

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

Průvodní zpráva k výsledku SS03010146-V2, část 2.

Specializovaná interaktivní mapa města Frýdek - Místek



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 Frýdek - Místek	3
2. 1. Základní demografické údaje	3
2. 2. Charakteristika města	4
2. 3. Hydrogeologické podmínky	5
3. Specializovaná interaktivní mapa města Frýdek - Místek	12
3. 1. Výzkumné metody a novost	12
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

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

Hlavním přirozeným recipientem města je řeka Ostravice, která protéká napříč celým městem z jihu na sever, a do které se na jižní hranici katastru města z pravé strany vlévá řeka Morávka. Do nich pak ústí několik dalších menších vodních toků, většinou bezejmenných. Kromě funkce přirozeného recipientu jsou vodní toky ve městě také významným rekreačním prvkem, jsou okolo nich lokalizovány hlavní městské parky, podél řeky Ostravice vede významná cyklostezka z Ostravy do Beskyd. Kromě zmíněného dvouměstí tak není Frýdek-Místek svou polohou vůči vodním tokům a jejich využitím nijak specifický. Toto se týká i možností likvidace srážkových vod, které jsou obdobné jako u jiných srovnatelně velkých měst.

2. Statutární město Frýdek - Místek

2. 1. Základní demografické údaje

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

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

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

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

2. 2. Charakteristika města

S ohledem na historický vývoj má Frýdek-Místek prakticky dvě městská centra se dvěma náměstími. Větší je frýdecké Zámecké náměstí, v jehož blízkosti je také magistrát města. Místecké náměstí Svobody je sice menší, nicméně v jeho blízkosti jsou další tři plochy obdobného charakteru, a sice Antonínovo náměstí, Malé náměstí a Farní náměstí. Navíc nedaleko je hlavní městský park – sady B. Smetany. Zástavba v okolí těchto náměstí je klasická, tedy kompaktní s menšími zadními dvory. Centrum Frýdku pak obklopují spíše panelové domy s vyšším počtem podlaží, zatímco okolo centrální části Místku jsou spíše nízkopodlažní zděné bytové domy. Zástavbu zde doplňují objekty základní a vyšší občanské vybavenosti (např. nemocnice). Nejvyšší koncentrace obyvatel spojená s existencí nejvyšších panelových domů je na sídlišti Slezská v jihovýchodní části Místku. Na tuto městskou zástavbu navazuje na severu místní část Lískovec, na západě části Chlebovice, Zelinkovice a Lysůvky a na východě Panské Nové Dvory. Všechny tyto místní části jsou typickými okrajovými částmi s převažující individuální rezidenční zástavbou. Právě v těchto částech je nárůst počtu domů nejvyšší. Jiné typy zástavby jsou v těchto částech spíše výjimečné. Výjimkou je pouze západní část Chlebovic, kde je stále expandující průmyslová zóna. Poslední místní částí Frýdku-Místku je Skalice, ve

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

Tab. 1. Základní statistický přehled o skladbě bytového fondu Frýdku-Místku - Vlastní zpracování na podkladu dat Českého statistického úřadu

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

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

Tab. 2. Počet dokončených bytů ve Frýdku-Místku v letech 2008–2021 - Vlastní zpracování na podkladu dat Českého statistického úřadu

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

2. 3. Hydrogeologické podmínky

Vodní toky a vodní plochy

Celé území města Frýdek-Místek patří do úmoří Baltského moře a povodí řeky Odry. Bezspornu nejvýznamnějším vodním tokem, který městem protéká, je řeka Ostravice. Ta tvoří přirozenou hranici mezi Frýdkem a Místkem a protéká tak centrem města, kde tvoří významný rekreační

prvek. Délka toku řeky Ostravice je 65,1 km, plocha povodí 827,4 km². Průměrný průtok na území města Frýdku-Místku je udáván ve výši 7,61 m³/s, Q100 má hodnotu 1 120 m³/s. Průtok vody v řece je regulován přehradou Šance, ta leží cca 20 km jižně od města a je jedním ze zdrojů vody pro Ostravský oblastní vodovod. Trasování koryta řeky Ostravice na území Frýdku-Místku je zřejmě přirozené, nejeví známky umělých úprav.

