

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

Průvodní zpráva k výsledku SS03010146-V2, část 3.

Specializovaná interaktivní mapa města Havířov



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; Stanislav Endel; 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 Havířov	3
2. 1. Základní demografické údaje	3
2. 2. Charakteristika města.....	4
2. 3. Hydrogeologické podmínky	6
3. Specializovaná interaktivní mapa města Havířov	13
3. 1. Výzkumné metody a novost	13
3. 2. Soubor specializovaných map – aplikace WIM	15
3. 3. Využitelnost specializované mapy a aplikace WIM	16
3. 4. Uživatelský průvodce aplikací WIM	17
4. Shrnutí	22
Seznam použitých informačních zdrojů	24

1. Úvod

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 městskou 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.

2. Statutární město Havířov

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.

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. Blokovaná 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. 1. 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. 1. a Tab. 2.

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. 2. 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

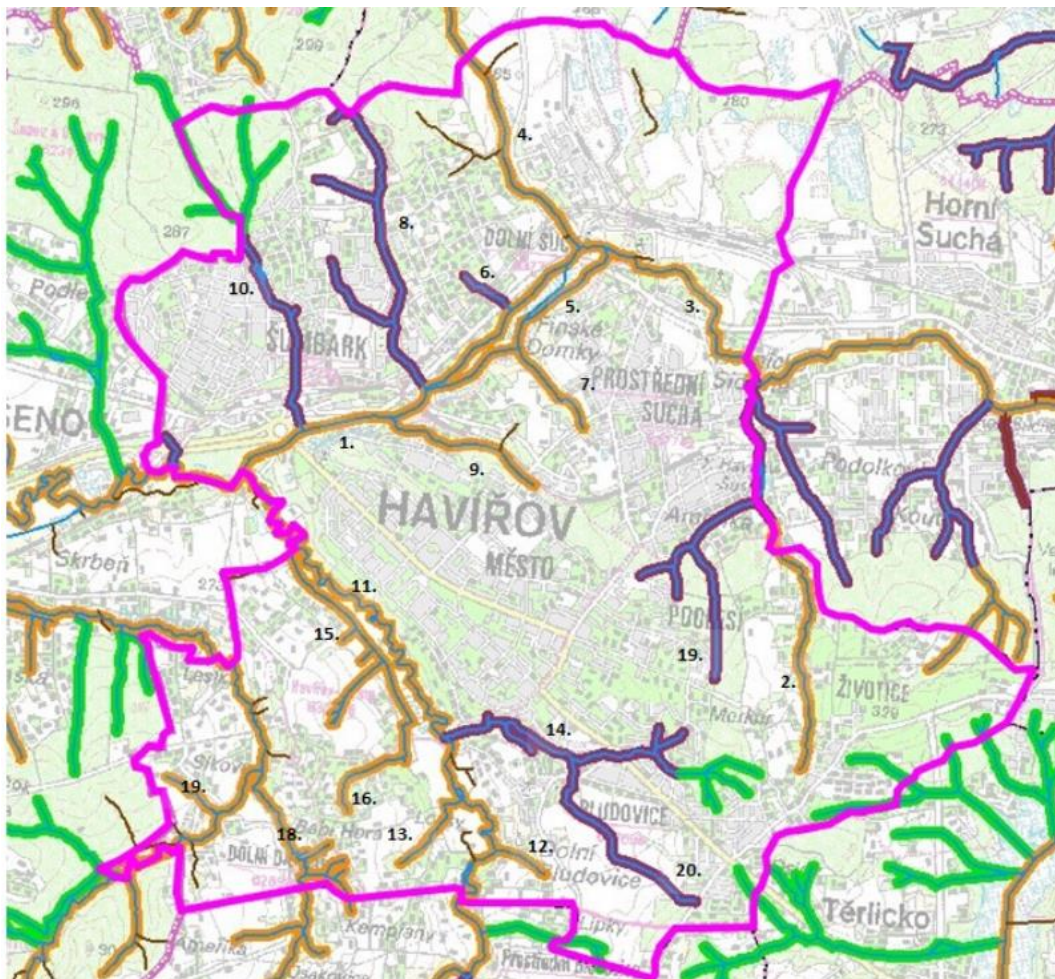
2. 3. Hydrogeologické podmínky

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. 1.

