

POTENCIÁL ROZVOJOVÝCH PLOCH PRO EFEKTIVNÍ HOSPODAŘENÍ SE SRÁŽKOVOU VODOU V URBANIZOVANÝCH ÚZEMÍCH

Jan Kopp, David Vogt, Tomáš Hejduk, Radek Roub, Filip Urban

Cílem příspěvku je specifikovat pět základních typů rozvojových ploch měst z hlediska podmínek pro projektování systémů hospodaření se srážkovou vodou. Předpoklady pro optimální návrh systému hospodaření se srážkovou vodou byly částečně odvozeny na základě statistického rozboru detailní struktury pokryvu ploch modelového území Plzně. Průměrné hodnoty zastoupení pokryvu ploch byly využity k výpočtu environmentálních parametrů charakteristických pro jednotlivé typy funkčního využití. Dále byly pro stanovení potenciálu území pro hospodaření se srážkovou vodou zohledněny poznatky z rozboru literatury v oblasti typologie funkčních ploch urbanizovaných území z hlediska klimatických a hydrologických podmínek. V příspěvku také diskutujeme majetkový podíl města na jednotlivých typech území a jeho vliv na prosazování vhodného systému hospodaření se srážkovou vodou. Zobecnění výsledků, doplněné o poznatky z dostupných typologií, se návazně stane podkladem pro tvorbu softwaru a metodiky na podporu výběru vhodných opatření hospodaření se srážkovou vodou a nástrojů veřejné správy na jejich prosazování.

Klíčová slova: hospodaření se srážkovou vodou, rozvojové plochy, veřejná správa, koeficient odtoku, koeficient zeleně

Úvod

Optimalizace hospodaření se srážkovou vodou v urbanizovaných územích není jen obecným cílem rozvoje měst v souvislosti s jejich adaptací na změnu klimatu [Voskamp a Van de Ven, 2015; Schmidt, 2010], ale také požadavkem na územní plánování z pohledu veřejné správy a úkolem pro projektovou a stavební praxi z pohledu investora. Právě správné nastavení vztahu mezi veřejnou správou a investorem je důležitým předpokladem udržitelného řešení [Stránský et al., 2021]. Optimální řešení bude splňovat požadavky technických norem [Vítek et al., 2015], naplňovat představy budoucích uživatelů a obyvatel města [Morison a Brown, 2011], bude ekonomicky efektivní ve fázích realizace i provozu [CzWA, 2019] a též bude přinášet celospolečenské benefity, jako např. kvalitní veřejná prostranství nebo ochranu vodních zdrojů [Sýkorová et al., 2021]. Popsaný udržitelný přístup k hospodaření se srážkovou vodou (dále uvádíme častěji používanou zkratku HDV – hospodaření s dešťovou vodou) považujeme za efektivní, pokud optimálně vyvažuje náklady a přínosy řešení.

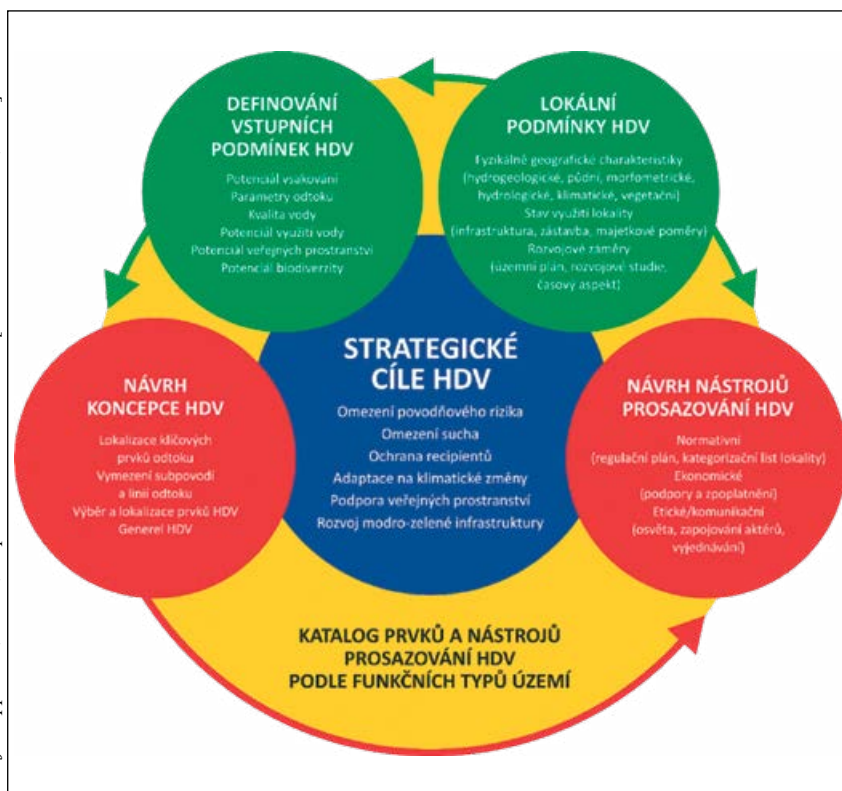
V praxi již některá města zavádějí standardy hospodaření se srážkovou vodou, které představují manuál pro přípravu, projektování, projednávání, realizaci, předávání, správu a údržbu sys-

tému prvků HDV [Vítek et al., 2018; ÚKRMP, 2018]. Tyto standardy stanovují na obecní úrovni pravidla realizace pro objekty HDV, tedy potvrzují, doplňují či zpřesňují použití technických norem (např. TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami) a provozních standardů celostátní úrovně [Stránský et al., 2021]. Větší města pořizují genery modro-zelené infrastruktury nebo podobně zaměřené koncepce odtokových poměrů, které vyhodnocují současný stav a navrhují koordinovaný rozvoj HDV na katastrálním území. Pro rozvojové plochy definované územním plánem tyto genery například uvádějí potenciál zpracování srážkových vod vsakováním, retencí, výparem či odvedením vhodným způsobem se zohledněním intenzity srážek nebo projevů sucha [DHI, 2020; Stránský et al., 2021]. Koncepce vznikají jako součást proaktivního přístupu, kdy jsou vhodná řešení na základě regulativů a standardů s předstihem zapracována do rozvojových projektů.

Podpora uvedeného proaktivního přístupu veřejné správy je aktuálně cílem řešení celého projektu TA ČR SS03-010080 Interdisciplinární přístupy efektivního hospodaření se srážkovou vodou na rozvojových plochách urbanizovaných území v ekonomickém, sociálním a environmentálním kontextu. Podpory pro zavádění komplexních systémů HDV na rozvojových plochách ve for-

mě katalogu nástrojů a opatření, aplikačního softwaru a metodické publikace budou navrženy s ohledem na prognózy klimatické změny. Řešení se soustředí především na plochy rozvoje menších měst a obcí, které nemají dostatečné personální kapacity k tvorbě vlastních koncepčních dokumentů HDV. Metodická a softwarová podpora je vyvíjena nejen na základě rozboru dosavadních poznatků domácí a zahraniční praxe, ale též vychází z ověřování na modelových pilotních lokalitách [Kopp et al., 2021a; Kopp et al., 2021b].