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

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

Zajímavostí města je Hodoňovický-sviadnovský technický náhon, který byl vybudován jako umělé vodní spojení mezi řekami Ostravicí a Olešnou. Původním záměrem bylo zajištění pohonu pro mlýny a pily, dnes je už jen pozůstatkem průmyslové činnosti v místě a tvoří rekreační prvek v krajině. Dále je na území města několik drobných toků, které jsou hydrologicky málo významné. Místní částí Skalice protéká potok Skaličnický, přes Panské Nové Dvory potok Vlčok, Lískovcem potok Podšajarka, na severu Ostravická Datyňka. Všechny jsou přítoky výše zmíněných větších vodních toků. Ve městě byla v minulosti vybudována i odlehčovací ramena vodních toků, jeden z nich je v části Nové Dvory a odvádí vodu z Černého potoka a Vlčoka do Morávky, druhý vede z Hodoňovického náhonu a Olešné do řeky Ostravice. Celková průměrná hustota vodních toků na území města je cca 1,4 km/km². Co se týče vodních ploch, jsou v katastru města pouze dva větší rybníky – Arnošt a Řehánek. Oba jsou situované v těsné blízkosti vodní nádrže Olešná a oba jsou primárně chovnými rybníky. Dále je na území města několik velmi malých vodních ploch, které jsou však bezejmenné a hydrologicky málo významné.

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

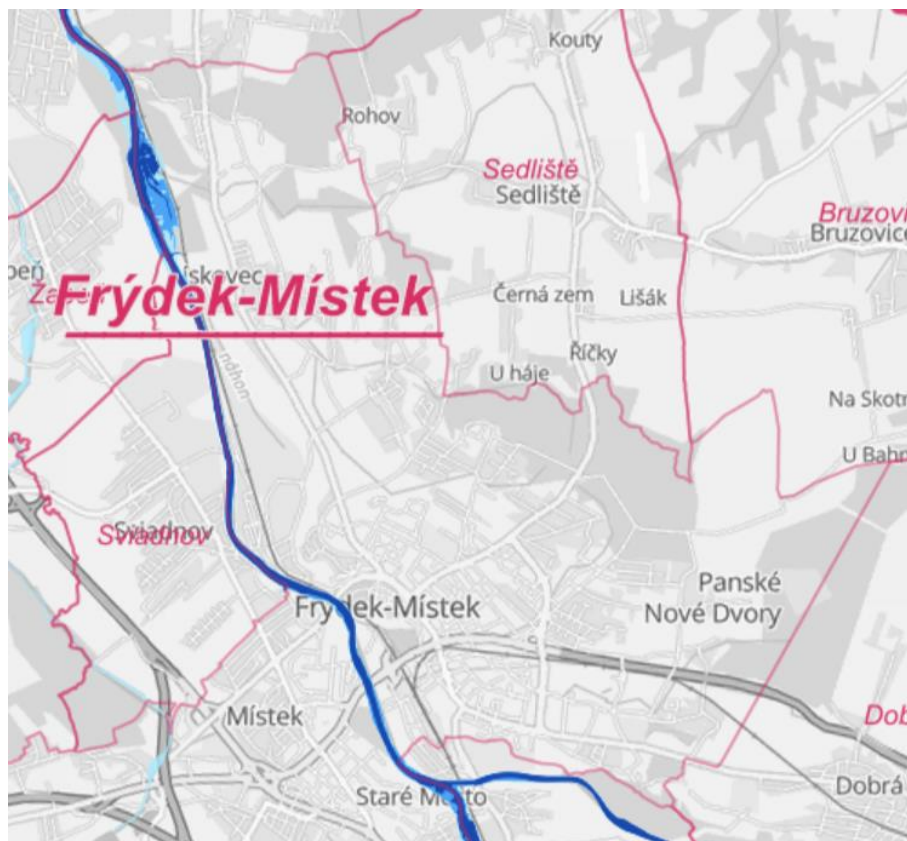
Povodňové riziko

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

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

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

ohrožená plocha je na severu města u katastrální hranice se sousední obcí Žabeň. Zde je také lokalizována městská čistírna odpadních vod.