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. 1. 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.

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.

Tab. 3. 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		

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.

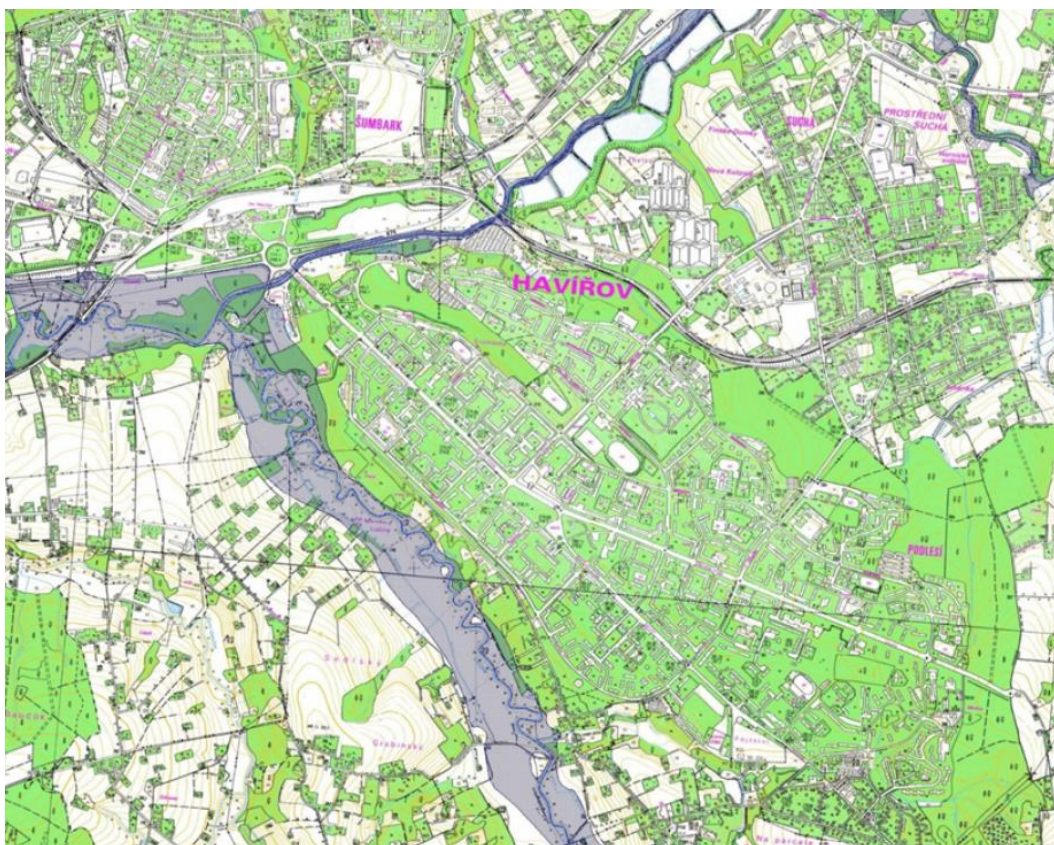
Povodňové riziko

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.

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.



Obr. 2. Schématická mapa záplavových území – převzato z webmap.dppcr.cz

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. 2. 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.

V Havířově stejně jako v celém regionu v minulosti probíhala intenzivní hornická a průmyslová činnost. Dle územně analytických podkladů města je na území města Havířova 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.

Tab. 4. 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	Havířov-město	Prostřední Suchá	Šumbark	Havířov 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

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. Údaje uvedené v Tab. 4. 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).

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. Zadržovaná 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.

3. Specializovaná interaktivní mapa města Havířov

Specializovaná interaktivní mapa města Havířov 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/havirov>". 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 ztvárňovat 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 komunikaci s oprávněnými osobami jednotlivých municipalit, jako například pasporty zeleně, pasport parkovacích ploch, pasport komunikací (pěší a doprava), pasport kanalizace, 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 Havířov. 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 Havířov, 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.).
- **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.