Návrh HDV na konkrétní lokalitě (obr. 1) ovlivňují zájmy města a jeho obyvatel, lokální fyzicko-geografické podmínky, stávající stav využití rozvojové lokality a rozvojové záměry rámcově vymezené územním plánem nebo rozvojovou studií [Gimenez-Maranges et al., 2021]. Na základě vstupních podmínek a výběru vhodných opatření z katalogu bude možné např. modelovat množství odtékající vody a možnosti jejího vsakování, využití nebo bezpečného odvedení. Plánování HDV by mělo zohlednit potenciál tvorby veřejných prostranství a možnou podporu biodiverzity [Woods-Ballard et al., 2015; Kopp et al., 2021b; Sýkorová et al., 2021]. Na základě zpracovaného návrhu HDV, lokálních podmínek a strategických cílů budou následně doporučeny nástroje (normativní, koncepční, koordinační a organizační, eko-



Obr. 1: Postup tvorby návrhu HDV rozvojových lokalit

nomické, etické a marketingové) prosazování optimálního návrhu při rozvoji lokality.

Důležitou problematikou uvedeného řešení je typologie rozvojových ploch z hlediska HDV. Na základě rozboru modelových území se snažíme doplnit a ověřit typologické přístupy dostupné v literatuře [Kopp et al., 2021a; Woods-Ballard et al., 2015; Faltermaier et al., 2016; Simperler et al., 2018]. Pilotní lokality byly voleny z územních plánů spolupracujících měst a obcí (Tachov, Beroun, Drásov, Milevsko, Čelákovice) tak, aby reprezentovaly jeden z pěti vybraných typů rozvojových ploch: plochy bydlení v bytových domech, plochy bydlení v rodinných domech, plochy výroby a skladování, plochy občanského vybavení – komerční, plochy rekreace – parkové [Kopp et al., 2021b]. Jednotlivé pilotní lokality s dostupnými záměry rozvoje však neumožňují odvodit nebo ověřit zobecňující charakteristiky struktury ploch jednotlivých funkčních typů území.

Cílem předloženého příspěvku je proto představit výsledky statistického rozboru struktury ploch jednotlivých typů využití

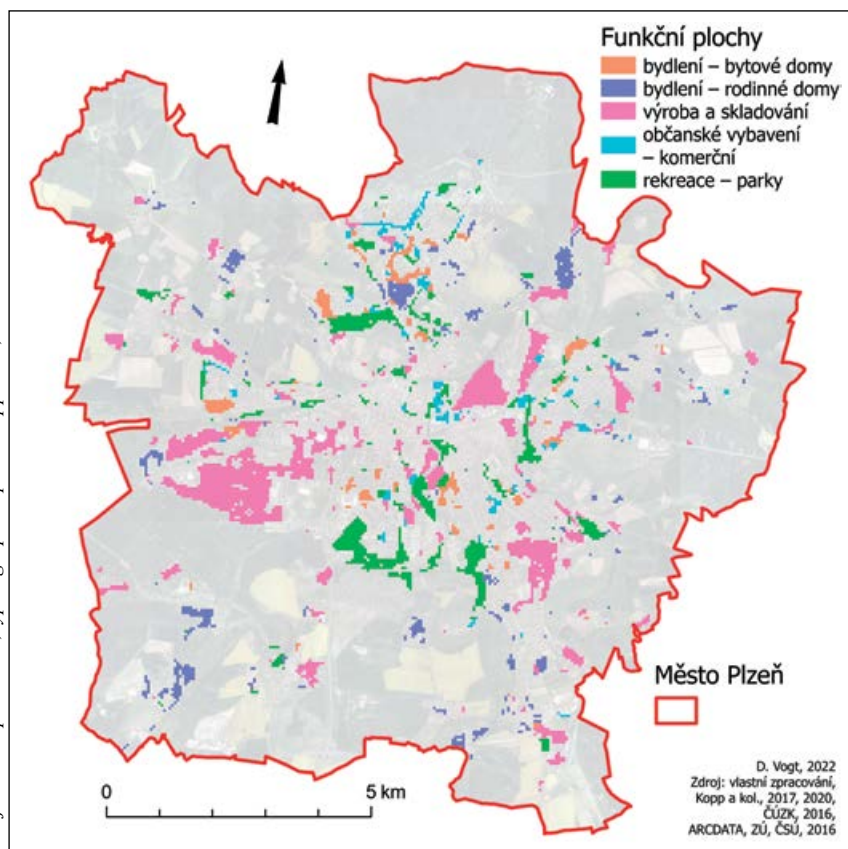
území na modelovém příkladu města Plzně a na jejich základě odvodit a diskutovat předpokládané charakteristiky území pro hospodaření s dešťovou vodou. Zobecnění výsledků, doplněné o poznatky z dostupných typologií, se potom stalo základem pro specifikaci podmínek hospodaření s dešťovou vodou na jednotlivých typech rozvojových ploch.

Metodika

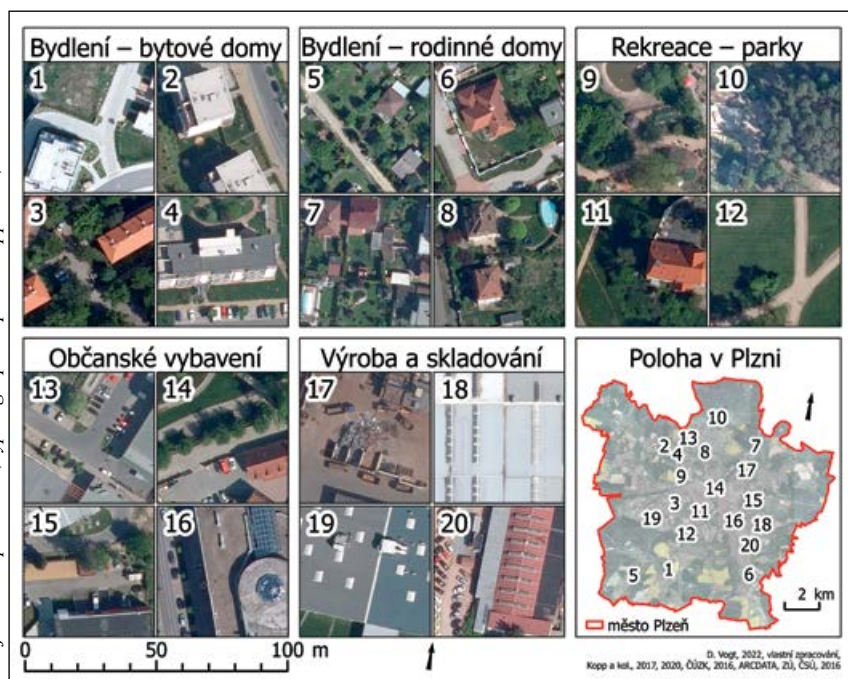
Pro analytické zpracování statistických dat o struktuře pokryvu ploch jednotlivých typů zástavby bylo využito geodat z projektu ekohydrologického hodnocení městské krajiny města Plzně [Kopp et al., 2017; Kopp et al., 2020]. Geodata zahrnují, kromě funkční typologie území, také potřebné rozlišení struktury ploch pro celé území katastru města, což umožnilo zpracování reprezentativního statistického vzorku dat. Identifikace a určení vlastností elementárních ploch s rozlišením 1–0,5 m byly pro původní potřeby tvorby ekohydrologických map provedeny na základě podkladových geodat (ortofoto, RÚIAN, pasport zeleně, technická mapa, DMR 5G, DMP 1G, DIBAVOD a další) a výběrově ověřovány v terénu [Kopp

et al., 2017; Novotná et al., 2017]. Podrobné rozlišení typů povrchu umožňuje přesnější vyjádření ekohydrologických vlastností území z hlediska odtoku či evapotranspirace (celkového výparu) nebo výpočet referenčních hodnot pro regulativy – např. stanovení koeficientu zeleně nebo koeficientu modro-zelené infrastruktury.