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

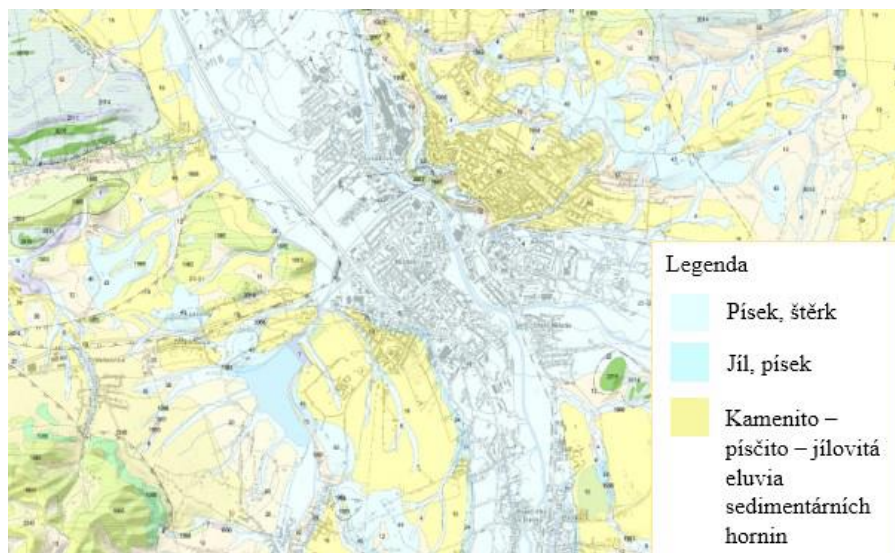
Řeka Morávka protéká městem pouze v krátkém úseku před svým zaústěním do Ostravice, a to v místě, které má charakter lesoparku. Potenciální povodeň tak zde nepředstavuje významný problém. Koryto řeky Olešné je na katastru města situováno převážně v extravilánu.

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

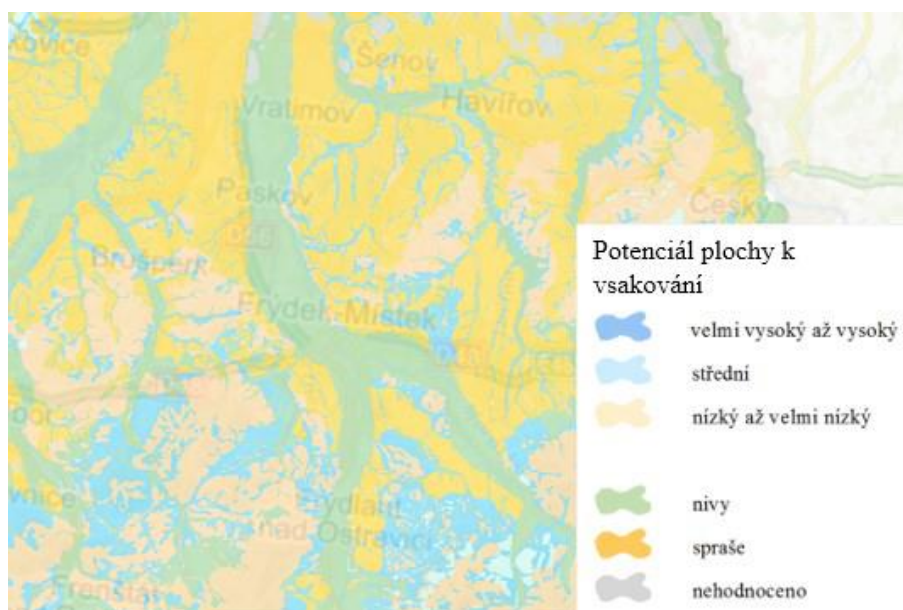
Podmínky pro nakládání se srážkovými vodami

Území Frýdku-Místku patří k flyšovému pásmu, které je typické střídáním pískovců s vrstvami jílovitých břidlic a slínů. Z Obr. 2. je zřejmé, že kolem řeky Ostravice jsou říční sedimenty –

šterky a písky. Od řeky Ostravice na západ jsou spíše zeminy typu písek a štěrk s různým obsahem jílovitých částic. Od řeky na východ jsou to především kamenito–písčito–jílovité zeminy. Z uvedeného vyplývá, že podmínky pro vsakování vod jsou na území města spíše nepříznivé.



