladů ORP Karviná

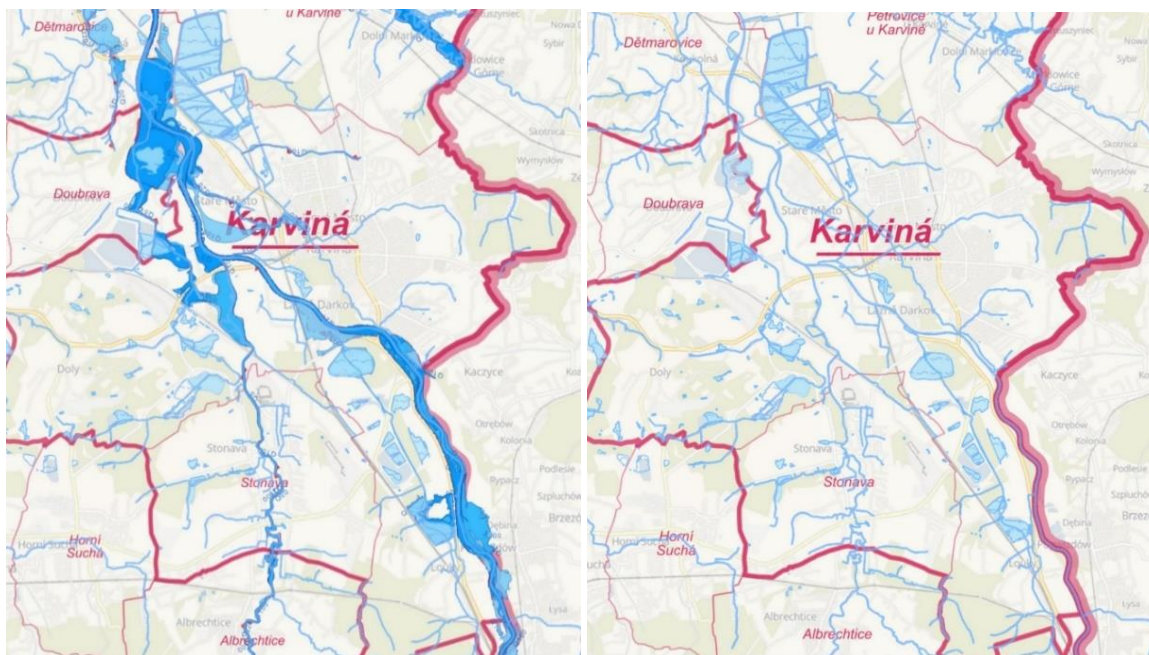
2. 3. Hydrogeologické podmínky

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. 2. 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.

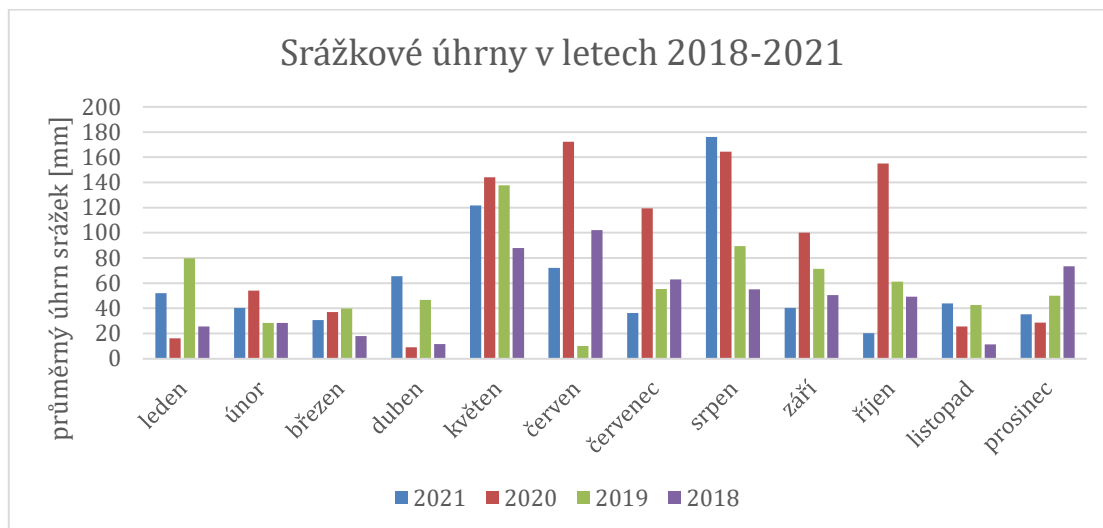
Zvláštním druhem povodňového ohrožení je tzv. Území ohrožené zvláštní povodní pod vodním dílem Těrlicko. Toto území je vymezeno v ploše, kterou by zaplavila voda v případě přetržení hráze vodního díla Těrlicko. Roční úhrn srážek ve městě je dlouhodobě až 800 mm. Většina srážkové vody je aktuálně odváděná 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. 2. 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 (Obr. 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 beze srážek

způsobující vysýchání koryt vodních toků, na které často navazuje období přivalových srážek, které způsobují tzv. bleskové záplavy zejména u vodního toku Olše.



Obr. 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.



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

Celé území města Karviné leží v provincii Západní Karpaty, soustavě Vněkarpatských sníženin, celku i podcelku Ostravské pánve. Z druhů zemin se vyskytují vápnitě 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.).

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 potenciální, 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 umístění staveb zasahujících do těchto oblastí).