Pro analýzu struktury typů povrchu byly jako základní jednotky statistického souboru voleny čtverce rastru o ploše 50 x 50 m (obr. 2 a 3). Ve vodohospodářské praxi se pro modelové výpočty odtokového koeficientu většinou používá vzorků zástavby o ploše 1 ha (100 x 100 m). Jemnější rastr jsme volili, abychom lépe zajistili pokrytí jednotlivých pěti typů zástavby s omezenými přesahy do jiného typu území. Volba rastrové reprezentace pro analýzu povrchu území obecně zahrnuje nejen pozemky daného funkčního využití, ale i příslušné části navazující sítě komunikací či jiných kontaktních ploch (obr. 3). To lépe vystihuje podmínky pro HDV v celém rozvojovém území, ale zároveň se tímto způsobem odlišují získané výsledky od struktury ploch zástavby definované pouze pozemkem daného typu bez obslužných komunikací apod. [Kopp et al., 2021c; Derksen et al., 2015]. Volba ploch rastru příslušného typu pro statistickou analýzu směřovala do území, kde v Plzni vznikala zástavba v novějším období. Z tohoto důvodu nebyly například pro typologii ploch hromadného bydlení až na výjimky vybírány plochy modernistických sídlišť, tedy obytných souborů z druhé poloviny 20. století s vícepodlažními objekty realizovanými jednotnou průmyslovou technologií (panelové) výstavby [Zarecor, 2015]. Nejméně vhodných vzorků rastru (n = 378) poskytl typ občanské vybavenosti, který jsme specifikovali jako podtyp komerční (typicky střediska nákupů a služeb). Další typy občanské vybavenosti je třeba ve specifikaci ploch odlišit, pro statistické ověření by byl ovšem k dispozici ještě menší počet vzorků. Také s ohledem na řešenou problematiku rozvojových ploch jsme se z ploch rekreace soustředili jen na parky a parková náměstí (nikoliv na plochy individuální rekreace). Největší počet vzorků poskytl typ ploch výroby a skladování (n = 2 664).



Obr. 2: Výběr rastrové reprezentace typů funkčních ploch na modelovém území města Plzně



Obr. 3: Příklad rastrové reprezentace typů funkčních ploch

Základním výstupem geostatistické analýzy provedené s využitím programu ArcGIS Pro 2.9.2. je porovnání struktury ploch mezi jednotlivými typy území. Jako velmi důležitý ukazatel možného

přístupu městské správy k rozvoji území jsme kromě struktury ploch sledovali také zastoupení pozemků ve vlastnictví města podle listu vlastnictví (obojí k roku 2016).

V dalším kroku byly na základě průměrných hodnot struktury pokryvu ploch pro jednotlivé typy území počítány modelové hodnoty vybraných environmentálních parametrů ve vztahu k HDV. Jako základ pro srovnání potenciálu pro HDV byly na základě průměrného zastoupení ploch provedeny výpočty koeficientu odtoku se zohledněním tří kategorií sklonu podle normy ČSN 75 6101.

Ve světě používané koeficienty vázané k zelené infrastruktuře (např. *Biotope Area Factor*, *Green Space Factor*) [Becker et al., 1990; Kazmierczak a Carter, 2010; Szulcowska et al., 2014; Peroni et al., 2020] jsou rozšiřovány v důsledku zájmu o propojení modré a zelené infrastruktury o parametry zohledňující hospodaření s vodou (*Helsinki Green Factor*) [City of Helsinki Environment Centre, 2016; Juhola, 2018]. S ohledem na potřeby aplikace v české praxi byly pro srovnání environmentálních parametrů zvoleny tři ukazatele: (1) podíl veškerých ploch zeleně na celkové ploše území jako prostý koeficient zeleně bez rozlišení kvalitativních charakteristik, (2) index modro-zelené infrastruktury zohledňující podrobněji kategorie zeleně a jejich přínos pro HDV [Pěstuj prostor, 2018] a (3) teoreticky odvozený index evapotranspirace (ET) [Kopp et al., 2017]. Celkový výpar neboli evapotranspirace je spolu s retencí klíčovým procesem, kterým vegetace ovlivňuje fungování modro-zelené infrastruktury jako nástroje adaptace na klimatickou změnu. Hodnota koeficientu ET vyjadřuje relativní vztah k tzv. referenční evapotranspiraci podle metodiky FAO, vycházející z potenciální evapotranspirace normovaného travního porostu [Allen et al., 1998; Kohut et al., 2013; Kopp et al., 2020]. Specifikace klimatických podmínek podle testované struktury jednotlivých typů rozvojových ploch zahrnuje také srovnání a kategorizaci podle systému světové klasifikace lokálních klimatických zón [Stewart et al., 2014], která je již aplikována i na některá česká města, včetně Plzně [Lehnert et al., 2016; Geletič a Lehnert, 2016; Geletič a Lehnert, 2017; Kopp et al., 2021c].

Na základě výsledků statistické analýzy byly zpřesněny navržené obecné charakteristiky jednotlivých typů rozvojových

území jak na úrovni typických environmentálních parametrů, tak v rovině specifikace a doporučení při řešení HDV na rozvojových plochách. Inspiraci pro typologické přístupy k řešení rozvoje HDV poskytly zahraniční zdroje, například metodiky adaptace na klimatické změny nebo rozvoje modro-zelené infrastruktury [Woods-Ballard et al., 2015; Faltermaier et al., 2016; Simperler et al., 2018; WEF, 2014; Slaney, 2017; Iwaszuk et al., 2019]. Vlastní potenciál jednotlivých typů rozvojových ploch z hlediska HDV tak částečně vychází ze zahraničních manuálů, ale je adaptován na národní podmínky z hlediska environmentálních charakteristik území a praxe HDV podle domácí legislativy.

resp. hustotě zástavby. Významnější podíl vodních ploch najdeme jen v rekreačním území parkového typu, ať už v podobě rekreačních vodních ploch nebo vodních toků v kontaktu s poříčními parky. Statistiky zároveň dokládají velkou variabilitu struktury povrchů, což souvisí nejen s rozptylem fyzického stavu uvnitř typů zástavby, ale také s relativně malou plochou jednotkového čtverce rastru (obr. 3). Podrobněji ukazují rozptýl podílů klíčových kategorií struktury povrchu (zastavěných ploch, nepropustných ploch, zeleně) krabicové grafy srovnávající jednotlivé typy území (obr. 5).

Rozdíly ve struktuře povrchu se promítají do charakteristik ovlivňujících po-

podle skutečného sklonu jednotlivých ploch se zde ovšem příznivě odráží skutečnost, že plochy výroby a skladování nebo plochy občanské vybavenosti vznikají na plochem území snižujícím potenciál přímého odtoku [Kopp et al., 2021c], takže není zpravidla dosahováno vyšších hodnot teoreticky odvozených pro odtok ze sklonitého území.