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



Obr. 3. Mapa potenciálního vsaku na území Frýdku-Místku – převzato z [Mapy potenciálního vsaku](#)

S horninovým prostředím souvisí i mapa potenciálního vsaku. Jedná se o internetovou mapovou aplikaci, která vznikla pod záštitou Ministerstva pro životní prostředí České

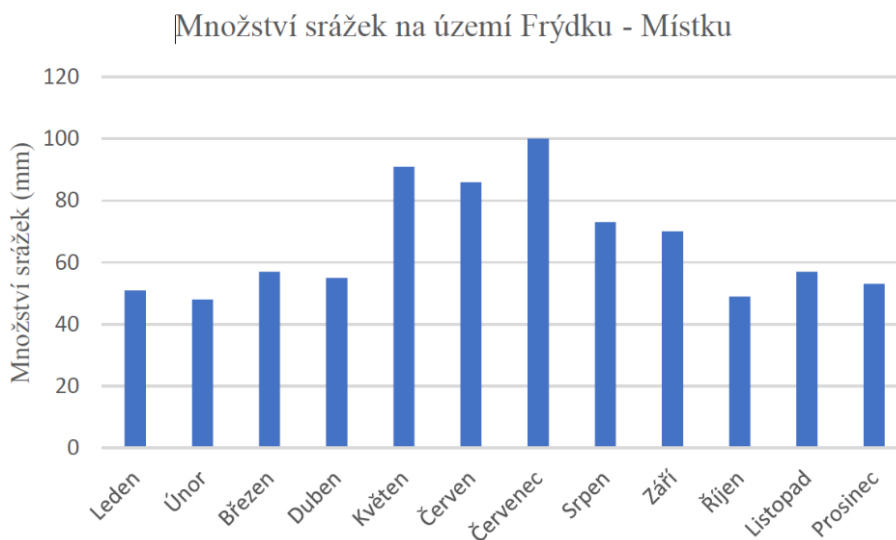
republiky. Byla vytvořena na základě mapy horninového prostředí a mapy zranitelnosti podzemních vod. Samostatnou skupinu tvoří sedimenty niv, kde je nutné počítat s vysokou hladinou podzemní vody, a sraše, které mají tendenci vlivem vlhkosti ztrácet pevnost prosedáním, viz Obr. 3.

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

Ostatní podmínky

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

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



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

Celková výměra lesních pozemků je na území města Frýdek – Místek dlouhodobě okolo 942,79 ha, což představuje asi 22,61% rozlohy města. Lesy jsou fragmentovány do menších celků. Plošně největší les se rozkládá na severovýchodním okraji Frýdku. Další významné lesy jsou na jižní hranici Místku u katastrální hranice se sousední obcí Palkovice a západně od přehrady Olešná v místní části Chlebovice. Pozemky k plnění funkce lesa na území Frýdku-Místku znázorňuje Obr. 5.



Obr. 5. Lokalizace lesů na území města Frýdek-Místek – převzato z gis.frydek-mistek.cz

Celkový přehled o všech druzích pozemků v jednotlivých katastrálních územích města uvádí Tab. 3., přičemž údaje zde uvedené prakticky potvrzují fakta vyplývající ze základní charakteristiky jednotlivých městských částí uvedené výše. Největší podíl ploch umožňující přirozený vsak srážkových vod je v okrajových městských částech, kde převládá individuální zástavba, často rozptýlená (k. ú. Lískovec u Frýdku-Místku, Lysůvky, Panské Nové Dvory, Chlebovice a Skalice u Frýdku-Místku). Problematiku likvidace srážkových vod je tak zde potřeba řešit spíše okrajově. Naopak největší podíl zpevněných ploch, kde přirozený vsak není, možný vykazují hustě urbanizované části (k. ú. Frýdek a Místek).