- **Vodní sloupce** – 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 algoritmicke 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 Havířov, 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 nevidují a současně by to bylo nereálné z hlediska časového

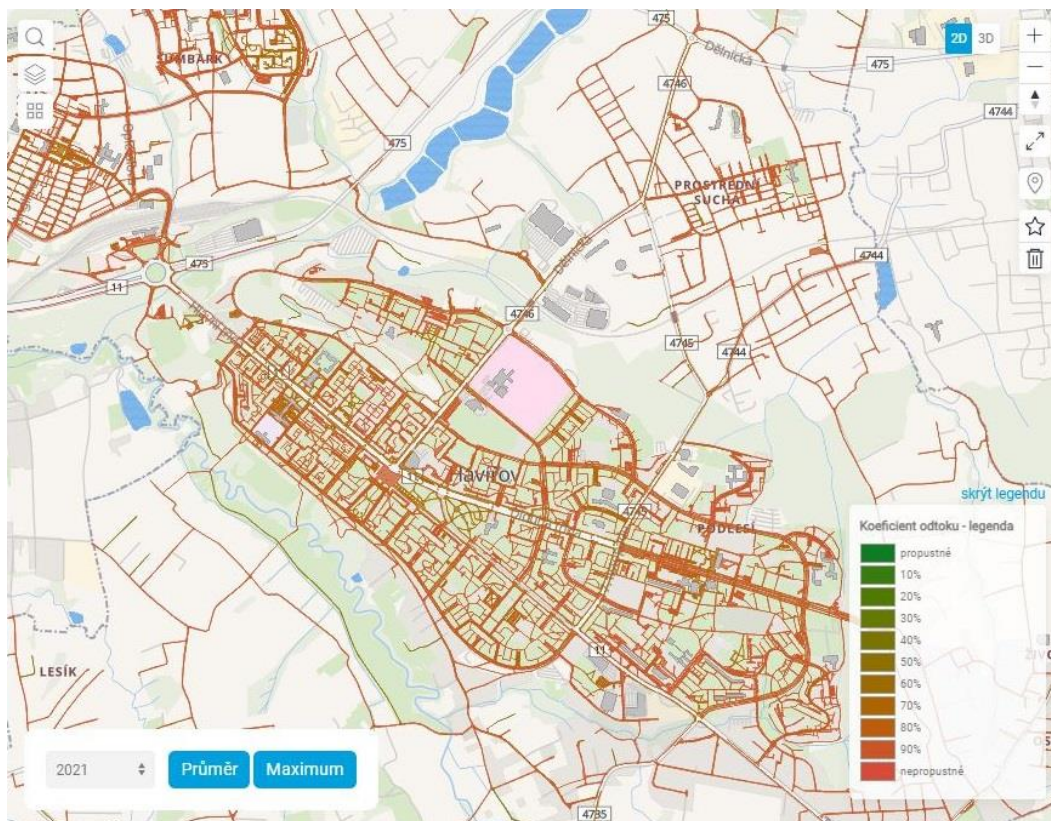
a komunikačního. Pro přesnější a rychlejší proces by bylo vhodné mít zaměřené jednotlivé zpevněné plochy a jejich výškové profily s vysokou přesností.

3. 4. Uživatelský průvodce aplikací WIM

Pro vstup do webové aplikace Water Information Management a prohlížení specializované interaktivní sady map města Havířov je možno využít link: "<https://wim.urbido.cz/havirov>", 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. 3. 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. 3. Vstupní mapa v defaultním zobrazení – náhled na město Havířov

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:

- **Koeficient 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



Obr. 4. Pohled na 3D model města Havířov

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



Tlačítko 2D/3D přepíná mezi zobrazením 2D a 3D budov, viz Obr. 4.



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.

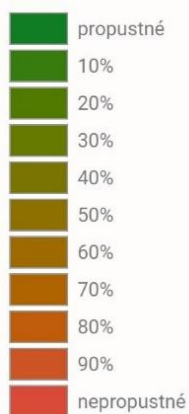
V **levém dolním rohu mapy** se nachází ovládání mapových podkladů a dat úhrnu srážek.