Obdobné výsledky poskytuje srovnání environmentálních parametrů modelově vypočítaných z průměrných hodnot zastoupení pokryvu ploch v jednotlivých typech území (obr. 7). Nad rámec prostého podílu zeleně je podrobnější struktura zeleně promítnuta do výpočtu indexu modro-zelené infrastruktury

Typ území	Plochy bydlení – bytové domy			Plochy bydlení – rodinné domy			Plochy výroby a skladování			Plochy občanské vybavenosti – komerční			Plochy rekreace – parkové		
	MEAN	STD	MEDIAN	MEAN	STD	MEDIAN	MEAN	STD	MEDIAN	MEAN	STD	MEDIAN	MEAN	STD	MEDIAN
Počet vzorků rastru	n = 478			n = 798			n = 2 664			n = 378			n = 1 251		
Zastavěné plochy (%)	17,48	9,15	16,92	10,07	5,99	9,73	25,40	26,23	18,48	20,40	20,39	15,71	1,15	3,73	0,00
Nepropustné plochy (%)	27,13	15,51	26,68	18,07	10,98	16,64	39,18	23,08	38,33	38,62	20,84	37,50	11,29	15,46	3,81
Zeleň – stromy (%)	4,11	6,58	0,97	1,05	4,23	0,00	0,83	4,81	0,00	1,80	5,30	0,00	10,61	20,12	0,00
Zeleň smíšená (%)	19,31	14,59	15,27	52,97	16,90	52,61	20,59	19,26	15,01	14,92	15,56	9,69	37,44	29,46	31,59
Zeleň – trávníky (%)	29,32	15,15	29,15	11,43	10,11	8,80	9,05	12,20	4,11	20,52	16,25	17,59	30,57	23,66	26,66
Voda (%)	0,11	1,37	0,00	0,20	1,68	0,00	0,31	2,32	0,00	0,72	4,38	0,00	6,95	18,04	0,00
Ostatní (%)	2,54	3,25	1,45	6,22	5,26	5,14	4,64	6,89	2,23	3,03	5,58	1,13	1,99	4,41	0,36
Vlastnictví města (%)	63,07	30,90	73,99	12,62	15,28	7,76	13,16	25,22	0,00	45,60	34,43	42,51	69,95	36,60	89,29

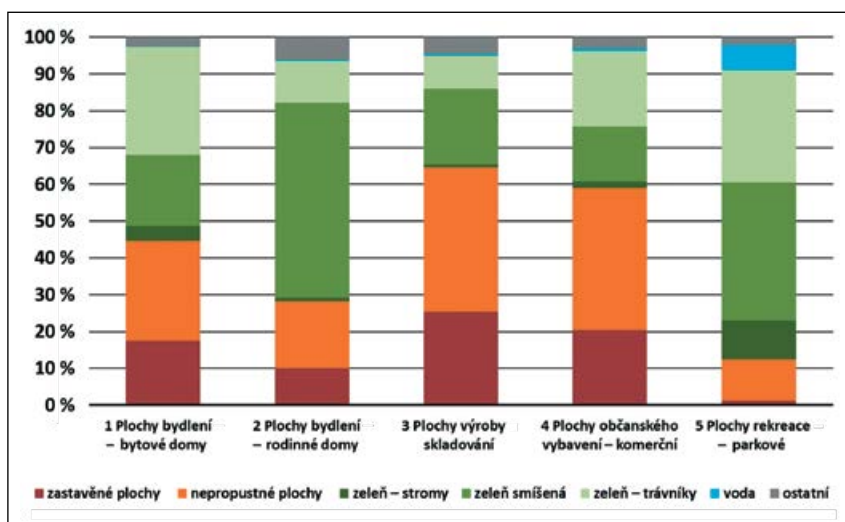
MEAN – průměrná hodnota, STD – směrodatná odchylka, MEDIAN – hodnota mediánu

Tab. 1: Statistiky pokryvu ploch a vlastnictví města podle jednotlivých typů území Plzně

Výsledky

3.1 Hodnocení využití ploch na modelovém území Plzně

Rozbor statistických výsledků využití ploch území města Plzně (tab. 1, obr. 4) potvrdil očekávané rozdíly mezi jednotlivými typy území v poměru mezi zastavěnými a nepropustnými plochami na jedné straně a podílem zeleně na druhé straně. Nepříznivé množství nepropustných ploch a střech budov s nutností řešit přímý odtok dešťové vody vykazují zejména plochy výroby a skladování a plochy občanské vybavenosti komerčního typu. Naopak vysoký podíl zeleně, a tedy potenciál infiltrace a výparu, ukazují obecně nejen rekreační parkové plochy, ale též plochy zástavby individuálního bydlení a částečně také hromadného bydlení. U obou typů bydlení je variabilita podílu zeleně závislá na velikosti pozemků,



Obr. 4: Struktura pokryvu ploch podle jednotlivých typů území města Plzně

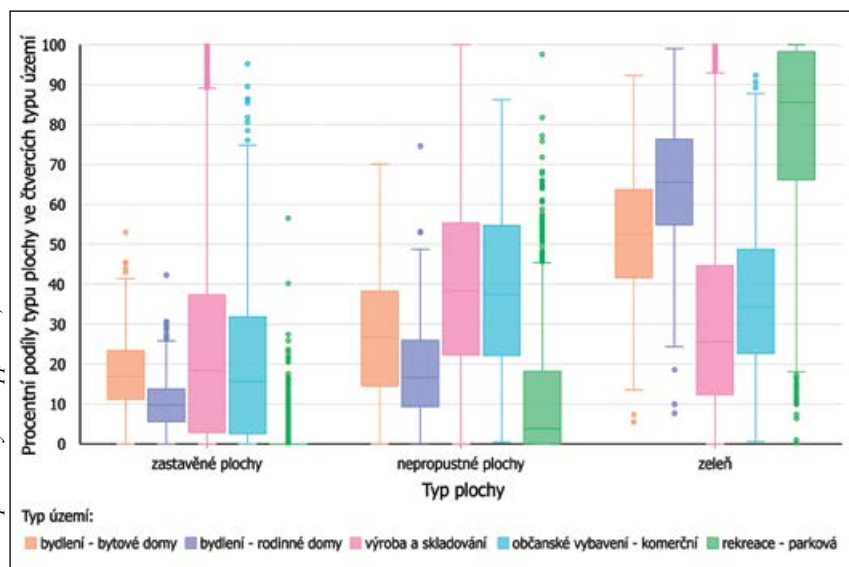
tenciál HDV jednotlivých typů rozvojových ploch (tab. 2). Hodnoty koeficientu odtoku jsou pro ilustraci diferencované podle normativních kategorií sklonu povrchu (obr. 6). V praxi při výpočtu

ry a indexu evapotranspirace. Hodnoty jednotlivých ukazatelů jsou relativně podobně závislé na typu území, rozdíly mezi ukazateli jsou způsobené spíše podrobností vzorců pro výpočty indexů.

Charakteristika / typ území		1 Plochy bydlení – bytové domy	2 Plochy bydlení – rodinné domy	3 Plochy výroby a skladování	4 Plochy občanského vybavení – komerční	5 Plochy rekreace – parkové
Koeficient odtoku	sklon do 1 %	0,404	0,298	0,563	0,506	0,147
	sklon 1–5 %	0,459	0,352	0,619	0,564	0,199
	sklon nad 5 %	0,513	0,406	0,676	0,623	0,25
Podíl zeleně (%)		52,74	65,45	30,47	37,24	78,62
Podíl vlastnictví města (%)		63,07	12,62	13,16	45,6	61,05
Index modro-zelené infrastruktury		0,367	0,476	0,253	0,285	0,61
Index evapotranspirace		0,581	0,708	0,36	0,434	0,942