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

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

3. Specializovaná interaktivní mapa města Frýdek - Místek

Specializovaná interaktivní mapa města Frýdek - Místek 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/frydek-mistek>“. 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, 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 Frýdek - Místek. 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 Frýdek - Místek, 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.
- **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 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 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 Frýdek - Místek, 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.

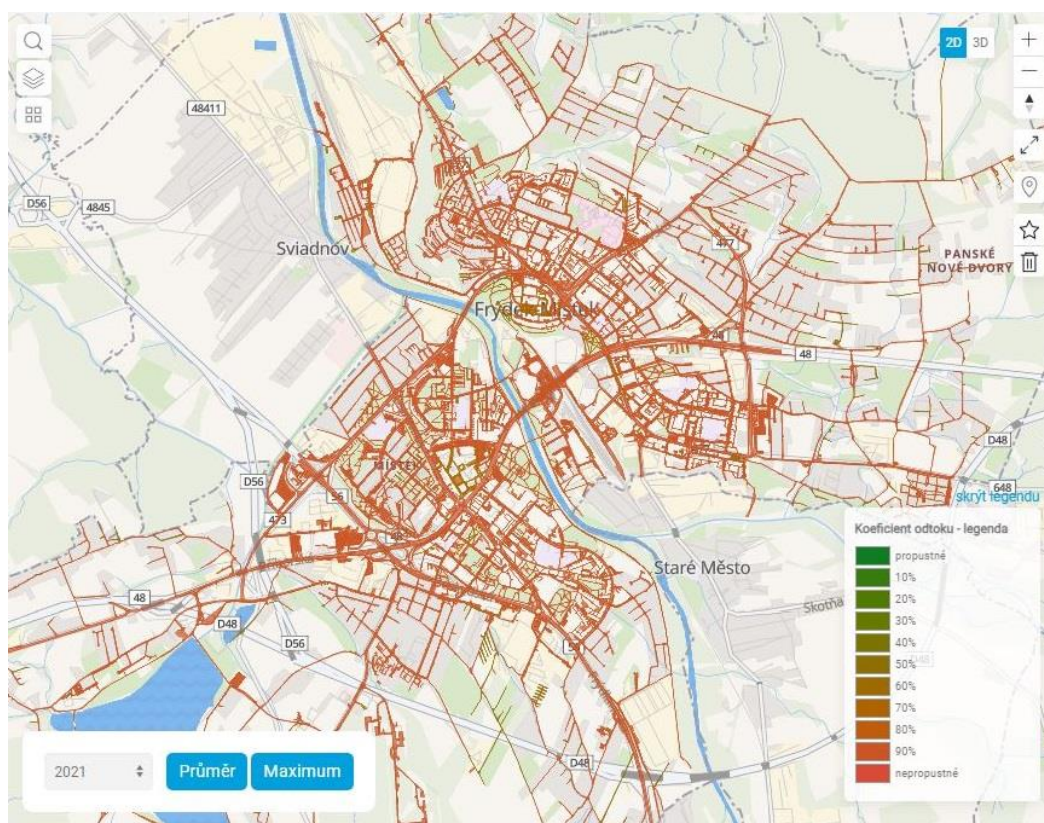
Jedním z významných výstupů mimo plánovaný mapový model bylo také to, že díky intenzivní komunikaci a podrobné analýze území byl vytvořen terén území vybraných obcí, který lze dále používat i pro další modely a analýzy. Tento model byl primárně vytvořen za účelem řešení problémů se srážkovou vodou, ale 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 nenevidují 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 Frýdek - Místek je možno využít link: "<https://wim.urbido.cz/frydek-mistek>", 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. 6. 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. 6. Vstupní mapa v defaultním zobrazení – náhled na město Frýdek - Místek

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 sloupec** – 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:



Tlačítko 2D/3D přepíná mezi zobrazením 2D a 3D budov, viz Obr. 7.