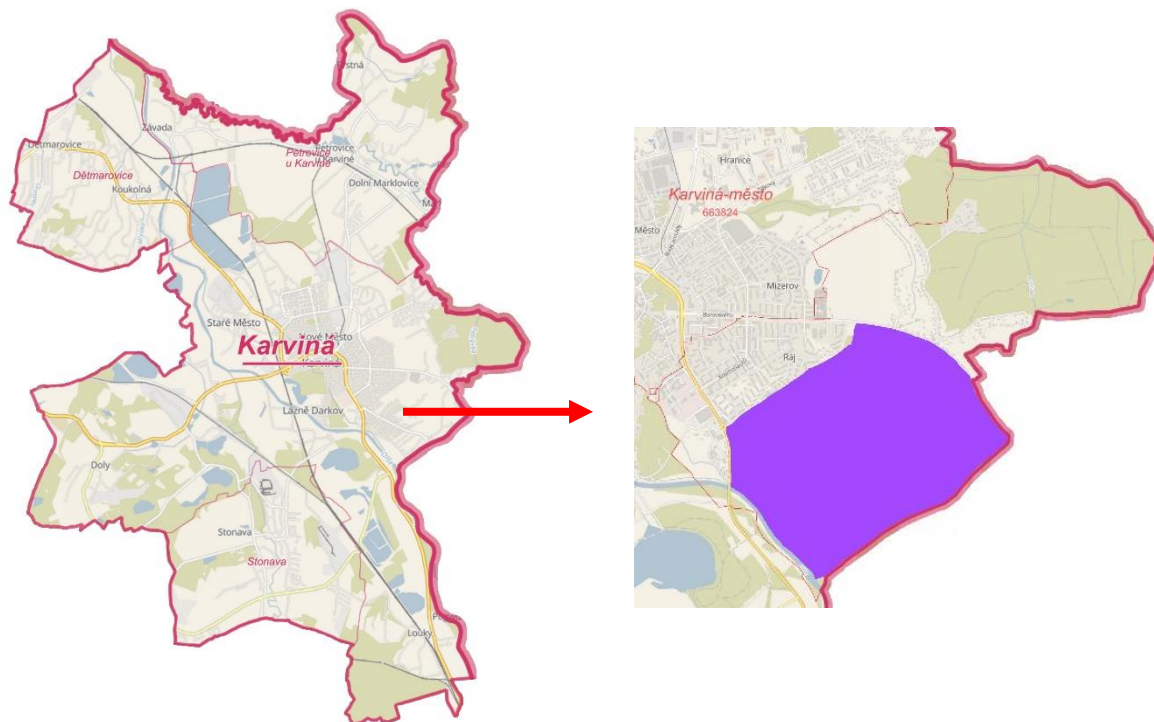
V územním plánu jsou identifikovány záměry na realizaci poldrů a dešťových zdrží, označovány X1 až X12 (viz Obr. 5.), které byly územním plánem vymezeny v místech terénních nerovností, tedy zejména v terénně nejrozmanitější části města – Karviná-Ráj.

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

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. 6. Vyznačení území nevhodného pro zasakování dešťových vod v katastrálním území Ráj - vlastní zpracování

Z tohoto důvodu byly pro vymezené území (viz. Obr. 6.) 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 Koncepte odkanalizování a Koncepte snižování ohrožení území živelními pohromami. V těchto koncepcích je důraz kladen na respektování legislativních požadavků pro hospodaření se srážkovými vodami. Ve vymezeném území navrhopat 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.

3. Specializovaná interaktivní mapa města Karviná

Specializovaná interaktivní mapa města Karviná je reprezentována vlastní webovou aplikací Water Information Management (WIM), která vznikla v rámci realizace projektu SS03010146 „Výzkum a aplikace Water Information Management jako strategie chytrého hospodaření se srážkovými vodami v urbanizovaných územích Moravskoslezského kraje“ a která je dostupná online přes link: "<https://wim.urbido.cz/karvina>". V rámci webové aplikace lze sledovat hromadně či separátně jednotlivé mapové vrstvy prostřednictvím interaktivního zobrazení veřejných ploch jednotlivých statutárních měst ve 2D i 3D zobrazení, včetně vyobrazení vybraných atribut a možnosti modelování v čase.

3. 1. Výzkumné metody a novost

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.

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. 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 komunikace 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 Katastru nemovitostí (KN) a Registr územní identifikace, adres a nemovitostí (RÚIAN).

Novost nástroje 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.

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.

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

3. 2. Soubor specializovaných map - aplikace WIM

Specializovaná mapa tvoří komplexní podklad pro zpracování analýzy srážkových vod v urbanizovaném území statutárního města Karviná. Jednotlivé mapy jsou zpracovány formou vzájemně provázaných vrstev a spojením dílčích mapových podkladů, které představuje široká paleta datových zdrojů získaných jednak ze strany správy města, tak i vlastním šetřením. Jednotlivé datové zdroje představují především základní mapy ploch, tedy pasporty dílčích ploch dané municipality, výškové uspořádání a mapa morfologie terénu, data městské stokové sítě, informace o propustnosti jednotlivých ploch, srážkové úhrny z měřících stanic a další. Jednotlivé mapové vrstvy jsou provázané nejen vzájemně mezi sebou, ale jsou propojeny rovněž s registry Katastru nemovitostí a Registrem územní identifikace adres a nemovitostí.