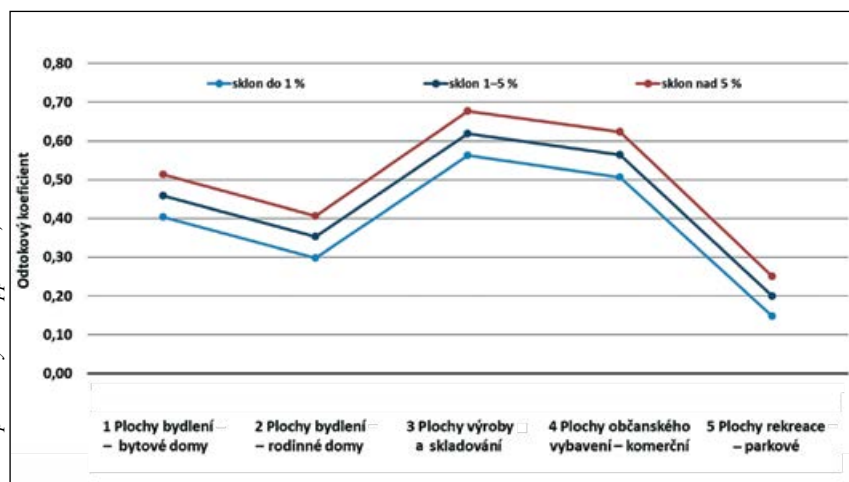
Zdroj: vlastní zpracování, podkladová geodata pro analýzu Kopp et al., 2017

Tab. 2: Průměrné hodnoty environmentálních parametrů a průměrný podíl pozemků ve vlastnictví města odvozené pro jednotlivé typy území Plzně



Obr. 5: Statistiky variability vybraných kategorií pokryvu ploch v jednotlivých typech území

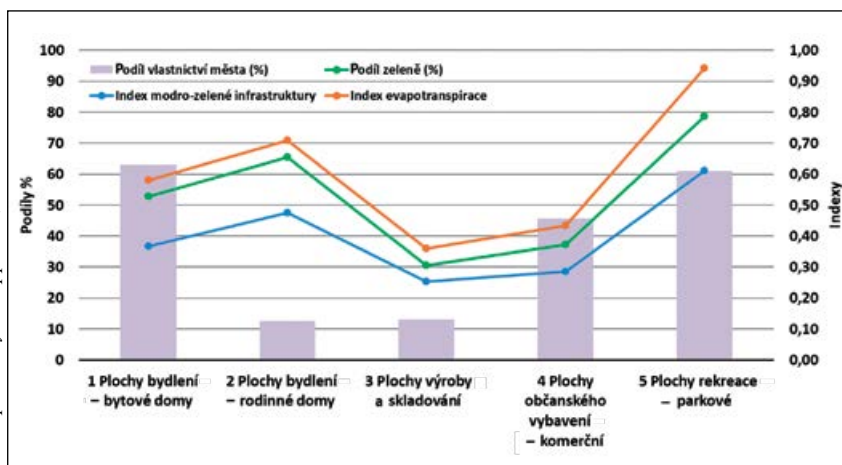
Pozn.: Krabicové grafy znázorňují uvnitř obdélníku medián, hranicemi obdélníku polohu prvního a třetího kvartilu (25% a 75% kvantilu). Antény odpovídají dolním a horním hodnotám 1,5 IQR (IQR je rozpětí mezi prvním a třetím kvantilem). Body ukazují odlehle hodnoty.



Obr. 6: Průměrné hodnoty koeficientů odtoku dle kategorií sklonu (ČSN 75 6101) odvozené pro jednotlivé typy území města Plzně

Při interpretaci hodnot je třeba vzít v úvahu, že výpočty vycházejí z průměrných hodnot struktury povrchu jednotlivých typů území. Variabilitu hodnot prostého podílu zeleně dokumentují příslušné krabicové grafy (obr. 5).

Pro plánování, realizaci a správu prvků HDV je stěžejní podíl pozemků ve vlastnictví města (případně jiné veřejné instituce) umožňující realizovat koordinovanou koncepci hospodaření s vodou v závislosti na přímé aktivitě města (politice, rozpočtu apod.). V tomto směru mají kromě rekreačních ploch velký potenciál také areály občanské vybavenosti (včetně komerčních) a areály bydlení hromadného typu. Majetková situace na jednotlivých rozvojových plochách může být samozřejmě odlišná, ale souhrnně je v těchto třech typech území relativně velký podíl veřejných komunikací a veřejných prostranství s potenciálem řešení HDV v režii městské správy. Plochy výroby a skladování mají nepříznivé podmínky z hlediska nepropustných ploch, potenciálně též s rizikem znečištění odtoku. Vzhledem k soukromému vlastnictví ploch těchto areálů je třeba uplatnit vhodné regulační a motivační prvky s důrazem na ekonomické a marketingové nástroje. Řešením může být také nastavení smlouvy s developerem či provozovatelem areálu ve prospěch podmínek HDV. Jiné motivační a regulační prvky, například ve vazbě na osvětlu [Sýkorová et al., 2021], poradenství nebo finanční zvýhodnění provozu, jsou vhodné pro výstavbu bydlení individuálního typu.



Obr. 7: Průměrné hodnoty environmentálních parametrů a průměrný podíl pozemků ve vlastnictví města odvozené pro jednotlivé typy území Plzně

3.2 Potenciál typů rozvojových ploch pro hospodaření se srážkovou vodou

Pro stanovení regulativů a podporu plánování byly odvozeny charakteristiky typů rozvojových ploch určující potenciál pro optimální návrh hospodaření s dešťovou vodou (tab. 3). Při stanovení charakteristických hodnot koeficientů jsme vycházeli z předchozí statistiky modelových území města Plzně, ale také z dostupných tabelárních přehledů [Geletič a Lehnert, 2017]. Významným standardem typologie území pro potřeby

HDV mohou být též tzv. místní klimatické zóny (LCZ – Local Climate Zone), primárně definované pro potřeby klimatického modelování urbanizovaných území [Stewart a Oke, 2014; Lehnert et al., 2015]. V typologii ploch proto odkazujeme na příslušné typy LCZ s využitím charakteristických parametrů podílu zastavěných ploch nebo podílu nepropustných ploch.

Environmentální parametry ploch jsou v typologii uvedeny v relativně širokých intervalech s vědomím, že pro praxi bude třeba rozlišovat podle speci-

fických podmínek například sklonitosti území, místních podmínek zástavby podle územních plánů atd. Na základě uvedených parametrů a dostupných zdrojů [Woods-Ballard et al., 2015; Faltermaier et al., 2016; Simperler et al., 2018; Sýkorová et al., 2021; Vitek et al., 2015; Kopp et al., 2017; WEF, 2014; Slaney, 2017] byly stanoveny potenciální podmínky ovlivňující návrh systému HDV u jednotlivých typů. Empirická část studie na modelovém území Plzně pomohla ověřit a upřesnit environmentální parametry jednotlivých typů rozvojových ploch [WEF, 2014; Slaney, 2017]. Ty se promítají do stanovených charakteristik (druhá část tabulky 3). Uplatňují se přitom například vazby mezi zástavbou a potenciálem zvyšovat teplotu nebo mezi podílem území veřejných prostranství v majetku města a potenciálem pobytových funkcí apod. [WEF, 2014; Iwaszuk et al., 2019].

V důsledku je tak možné stanovit v dalším postupu preference jednotlivých typů opatření podle vhodnosti pro určitý typ rozvojové plochy a vybrat doporučené nástroje prosazování pro městskou správu. Vybraná specifika uvádíme v dalším textu ve zkráceném přehledu. Typologii ilustrují vybrané příklady realizovaných prvků HDV (obr. 8).