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



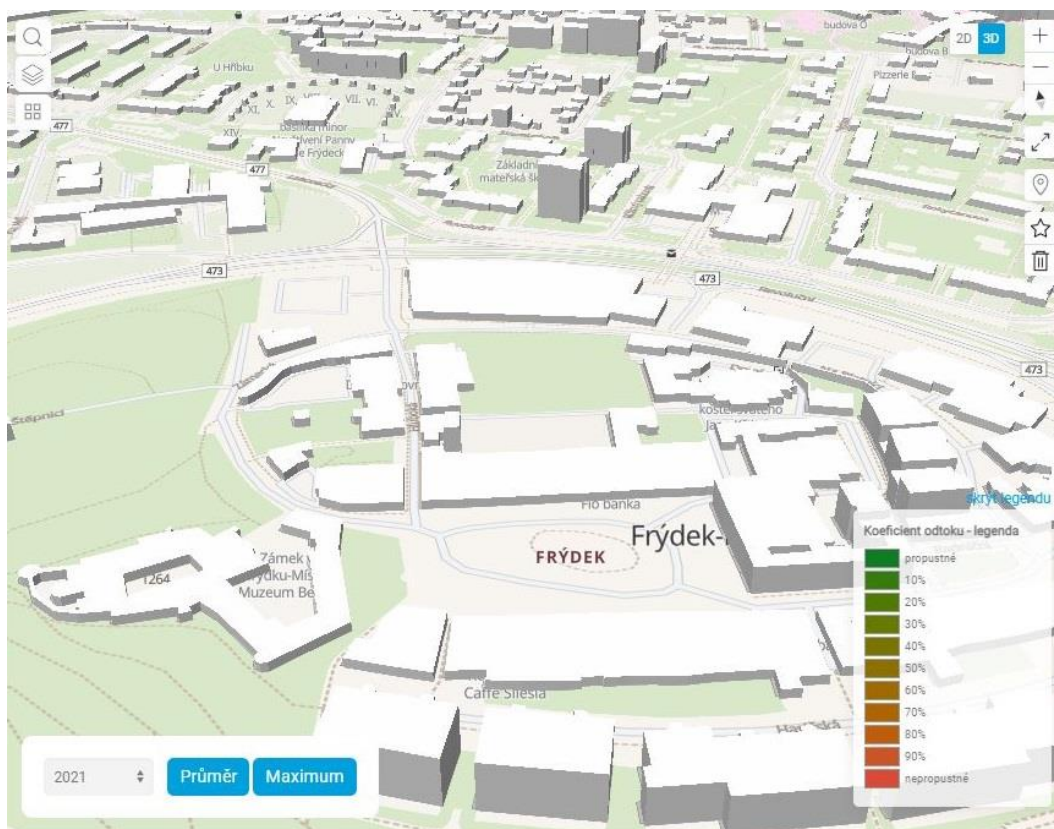
Zvětšit – maximalizuje zobrazení mapy na celou obrazovku



Kreslit – pomocí „hvězdy“ můžete do mapy zakreslit polygon, který chcete vypočítat pro

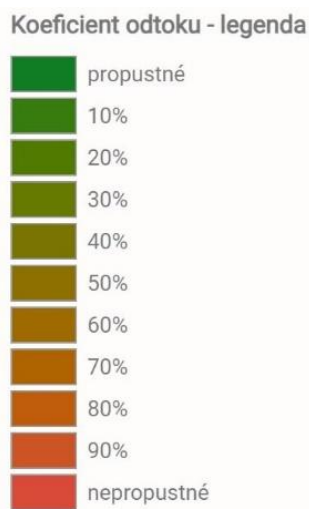


zobrazení Vizualizace 3D srážek. Pomocí „**koše**“ polygon smažete.



Obr. 7. Pohled na 3D model města Frýdek - Místek

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.