Výstupem tohoto vzájemného provázání je vlastní specializovaná interaktivní mapa města Karviná, která je tvořena především následující sadou map:

- **Koeficient odtoku** – mapa znázorňující základní škálu veřejných ploch tříděných dle vodní propustnosti daného povrchu, resp. dle součinitele odtoku dané plochy. Jednotlivé dílčí plochy jsou interaktivní a je tak možné prohlížet jednotlivé atributy daného mapového prvku (výměra, typ plochy, materiál povrchu, celkový povrchový odtok atd.).

- **Vpusti** – mapa extrahující data o městské stokové soustavě, přičemž jsou zde graficky reprezentovány vtokové objekty – uliční vpusti, resp. objekty sloužící k odvádění povrchově odtékajících srážkových vod do stokové sítě.
- **Heatmapa** – interpolační mapa zobrazující hustotu kanalizačních vpustí. Mapa na základě jednoduchého grafického znázornění zobrazuje kumulace uličních vpustí (bodových objektů) na městské stokové síti v dané municipalitě.
- **Vizualizace srážek 3D** – interaktivní mapa znázorňující ve 3D část srážkového úhrnu, který vytváří povrchový odtok z dané plochy. Jednotlivé úhrny tak jsou reprezentovány výškou (vodního sloupce), která je ovlivněna součinitelem odtoku srážkových vod typickou pro daný povrh.
- **Terén** – extrapolovaný 3D model terénu dané oblasti. Mapa znázorňující 3D model urbanizovaného povrchu dané municipality, který byl vytvořen na základě zpracování dostupných datových sad. Jednotlivé výšky jsou pro přehlednost extrapolovány x10 (tj. nejnižší bod v mapě x0, střední hodnota x5, maximální hodnota x10).
- **Vodní sloupec** – matematický model kritických míst. Mapa znázorňující ve 3D směr povrchového odtoku srážkových vod do míst kumulace těchto vod (maxima sloupců). Výpočet byl proveden pomocí inverzní funkce aplikované na mapu terénu v algoritmické kombinaci s mapou vizualizace srážek ve 3D. Výsledkem je tak grafické znázornění míst, kde dochází ke kumulaci srážkových vod z povrchového odtoku.

3. 3. Využitelnost specializované mapy a aplikace WIM

Hlavním cílem realizace celého výzkumu 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.

Specializovaná interaktivní mapová aplikace Water Information Management (WIM) slouží k zobrazení dat o vybraných urbanizovaných územích statutárního města Karviná, a to konkrétně vyobrazení datových podkladů ke zpevněným a nezpevněným plochám, reliéfu terénu, srážkovému úhrnu a dalších, přičemž tato data vzájemně propojuje a vytváří matematické modely a analýzy modelující srážkoodtokové modely v rámci urbanizovaného území města.

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.

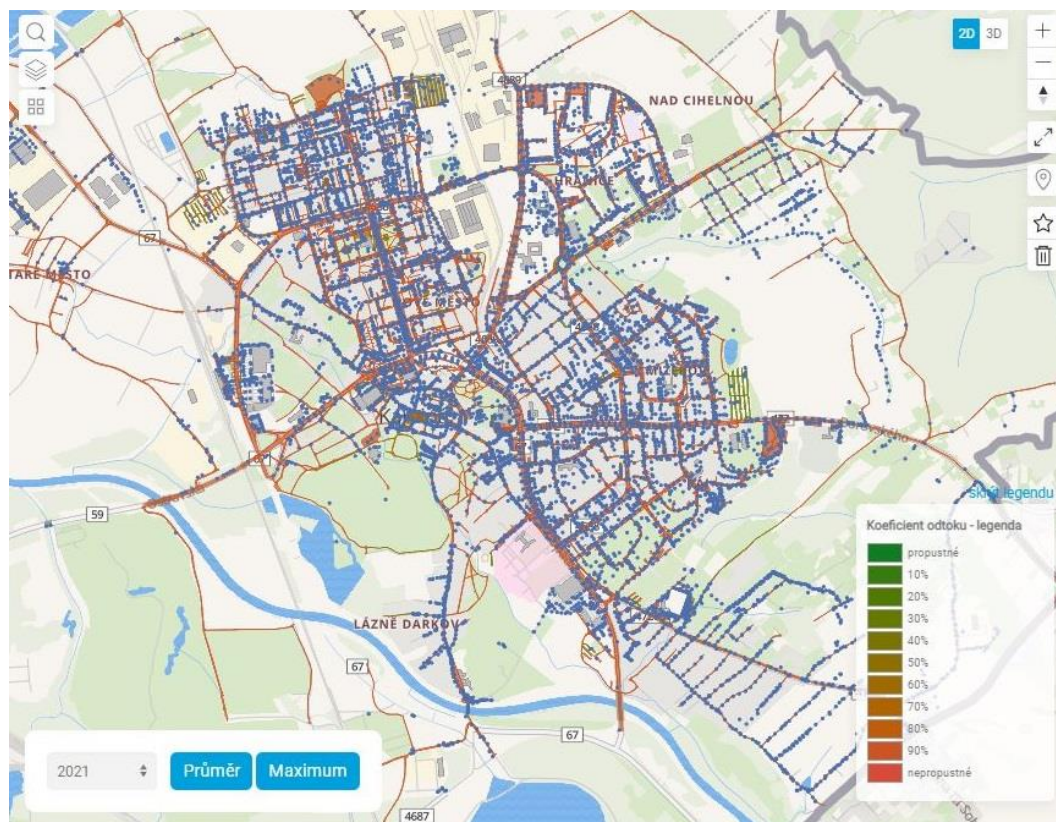
Jedním z významných výstupů mimo plánovaný mapový model bylo také to, že díky intenzivní komunikaci a podrobné analýze území byl vytvořen terén území vybraných obcí, který lze dále používat i pro další modely a analýzy. Tento model byl primárně vytvořen za účelem řešení problémů se srážkovou vodou, ale 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 neevidují 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.