Charakteristika / typ území	1 Plochy bydlení – bytové domy	2 Plochy bydlení – rodinné domy	3 Plochy výroby a skladování	4 Plochy občanského vybavení – komerční	5 Plochy rekreace – parkové
Koeficient zastavěných ploch	0,15–0,40	0,10–0,30	0,20–0,60	0,15–0,50	0–0,10
Koeficient zeleně	0,45–0,60	0,50–0,75	0,20–0,40	0,30–0,50	0,70–0,95
Koeficient odtoku	0,40–0,60	0,20–0,50	0,50–0,65	0,50–0,60	0,10–0,30
Místní klimatická zóna	LCZ 5	LCZ 6, LCZ 9	LCZ 8	LCZ 3, LCZ 8	LCZ B
Potenciál vyšších teplot	••	•	•••	••	
Riziko znečištění odtoku	•	•	•••	••	
Potenciál vegetace na budovách	••	••	••	•••	
Potenciál pobytových funkcí	••	••		•	•••
Význam uličních koridorů	•••	•••	•	••	
Podíl veřejných prostranství	•••	•		••	•••

• málo významné •• významné ••• velmi významné

Tab. 3: Charakteristiky typů rozvojových ploch určující potenciál hospodaření s dešťovou vodou



Obr. 8: Příklady prvků hospodaření se srážkovou vodou na různých typech funkčních ploch

Typ 1: Plochy bydlení v bytových domech

Zmírnění teplotního stresu lze dosáhnout plánovaným prouděním vzduchu mezi budovami tak, aby docházelo k přenosu chladnějšího vzduchu z městské zeleně a vodních ploch do prostorů s významnou pobytovou funkcí. Pro realizaci vsakovacích nebo retenčních objektů lze kapacitně využít veřejná multifunkční prostranství, například plochy rekreace sloužící jako akumulční a vsakovací plošné prvky v době přívalových srážek. Vhodná je realizace větších umělých mokřadů podporujících retenci a čištění vody a zároveň biodiverzitu. Je zde také možnost aplikace zelených střech a ozeelenění balkonů. Přebytečná voda je při extrémních srážkových situacích odváděna nouzovými cestami centralizovaným způsobem. Společné řešení a management HDV je podmíněno spoluprací mezi investorem, případně vlastníky bytových jednotek a majitelem ploch mezi budovami, typicky městskou správou.

Typ 2: Plochy bydlení v rodinných domech

Při plánování rozvojových ploch je vhodná podpora množství zeleně či polopropustných povrchů na úkor nepropustných ploch jak v uličním profilu, tak na soukromých pozemcích. Využití akumulované srážkové vody lze pro provoz domu nebo pro závlaku zahrady, efektivitu zajišťují kvalitní systémy řízené akumulace a čerpání podle provozních podmínek. Při omezeném prostoru na pozemku je podle infiltračních podmínek možná podpovrchová retence nebo drobné povrchové prvky podporující vsak (dešťové zahrádky, vsakovací rýhy). Vhodné je také

projektování zelených střech. Rozsáhlé zahrady se soukromým využitím potenciálně ovlivňují HDV provozem bazénů (potřeba vody, výpar) nebo instalací zahradních jezírek (možnost kombinace s akumulací srážkové vody).

Typ 3: Plochy výroby a skladování

Soukromé vlastnictví, velké investiční celky a podnikový provoz zaměřený na efektivitu umožňují komplexní řešení systémů HDV na větších pozemcích. Vysoký podíl nepropustných ploch zatěžuje systémy HDV, určité zmírnění přináší plochý reliéf těchto areálů. Doporučená je retence vody s následnou infiltrací nebo regulovaným odtokem se zohledněním specifického znečištění. Podle typu provozu je možnost zavádění recyklace provozní vody a případného řízeného využití srážkových vod v provozech. U budov lze zvážit aplikaci fasádové zeleně, zelených nebo modrých střech v závislosti na statických poměrech střešních konstrukcí a nosných stěn a na jejich dalším plánovaném využití (ventilační systémy a fotovoltaika). Plánování a kontrola HDV jsou podporovány v souvislosti s environmentální politikou podniků a jejich systémy environmentálního managementu.

Typ 4: Plochy občanského vybavení – komerční

Zásadní pozornost při plánování HDV vyžadují plochy frekventovaných parkovišť a dalších nepropustných povrchů pro zajištění zásobování. Je třeba volit vhodný systém polopropustných povrchů, předčištění a zpracování odtékající vody. Možností může být odvodnění do retenčních či vsakovacích

průlehlů a rýh, tedy uplatnění liniových prvků. Řešení bývá limitováno nedostatkem prostoru pro plošné prvky povrchové retence nebo infiltrace, což lze ovlivnit regulačními podmínkami nebo efektivní motivací investora v plánovacím procesu. Většinou se jedná o polosoukromé prostory, tedy navštěvované veřejností, ale v soukromých rukou. U prvků HDV je proto důležitý také jejich vliv na pobytové funkce – ovlivnění klimatu a estetiky, což by mělo být v souladu s marketingovými záměry provozovatelů.

Typ 5: Plochy rekreace – parkové

Návrh koncepce HDV by měl podporovat území jako ohnisko městské biodiverzity a jeho ekosystémové služby (estetické, hygienické, termoregulační) posilující rekreační význam. Srážkové vody jsou zadržovány nejen přirozenou intercepcí a plošným vsakováním, ale též v navrhovaných povrchových retenčních většího rozsahu. Areály městské zeleně mají zásadní význam pro zmírnění vlivů tepelného ostrova, přitom mohou evapotranspirační potenciál podpořit návrhy vodních ploch a umělých mokřadů. Na rozlehlých plochách lze při návrhu vycházet ze zásad vodního režimu neurbanizované krajiny. Typická je mozaika stromů, keřů, trávníků a záhonů doplněná případně o vodní, hrací a estetické prvky zvyšující atraktivitu pro pobyt, ale také pozitivně působící na zmírnění povrchové teploty návštěvníků. Za vhodných podmínek lze část ploch potenciálně využít jako místa retence nebo vsakování dešťové vody odváděné ze sousedních ploch.

Diskuse a závěry

Snaha o kategorizaci rozvojových ploch podle potenciálu pro efektivní hospodaření se srážkovou vodou přináší podporu plánovacího procesu ve vazbě na výběr vhodných nástrojů veřejné správy. Kromě řady možných motivačních nástrojů je možné specifikovat regulační podmínky na základě použitých environmentálních parametrů území [Mattanovich et al., 2018]. Environmentální parametry jsou vhodné jako regulační nástroje pro rozvojové plochy, se zohledněním jejich funkčního typu, podlažních ploch budov

apod. Na úrovni města je mohou definovat městské standardy, případně příslušné části územního plánu [Stránský et al., 2021; Sýkorová et al., 2021]. Ve vazbě na konkrétní rozvojové území pak mohou být součástí regulačních podmínek [Útvar rozvoje hl. m. Prahy, 2002]. Environmentální parametry mohou také plnit funkci podmínky pro ekonomickou podporu, být součástí ekolabelingu budov či areálů nebo sloužit k definování cílů strategie rozvoje území [Mattanovich et al., 2018]. Lze vést diskusi, zda podle typu území také nediferencovat podmínku maximálního specifického odtoku. V praxi se zatím definuje jednotně pro celé území města, hodnoty se však mezi jednotlivými standardy měst různě liší od normou doporučené hodnoty $3 \text{ l.s}^{-1}.\text{ha}^{-1}$.