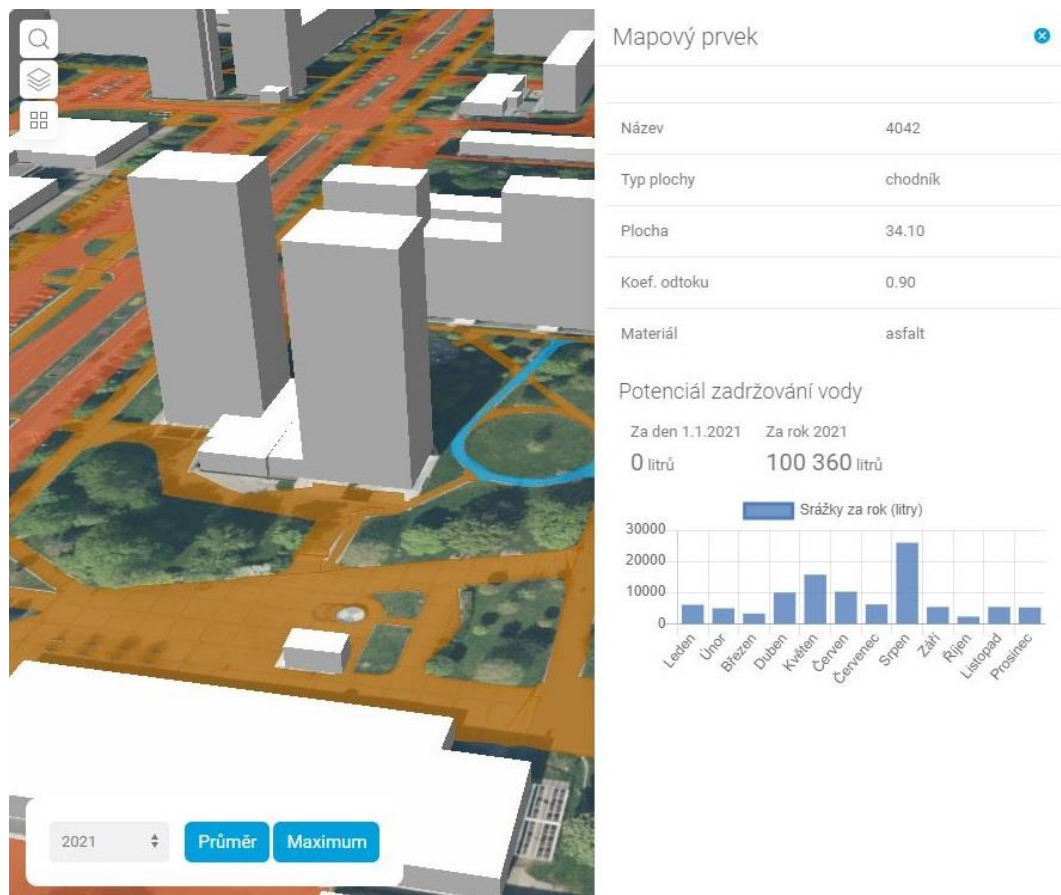
- **Roletka** – slouží k výběru roku a příslušných dat úhrnu srážek.
- **Průměr** – zapne 3D sloupce na zájmových plochách podle průměrných denních srážek za vybraný rok.
- **Maximum** – zapne 3D sloupce na zájmových plochách podle maximálních srážek za jeden den ve vybraném roce.

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

Koeficient odtoku - legenda



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. 5.