3. 4. Uživatelský průvodce aplikací WIM

Pro vstup do webové aplikace Water Information Management a prohlížení specializované interaktivní sady map města Karviná je možno využít link: "<https://wim.urbido.cz/karvina>", případně jednotný link „<https://wim.urbido.cz/uvod>“, kde je umístěn rozcestník na další specializované mapy měst v Moravskoslezském kraji.

Vstupní obrazovkou aplikace WIM je mapa v defaultním zobrazení s již zapnutou základní vrstvou zpevněných a nezpevněných ploch, viz Obr. 7. Pokud existují i data o dalších podkladech, jsou defaultně zobrazena i ta, např. uliční vpusti na stokové síti apod. Základní ovládání mapy se provádí pomocí myši:

- Levé tlačítko – zapíná ovládací prvky
- Pravé tlačítko – pokud jej držíte, lze mapu různě natáčet horizontálně i vertikálně



Obr. 7. Vstupní mapa v defaultním zobrazení – náhled na město Karviná

Samotné ovládání interakcí mapového prohlížeče je realizováno pomocí několika funkčních tlačítek po obvodu mapy. **V levé horní části mapy** se nachází základní ovládací prvky pro zapínání/vypínání dalších mapových vrstev, a to:



Vyhledat – slouží k vyhledávání místa podle adresy



Mapové vrstvy – zde lze zapnout satelitní, katastrální a záplavovou mapu

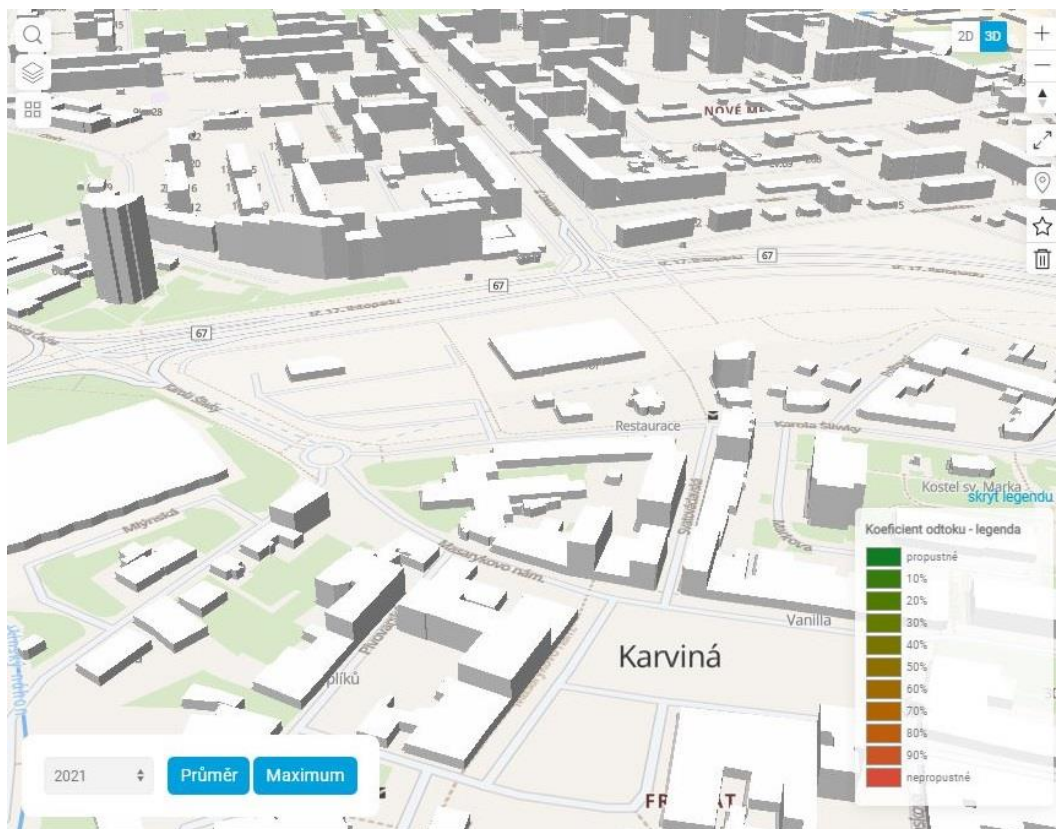


Mapové kompozice – ovládání všech částí mapy WIM:

- **Koefficient odtoku** – zobrazí barvy ploch podle koeficientu odtoku
- **Vpusti** (jsou-li jako podklad k dispozici) – zobrazí mapu kanalizačních vpustí
- **Vizualizace srážek 3D** – vizualizace vodního sloupce úhrnu srážek
- **Heatmapa** – interpolační mapa zobrazující hustotu kanalizačních vpustí
- **Vodní sloupce** – matematický model kritických míst
- **Terén** – extrapolovaný 3D model urbanizovaného povrchu dané oblasti

V *pravé horní části* jsou k dispozici ovládací prvky pro práci s mapou, a to:

2D 3D Tlačítko 2D/3D přepíná mezi zobrazením 2D a 3D budov, viz Obr. 8.