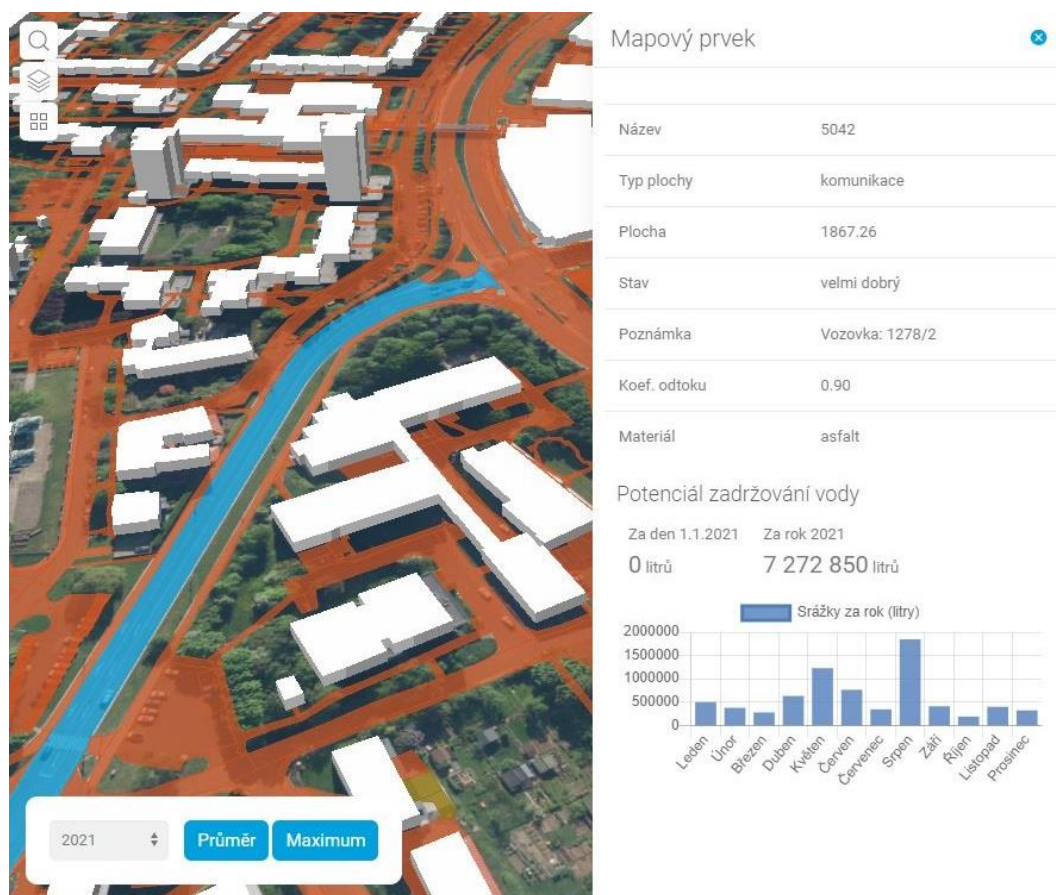
V *levém dolním rohu mapy* se nachází ovládání mapových podkladů a dat úhrnu srážek.



- **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.

Samotné ovládání vizualizovaných dat pak probíhá jednak pomocí výše popsaných 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. 8. 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).