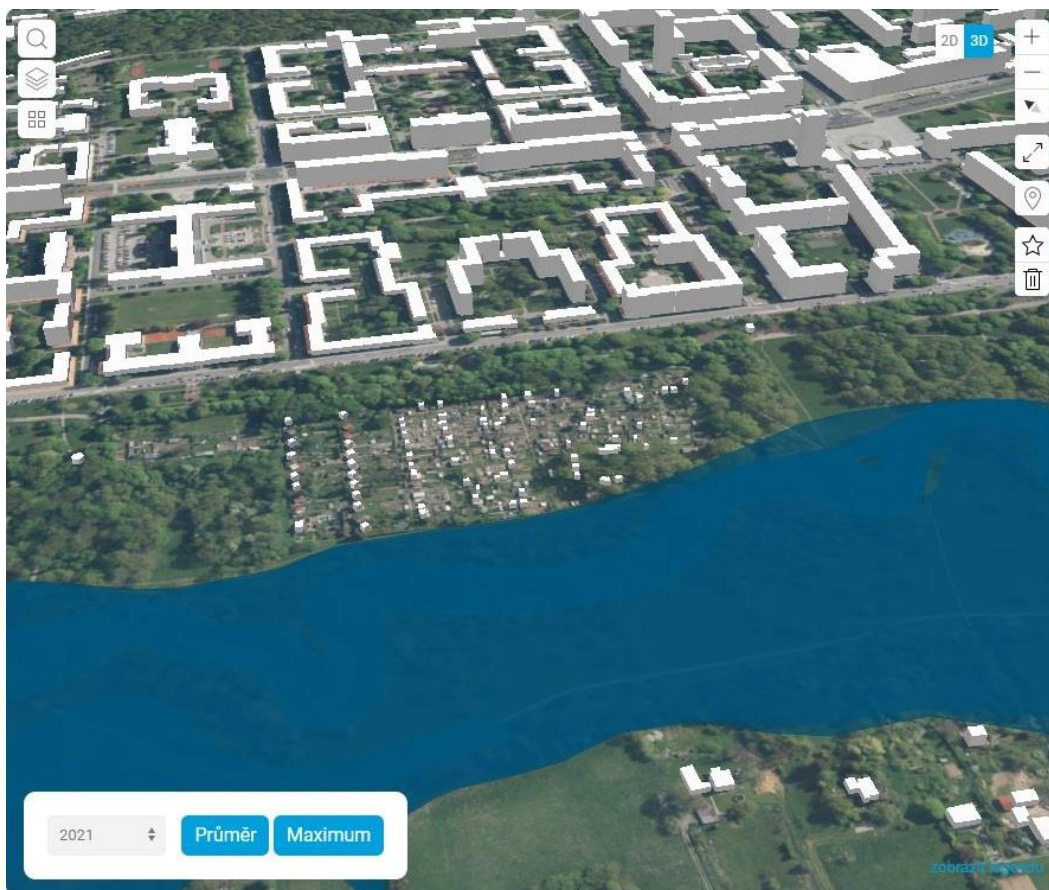


Obr. 5. Náhled na paletu vlastností označeného mapového prvku – vlevo označena část komunikace pro pěší, poblíž ul. Dlouhá třída v Haviřově - Podlesí, vpravo paletka vlastností označeného mapového prvku

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. 6. Náhled na zobrazení 3D modelu urbanizovaného území se znázorněním záplavové mapy (5, 20 a 100letá voda)
– pohled území mezi ul. Hlavní třída a vodním tokem Lučina v Havířově

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.

Na Obr. 6. a Obr. 7. jsou uvedeny další vybrané mapové kompozice aplikace Water Information Management. Na Obr. 7. lze sledovat zobrazení 3D modelu území se znázorněním záplavových území, resp. zobrazení záplavových map 5ti leté, 20ti leté a 100leté vody. Na Obr. 6. pak zobrazení 3D srážkoodtokových poměrů, kdy je pro takovýto výpočet zásadní jednak vlastní součinitel odtoku jednotlivých dílčích ploch a dále samotný 3D model urbanizovaného povrchu daného území.

4. Shrnutí

Předložená Průvodní zpráva k výsledku SS03010146-V2, část 1. – „Specializovaná interaktivní mapa města Havířov“ 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/havirov>“.

Tento dokument představuje především analýzu problematiky hospodaření se srážkovou vodou v urbanizovaném území statutárního města Havířov, 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. 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.



Obr. 7. Náhled na 3D vizualizaci srážkoodtokových poměrů v rámci města Havířov – 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.

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. 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 města Havířova. Dostupné z: <https://www.havirov-city.cz/sites/default/files/files/article-attachments/adaptacni-strategie-mesta-havirova.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 Havířov. Dostupné z: <https://www.havirov-city.cz/odbor-uzemniho-rozvoje/uzemni-planovani/uzemne-analyticke-podklady-orp-havirov>
- [14] Územní plán Havířov. Dostupné z: <https://www.havirov-city.cz/odbor-uzemniho-rozvoje/uzemni-planovani/uzemni-plan-havirov>
- [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: <i>Zákony pro lidi.cz</i> [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.