Obr. 8. Pohled na 3D model města Karviná



Přiblížení a oddálení mapy pomocí tlačítek + a -

Severka – pokud mapu natočíte mimo defaultní polohu, toto tlačítko vrátí sever nahoru

Lokalizace – přesune zobrazení mapy na vaši aktuální polohu

Zvětšit – maximalizuje zobrazení mapy na celou obrazovku

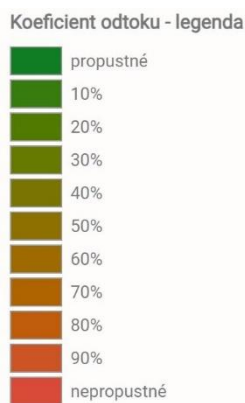
Kreslit – pomocí „hvězdy“ můžete do mapy zakreslit polygon, který chcete vypočítat pro zobrazení Vizualizace 3D srážek. Pomocí „**koše**“ polygon smažete.

V **levém dolním rohu mapy** se nachází ovládání mapových podkladů a dat úhrnu srážek.



- **Roletka** – slouží k výběru roku a příslušných dat úhrnu srážek.
- **Průměr** – zapne 3D sloupce na zájmových plochách podle průměrných denních srážek za vybraný rok.
- **Maximum** – zapne 3D sloupce na zájmových plochách podle maximálních srážek za jeden den ve vybraném roce.

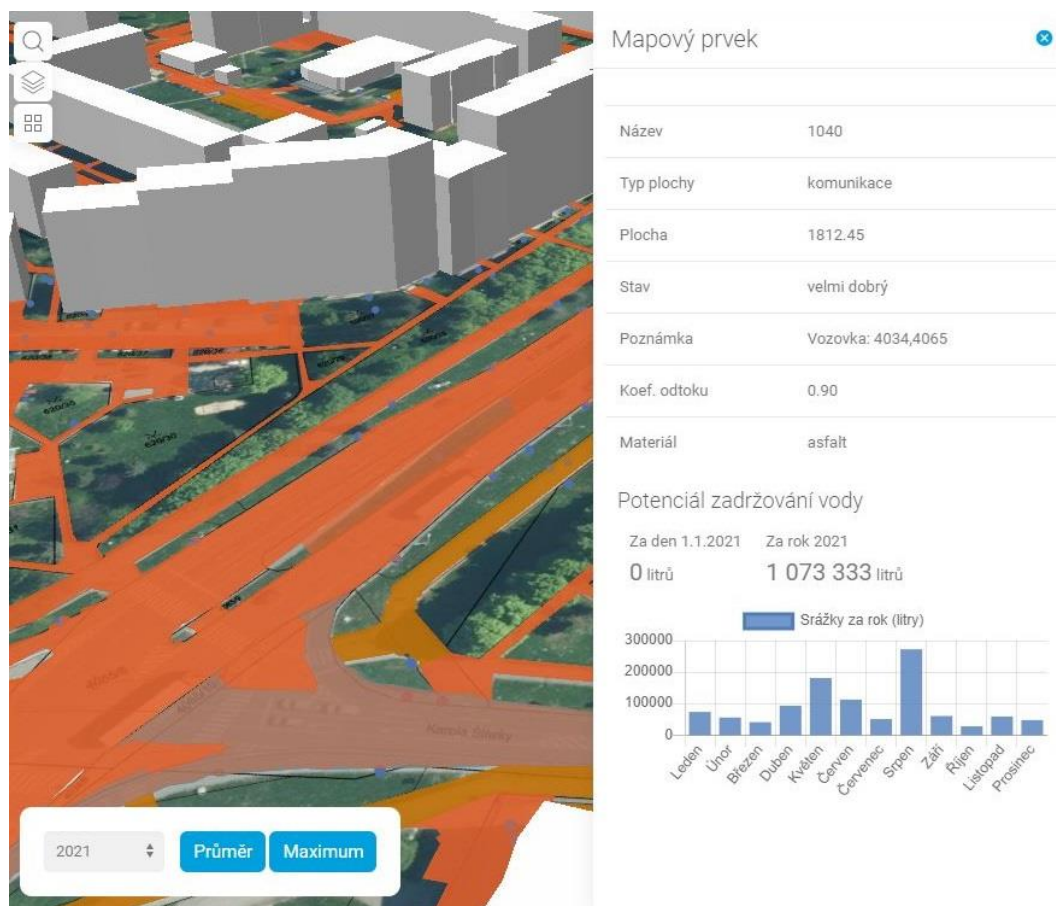
V **pravém dolním rohu mapy** se nachází legenda „Koefficient odtoku“, která udává propustnost jednotlivých zpevněných a nezpevněných ploch a barevně je vizualizuje (rozsah zelená až červená barva) v příslušné mapové vrstvě.



Samotné ovládání vizualizovaných dat pak probíhá jednak pomocí výše popsanych kroků, a dále také interaktivně, přičemž každou část (polygon) zpevněných i nezpevněných ploch v mapovém prohlížeči lze jednoduše klikem myši označit a interaktivně zobrazit příslušná data k danému mapovému prvku, resp. označené ploše, viz Obr. 9. Informace daného mapového prvku se pak zobrazují v rámci samostatného plovoucího okna, přičemž jsou zde zahrnuty následující atributy, tedy vlastnosti označené mapové entity:

- **Název** – název mapového prvku, resp. plochy v mapě. Informace překlopena z pasportizovaných dat dané municipality, případně převzato parcelní číslo z Katastru nemovitostí (KN).
- **Typ plochy** – funkční využití dané plochy v mapě. Informace překlopena z pasportizovaných dat dané municipality, případně převzata informace o funkčním využití pozemku z Katastru nemovitostí (KN).