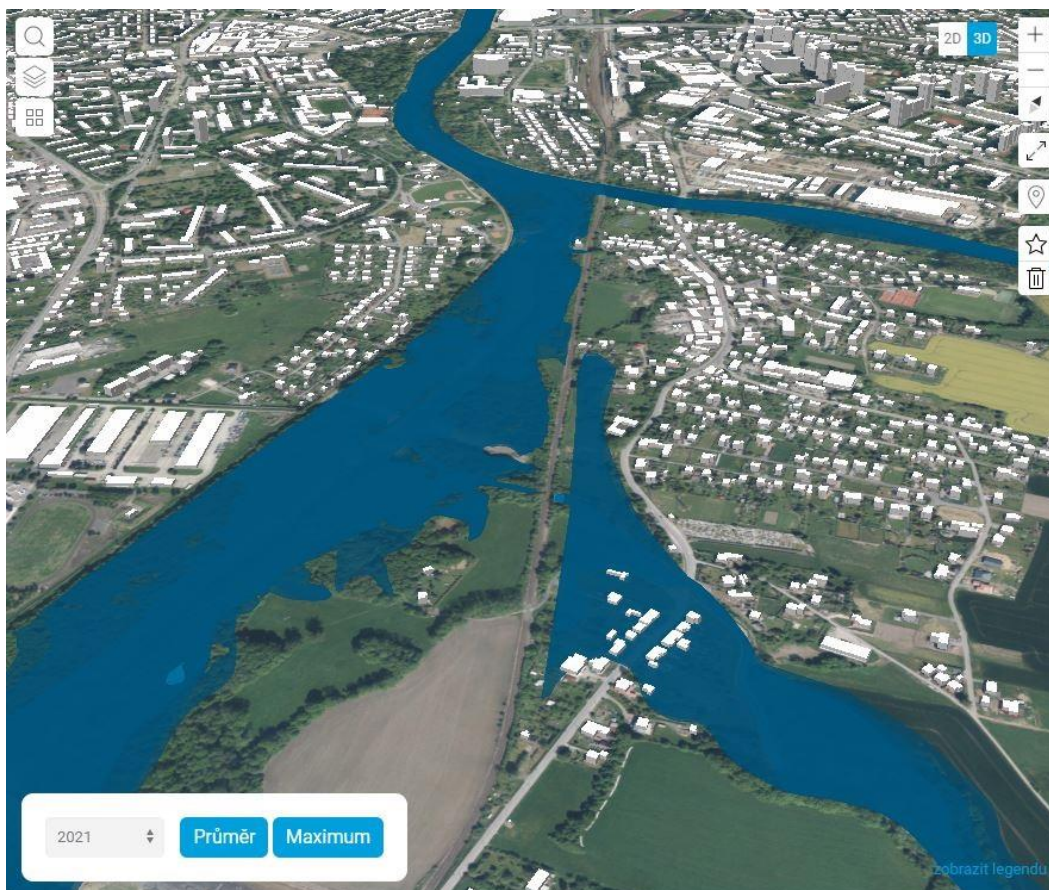


Obr. 8. Náhled na paletu vlastností označeného mapového prvku – vlevo označena část pozemní komunikace, ul. Lískovecká ve Frýdku - Místku, vpravo paletka vlastností označeného mapového prvku

Ve spodní části samotného plovoucího okna, viz Obr. 8. 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. 9. a Obr. 10. jsou uvedeny další vybrané mapové kompozice aplikace Water Information Management. Na Obr. 9. lze sledovat zobrazení 3D modelu území se znázorněním záplavových území, resp. zobrazení záplavových map 5ti leté, 20ti leté a 100leté vody. Na Obr. 10. 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.



Obr. 9. Náhled na zobrazení 3D modelu urbanizovaného území se znázorněním záplavové mapy (5, 20 a 100letá voda) – pohled na část Staré Město podél vodního toku Ostravice ve Frýdku - Místku

4. Shrnutí

Předložená Průvodní zpráva k výsledku SS03010146-V2, část 1. – „Specializovaná interaktivní mapa města Frýdek - Místek“ 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/frydek-mistek>“.

Tento dokument představuje především analýzu problematiky hospodaření se srážkovou vodou v urbanizovaném území statutárního města Frýdek - Místek, 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. 10. *Náhled na 3D vizualizaci srážkoodtokových poměrů v rámci města Frýdek - Místek – 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.*

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. 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 statutárního města Frýdek-Místek. Dostupné z: <https://www.frydek-mistek.cz/magistrat/strategicky-plan/adaptacni-strategie-mesta-f%E2%89%88m/>
- [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 Frýdek-Místek. Dostupné z: <https://www.frydek-mistek.cz/magistrat/odbory-magistratu/odbor-uzemniho-rozvoje-a-stavebniho-radu/uzemni-plany-a-uap/uap-uzemne-analyticke-podklady/>
- [14] Územní plán Frýdek-Místek. Dostupné z: <https://www.frydek-mistek.cz/magistrat/odbory-magistratu/odbor-uzemniho-rozvoje-a-stavebniho-radu/uzemni-plany-a-uap/uzemni-plan-mesta/>
- [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.