- **Plocha** – plošná výměra dané plochy v m².
- **Stav** – informace o stavebně-technickém stavu dané mapové plochy. Informace převzata z pasportizovaných dat dané municipality.
- **Poznámka** – doplňující / zpřesňující informace o využití dané mapové plochy. Informace převzata z pasportizovaných dat dané municipality.
- **Koeficient odtoku** – bezrozměrný číselný údaj v rozsahu 0 až 1, uvádějící součinitel odtoku srážkových povrchových vod ψ (dle ČSN 75 9010). Informace závislá na materiálu daného povrchu a jeho sklonu.
- **Materiál** – informace o druhu / typu materiálu povrchu dané mapové plochy. Informace překlopena z pasportizovaných dat dané municipality, doplněna na základě funkčního využití dle dat Katastru nemovitostí (KN).



Obr. 9. Náhled na paletu vlastností označeného mapového prvku – vlevo označena část pozemní komunikace, ul. Karola Slivky v Karviné, vpravo paletka vlastností označeného mapového prvku

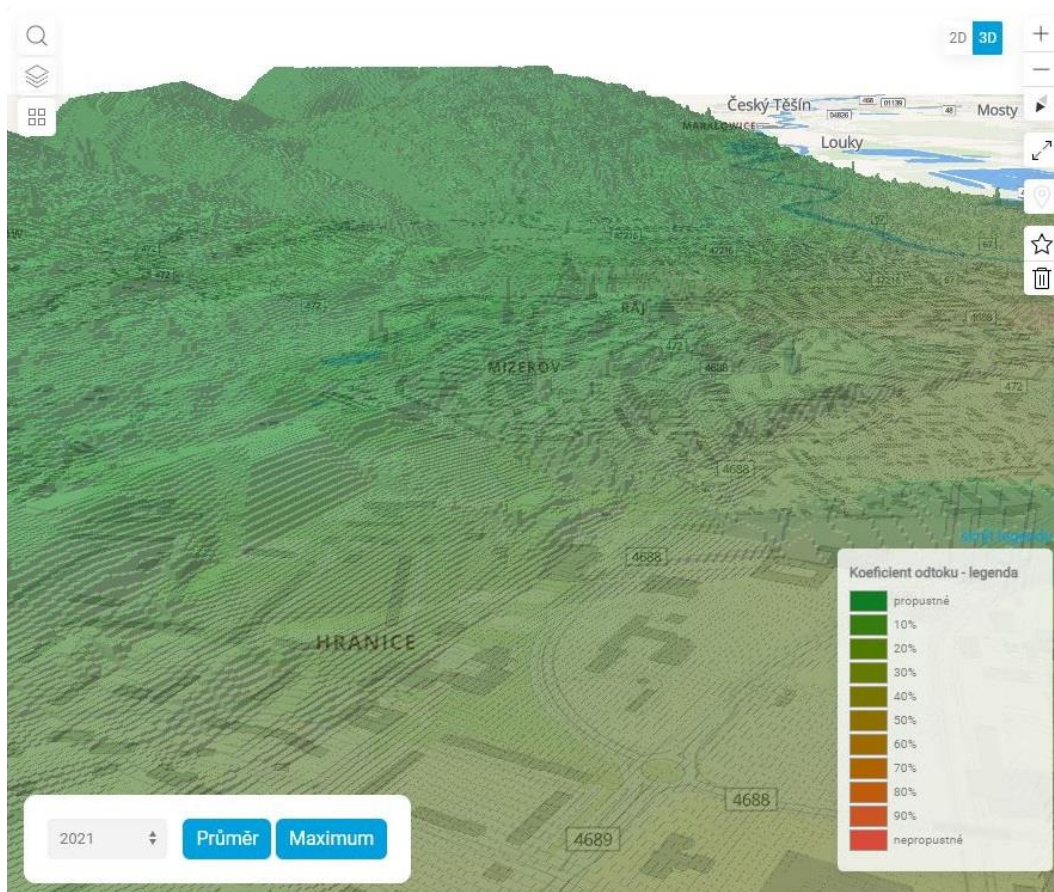
Ve spodní části samotného plovoucího okna, viz Obr. 9. Lze rovněž sledovat informaci k mapové ploše, která představuje **Potenciál zadržování vody**. Tato vlastnost vybrané mapové plochy je interaktivní, přičemž zobrazuje graficky srážkové úhrny a jejich rozložení na jednotlivé měsíce během vybraného roku. Tento graf je funkčně propojen s roletkou pro výběr roku v levém dolním rohu mapy a lze tak přepínat data srážkového úhrnu v jednotlivých letech (možnost zobrazení srážkového úhrnu od roku 2011). Množství srážek uvedených v grafu i součtu ročního úhrnu je uvedeno s přepočtem na velikost vybrané mapové plochy.



Obr. 10. Náhled na zobrazení mapy se zobrazením uličních vpustí (bodové objekty – modrá barva) a doplnění heatmapy znázorňující shluky soustav uličních vpustí – náhled na mapu města Karviná

Na Obr. 10. až Obr. 13. jsou uvedeny další vybrané mapové kompozice aplikace Water Information Management. Pro výpočet srážkoodtových poměrů (Obr. 13.) je zásadní jednak vlastní součinitel odtoku jednotlivých dílčích ploch a dále samotný 3D model urbanizovaného povrchu daného území (Obr. 11). Významným faktorem pro srážkoodtokové poměry je rovněž existence stokové sítě, především pak existence vtokových objektů v podobě uličních a jiných vpustí, které jsou zobrazeny na Obr. 10. a které mají na povrchový odtok z území zásadní vliv.

Na Obr. 12. lze sledovat zobrazení 3D modelu území se znázorněním záplavových území, resp. zobrazení záplavových map 5ti leté, 20ti leté a 100leté vody.

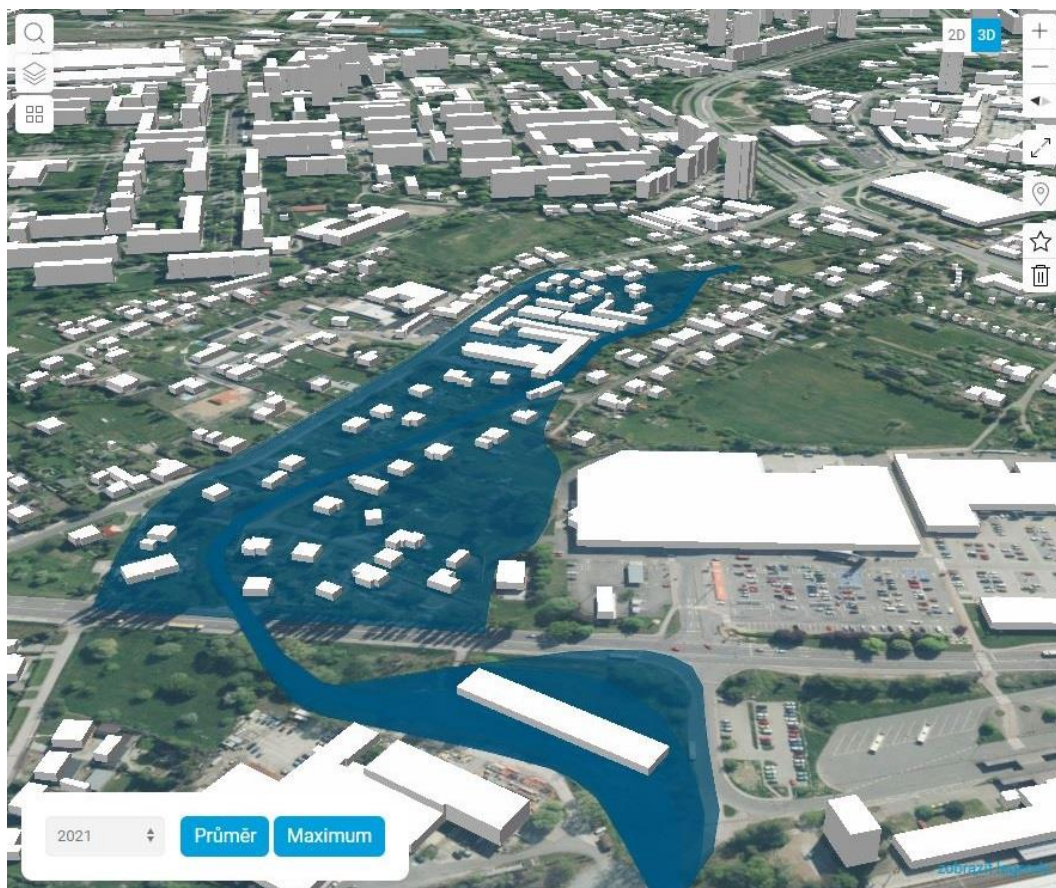


Obr. 11. *Náhled na zobrazení 3D modelu urbanizovaného povrchu části města Karviná – zobrazení výšek je extrapolované x10*

4. Shrnutí

Předložená Průvodní zpráva k výsledku SS03010146-V2, část 1. – „Specializovaná interaktivní mapa města Karviná“ stručně představuje specializovanou interaktivní mapu, resp. soubor specializovaných interaktivních map, které jsou jedním z výstupů projektu SS03010146 „Výzkum a aplikace Water Information Management jako strategie chytrého hospodaření se srážkovými vodami v urbanizovaných územích Moravskoslezského kraje“. Vlastní Specializovaná interaktivní mapa je součástí webové aplikace Water Information Management (WIM) a je online dostupná z linku „<https://wim.urbido.cz/karvina>“.

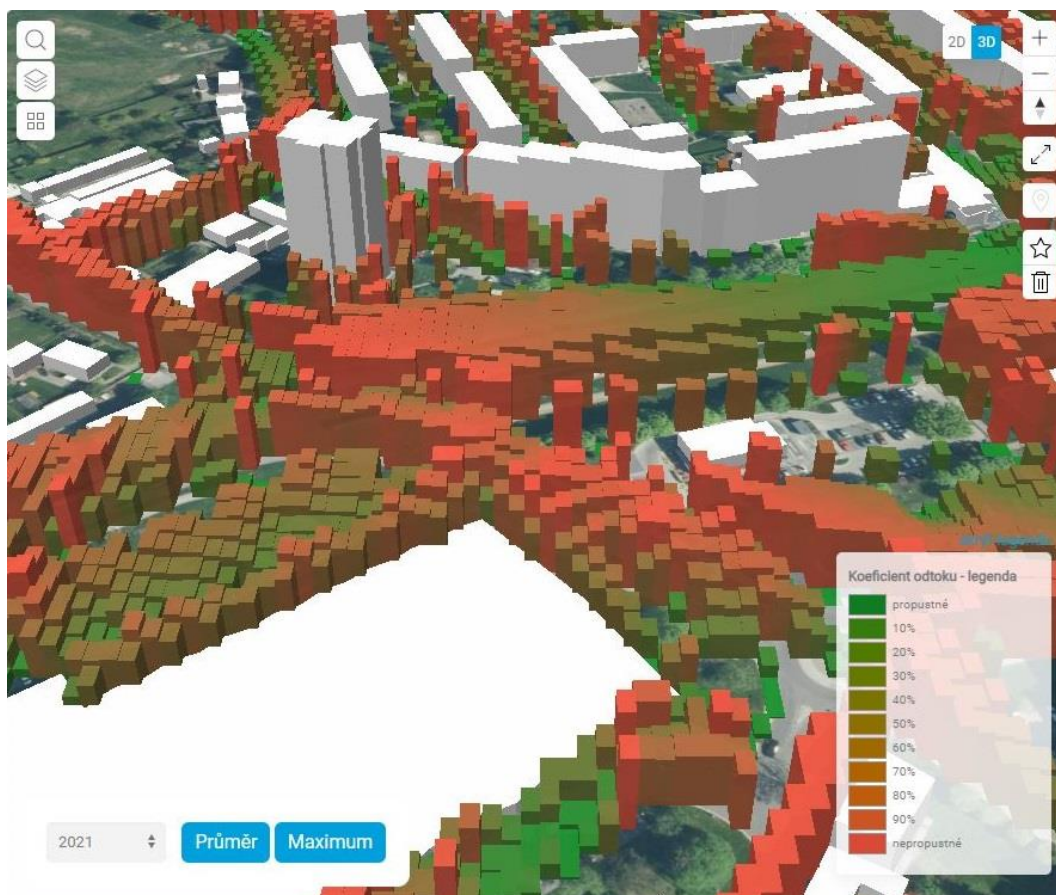
Tento dokument představuje především analýzu problematiky hospodaření se srážkovou vodou v urbanizovaném území statutárního města Karviná, představuje základní funkcionality a vlastnosti dílčí interaktivní sady specializovaných map dané municipality a prezentuje její dílčí výstupy, ukázky, možná zobrazení a další práce s interaktivní mapovou aplikací Water Information Management.



Obr. 12. *Náhled na zobrazení 3D modelu urbanizovaného území se znázorněním záplavové mapy (5, 20 a 100letá voda) – náhled na oblast mezi OC Korso a ul. Svatopluka Čecha v Karviné*

Samotná aplikace WIM 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 výše popsané procesy zpracování 3D mapového modelu tvoří komplexní podklad pro optimalizaci hospodaření se srážkovými vodami v urbanizovaném území lidských sídel 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.



Obr. 13. *Náhled na 3D vizualizaci srážkoodtokových poměrů v rámci města Karviná – nejvyšší sloupce (červená barva) představují prostory s kumulací srážkových vod z povrchového odtoku. Algoritmicky vypočteno především na základě spádových poměrů v území a propustnosti povrchu.*

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 a další informační zdroje uvádějí, že srážkové vody jsou problémem v území a znázorňují příklady dobré praxe, avšak nikde se zpravidla 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 Specializované interaktivní mapy podpořen, věří, že metoda WIM, tedy Water Information Management, bude klíčem nejen k takové identifikaci, ale i pomůckou pro městský management jako celku.

Seznam použitých informačních zdrojů

- [1] 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
- [2] 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>
- [3] ČSN 75 9010. Vsakovací zařízení srážkových vod. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012.
- [4] Geologická encyklopedie [online]. [cit. 2021-12-19]. Dostupné z: <http://www.geology.cz/aplikace/encyklopedie/term.pl>
- [5] Kujal, B., Šír, M. Vodní hospodářství obcí – Příručka pro obce. Česká společnost vodohospodářská: České Budějovice, 2016. 2. vydání. ISBN 978-80-260-8346-7.
- [6] Maier, K. a kol. Udržitelný rozvoj území. Praha: Grada Publishing, 2012. ISBN 978-80-247-4198-7.
- [7] 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

- [8] 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
- [9] Státní politika životního prostředí České republiky: 2004-2010. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2004. ISBN 80-7212-283-5.
- [10] Szeligova, N.; Faltejsek, M.; Teichmann, M.; Kuda, F.; Endel, S. Potential of Computed Aided Facility Management for Urban Water Infrastructure with the Focus on Rainwater Management. *Water* 2023, 15, 104. DOI: <https://doi.org/10.3390/w15010104>
- [11] Teichmann, M. a kol. Hospodaření se srážkovou vodou v urbanizovaném území sídel Moravskoslezského kraje. První vydání. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2023. 188 stran. ISBN 978-80-248-4704-7.
- [12] TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami. Praha: Sweco Hydroprojekt a.s., Praha, 2013.
- [13] Územně analytické podklady ORP Karviná. Dostupné z: <https://www.karvina.cz/magistrat/uzemne-analyticke-podklady>
- [14] Územní plán Karviná. Dostupné z: <https://www.karvina.cz/magistrat/uzemni-plany>
- [15] Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010–2023 [cit. 18. 9. 2023]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2009-268>
- [16] Vyhláška č. 501/2006 Sb., o obecných požadavcích na využívání území. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010–2023 [cit. 3. 9. 2023]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-501>
- [17] 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>
- [18] Zákon č. 248/2000 Sb., o podpoře regionálního rozvoje. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2021 [cit. 8. 3. 2023]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-248>
- [19] 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. 2023]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-254>
- [20] Zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích). In: *Zákony pro lidi.cz*

[online]. © AION CS 2010-2021 [cit. 8. 3. 2023]. Dostupné z:
<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-274>

- [21] 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.
- [22] Zimmermann, R. Social Implications of Infrastructure Network Interactions, *Journal of Urban Technology*, Volume 8, Number 3, pages 97-119, 2001.