Použití environmentálních parametrů, jako je koeficient zeleně, index modro-zelené infrastruktury, či dalších podobných používaných v zahraničí [Szulczewska et al., 2014; Peroni et al., 2020; Juhola, 2018] je problematizováno nutným kompromisem mezi odbornou dokonalostí složitých konstrukcí indexů a nekomplifikovaným použitím pro plánovací a stavební praxi. Jak ukázalo testování výpočtu environmentálních parametrů včetně koeficientu odtoku s využitím statistiky využití ploch v jednotlivých typech území na modelovém příkladu Plzně, průměrné hodnoty se mezi jednotlivými typy území v zásadě odlišují, ale uvnitř souboru prvků rastru území je velká variabilita struktury ploch, a tedy i výsledných hodnot parametrů (tab. 1, obr. 5). Variabilita ploch je také závislá na výběru velikosti rastru území, přičemž roli hrají další podmínky, jako například sklonitost území nebo kontakt s dalšími typy zástavby či komunikační sítě města [Kopp et al., 2021c]. Vlastní výpočty environmentálních parametrů byly provedeny na základě středních (průměrných) hodnot pokryvu ploch daného typu území. Rozptyl hodnot parametrů, například koeficientu odtoku, není ovšem možné přímo počítat ze souhrnných statistik struktury pokryvu ploch (tab. 1, obr. 5). Pro geostatistické stanovení rozptylu hodnot environmentálních parametrů je nutný detailní výpočet pro každý čtverec území zvoleného rastru [Kopp et al., 2021c].

Předložené statistiky jsou nutně zjednodušující i vzhledem k limitům identifikace ploch na velkém území města s častým využitím dálkového průzkumu Země. V praxi je třeba v kategorii nepropustných povrchů rozlišovat materiály s omezenou propustností, např. různé druhy dlažby podle velikosti spáry nebo schopnosti vsakování do podložních vrstev [Sýkorová et al., 2021].

Charakteristiky typů rozvojových ploch určující potenciál hospodaření s dešťovou vodou byly stanoveny obecněji v širších intervalech (tab. 3) tak, aby byly použitelné pro podmínky urbanizovaných území v České republice. Prezentované charakteristiky proto nevycházejí jen z výpočtu parametrů na základě modelových území Plzně. Pro stanovení rozsahu typických hodnot koeficientů byly podkladem empirické výsledky ověřené a doplněné již publikovanými hodnotami z jiných domácích zdrojů [Útvar rozvoje hl. m. Prahy, 2002; Kopp et al., 2017; Geletič a Lehnert, 2016; Geletič a Lehnert, 2017]. Pro stanovení typického koeficientu odtoku byly podobně využity některé položky normy ČSN 75 6101 a detailní výpočty pro místní klimatické zóny města Plzně [Kopp et al., 2021c]. Orientačně posloužily i některé tabelární přehledy zahraničních manuálů, jejich uplatnění je však omezeno platností pro naše podmínky zástavby a odlišností konstrukcí environmentálních parametrů [Becker et al., 1990; Kazmierczak a Carter, 2010; City of Helsinki Environment Centre, 2016].

Jsmo si vědomi omezené možnosti stanovit univerzálně platné hodnoty parametrů pro plochy vznikající zástavby v pestrých přírodních a urbanistických podmínkách v rámci České republiky. V jednotlivých městech je možné také vycházet z místních aktualizovaných rozborů zástavby pro potřeby stanovení koeficientu odtoku (tzv. „vzorové hektary“).

Předložená typologie potenciálů HDV podle využití území navíc zohledňuje jen vybrané typy, zvolené s ohledem na praxi diskutovanou se zástupci pilotních menších měst v rámci projektu. Typologii lze dále doplňovat nebo upřesňovat, ale nikdy nemůže vystihnout detailní podmínky návrhu pro konkrétní lokalitu.

V projektu navrhovaný software optimalizace návrhu HDV proto bude preferovat detailní zadávání vstupních podmínek lokality, např. sklonitosti, vsakovací schopnosti podloží, vazby na recipienty, klimatických podmínek nebo detailní struktury ploch plánovaného rozvoje území. Podle odkazů v manuálu bude možné část informací zadávat na základě přístupu do specializovaných webových portálů.

Jednotlivé typy rozvojových ploch se liší majetkovým a správním zapojením městské správy do systému HDV, což také diferencuje výběr vhodných nástrojů prosazování [Vejhodská et al., 2019]. Informace o majetkovém podílu města u jednotlivých typů jsme ilustrovali na modelovém území Plzně. Zjištěné majetkové podíly (tab. 2, obr. 7) ovšem zohledňují pouze vlastnictví města, nikoliv dalších veřejných institucí, a jsou jistě také závislé na dlouhodobé politice města v tomto směru. Vyšší podíl veřejného vlastnictví na daném rozvojovém území přitom usnadňuje prosazování celospolečenských zájmů spojených s rozvojem modro-zelené infrastruktury.

Prosazování nových přístupů k hospodaření se srážkovými vodami naráží v praxi na bariéry technické, organizační, ekonomické, sociální a legislativní [Vitek, 2018; Aubrechtová et al., 2019; CzWA, 2019]. Předložená kategorizace potenciálů HDV na jednotlivých typech rozvojových ploch poskytuje především oporu pro plánovací procesy a pro výběr nástrojů veřejné správy. Kvalitní rozvoj hospodaření se srážkovou vodou na urbanizovaných územích potom přinese benefity environmentální, ekonomické i sociální.

Poděkování

Příspěvek vznikl v rámci aplikovaného výzkumu za podpory projektu Interdisciplinární přístupy efektivního hospodaření se srážkovou vodou na rozvojových plochách urbanizovaných území v ekonomickém, sociálním a environmentálním kontextu (TA ČR SS03010080).

Použité zdroje:

- ALLEN, Richard G. – PEREIRA, Luis S. – RAES, Dirk – SMITH, Martin. *Crop Evapotranspiration – Guidelines 157 for computing water requirements*. Irrigation and Drainage Paper No. 56. Rome: FAO, 1998.
- AUBRECHTOVÁ, Tereza – GELETIČ, Jan – HALÁSOVÁ, Olga – LEHNERT, Michal – DOBROVOLNÝ, Petr. Administrativní reakce českých měst na adaptační procesy související s klimatickými změnami. In: *Urbanismus a územní rozvoj*. 2019, roč. XXII, č. 1, s. 4–12. ISSN 1212-0855.
- BECKER, Carlo W. et al. *The Biotope Area Factor as an Ecological Parameter. Principles for Its Determination and Identification of the Target*. Berlin: Becker Giseke Mohren Richard, Landschaft Planen & Bauen, 1990, 24 s.
- CITY OF HELSINKI ENVIRONMENT CENTRE. *Developing the city of helsinki green factor method*. Report summary. iWater – Integrated Storm Water Management. Helsinki: Interreg Central Baltic. 2016, 56 s.
- CzWA. *Studie hospodaření se srážkovými vodami v urbanizovaných územích*. Praha: Asociace pro vodu ČR, z. s., MŽP, 2019, 130 s.
- DERKZEN, Marthe L. – van TEEFFELN, Astrid J. A. – VERBURG, Peter H. Quantifying urban ecosystem services based on highresolution data of urban green space: an assessment for Rotterdam, the Netherlands. In: *Journal of Applied Ecology*, 2015, s. 1020–1032. ISSN: 1365-2664.
- DHI, 2020. *Koncepce odtokových poměrů města Plzně*. Praha: DHI a VRV pro Město Plzeň.
- FALTERMAIER, Monika – STOCK, Heike – TONNDORF, Thorsten (eds.). *Stadtentwicklungsplan Klima KONKRET Klimaanpassung in der Wachsenden Stadt*. Berlin: Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt, 2016, 90 s.
- GELETIČ, Jan – LEHNERT, Michal. GIS-based delineation of local climate zones: The case of medium-sized Central European cities. In: *Moravian Geographical Reports*. 2016, roč. 24, 2–12. ISSN 2199-6202.
- GELETIČ, Jan – LEHNERT, Michal. Místní klimatické zóny a jejich význam ve městech České republiky. In: *Urbanismus a územní rozvoj*. 2017, roč. XX, č. 2, s. 9–16. ISSN 1212-0855.
- GIMENEZ-MARANGES, Marc – BREUSTE, Jürgen – HOF, Angela. A new analytical tool for a more deliberate implementation of Sustainable Drainage Systems. In: *Sustainable Cities and Society*. 2021, roč. 71, 102955. ISSN 2210-6707.
- IWASZUK, Ewa – RUDIK, Galina – DUIN, Laurens – MEDERAKE, Linda – DAVIS, McKenna – NAUMANN, Sandra – WAGNER, Iwona. *Addressing Climate Change in Cities – Catalogue of Urban Nature-Based Solutions*. Berlin – Kraków: Ecologic Institute & the Sendzimir Foundation, 2019, 100 s. ISBN 978-83-62168-12-5.
- JUHOLA, Sirkku. Planning for a green city: The Green Factor tool. In: *Urban Forestry & Urban Greening*. 2018, roč. 34, s. 254–258. ISSN 1618-8667.
- KAZMIERCZAK, Aleksandra – CARTER, Jeremy. *Adaptation to climate change using green and blue infrastructure. A database of case studies*. Manchester: University of Manchester, 2010, 172 s.
- KOHUT, Mojmir – ROŽNOVSKÝ, Jaroslav – KNOZOVÁ, Gražyna. Měření výparu z vodní hladiny výparoměrem GGI-3000 v České republice. In: *Práce a studie ČHMÚ*. Praha: ČHMÚ, 2013, č. 35. ISSN 1210-7557.
- KOPP, Jan – HEJDUK, Tomáš – MARVAL, Štěpán – JEŽEK, Jiří – ROUB, Radek – URBAN, Filip. *Efektivní hospodaření se srážkovou vodou na různých funkčních typech rozvojových ploch urbanizovaných území*. In: KABELKOVÁ, Ivana, BENÁKOVÁ, Andrea, BAREŠ, Vojtěch (eds.) *Sborník příspěvků 14. bienální konference VODA*, Brno: Asociace pro vodu ČR, z. s., 2021a, s. 404–410. ISBN 978-80-11-00385-2.
- KOPP, Jan – FRAJER, Jindřich – NOVOTNÁ, Marie – PREIS, Jiří – DOLEJŠ, Martin. Comparison of Ecohydrological and Climatological Zoning of the Cities: Case Study of the City of Pilsen. In: *ISPRS International Journal of Geo-Information*. 2021c, roč. 10, č. 5, s. 1–21. ISSN 2220-9964.
- KOPP, Jan – NOVOTNÁ, Marie – FRAJER, Jindřich – JEŽEK Jiří – RAŠKA, Pavel – DOLEJŠ, Martin. Plánování modro-zelené infrastruktury s využitím ekohydrologického hodnocení mikrostruktur města Plzně. In: *Urbanismus a územní rozvoj*, 2020, roč. 23, č. 4, s. 7–16. ISSN 1212-0855.
- KOPP, Jan – RAŠKA, Pavel – VYSOUDIL, Miroslav – JEŽEK, Jiří – DOLEJŠ, Martin – VEITH, Tomáš – FRAJER, Jindřich – NOVOTNÁ, Marie – HAŠOVÁ, Eliška. *Ekohydrologický management mikrostruktur městské krajiny*. 1. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2017, 166 s. ISBN 978-80-261-0719-4.
- KOPP, Jan – VOGT, David – JEŽEK, Jiří – MARVAL, Štěpán – HEJDUK, Tomáš – ROUB, Radek. Možnosti efektivního hospodaření se srážkovou vodou na rozvojových plochách urbanizovaných území. In: *Regionální rozvoj mezi teorií a praxí*. 2021b, č. 4, s. 1–15. ISSN 1805-3246.
- LEHNERT, Michal – GELETIČ, Jan – DOBROVOLNÝ, Petr – JUREK, Martin. Temperature differences among local climate zones established by mobile measurements in two central European cities. In: *Climate Research*. 2018, roč. 75, s. 53–64. ISSN 1616-1572.
- LEHNERT, Michal – GELETIČ, Jan – HUSÁK, Jan – VYSOUDIL, Miroslav. Urban field classification by “local climate zones” in a medium-sized Central European city: The case of Olomouc (Czech Republic). In: *Theoretical and Applied Climatology*. 2015, roč. 122, s. 531–541. ISSN 1434-4483.
- MATTANOVICH, Ernst – BÜRGER, Gabriele – FISCHER, Marielis – NEUBAUER, Ulrike – STEBEGG, Katharina. *Handlungsziele für Stadtgrün und Deren Empirische Evidenz. Indikatoren, Kenn- und Orientierungswerte*. Bonn: Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung, 2018, 141 s. ISBN 978-3-87994-217-6.
- MORISON, Peter J. – BROWN, Rebekah R. Understanding the nature of publics and local policy commitment to Water Sensitive Urban Design. In: *Landscape and Urban Planning*. 2011, roč. 99, s. 83–92. ISSN 0169-2046.
- NOVOTNÁ, Marie – FRAJER, Jindřich – KOPP, Jan – HRĚBŘINOVÁ, Tereza. *Nepřímé vlastnosti ekohydrologických mikrostruktur města Plzně – Riziko znečištění odtékající vody a ekosystémové služby*. Mapa s odborným obsahem. Plzeň: ZČU v Plzni, 2017.
- PERONI, Francesca – PRISTERI, Guglielmo – CODATO, Daniele – PAPPALARDO, Salvatore Eugenio – DE MARCHI, Massimo 2020. Biotope Area Factor: An Ecological Urban Index to Geospatialize Soil Sealing in Padua, Italy. In: *Sustainability*. 2020, roč. 12, č. 1, 150. ISSN 2071-1050.
- PĚSTUJ PROSTOR *Index modrozelené infrastruktury v sídlech – Jiráskovo náměstí* [on-line]. Plzeň Pěstuj prostor, z. s., 2018. Aktualizace 14. 8. 2018 [cit. 20. 09. 2022]. Dostupné na: [www: https://pestujprostor.plzne.cz/dnld/JN_indexMZL.pdf](https://pestujprostor.plzne.cz/dnld/JN_indexMZL.pdf)
- SCHMIDT Marco. Ecological design for water and climate mitigation in contemporary urban living. In: *International Journal of Water*. 2010, roč. 5, č. 4, s. 337–352. ISBN 1741-5322.
- SIMPERLER, Lena – HIMMELBAUER, Paul – STÖGLEHNER, Gernot – ERTL, Thomas. Siedlungswasserwirtschaftliche Strukturtypen und ihre Potenziale für die dezentrale Bewirtschaftung von Niederschlagswasser. In: *Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft*, 2018, roč. 70, s. 595–603. ISSN 1613-7566.
- SLANEY, Scott. *Stormwater management for sustainable urban environments*. Mulgrave: Images Publishing Group Pty, 2017, 256 s. ISBN 978-1-86470-707-6.
- STEWART, Iain D. – OKE, T.R. – KRAYENHOFF, E. Scott. Evaluation of the ‘local climate zone’ scheme using temperature observations and model simulations. In: *International Journal of Climatology*. 2014, roč. 34, s. 1062–1080. ISSN 1097-0088.
- STRÁNSKÝ, David – HORA, David – KABELKOVÁ, Ivana – SALZMANN, Klára – SUCHÁNEK, Milan – VACKOVÁ, Michaela – VÍTEK, Jiří. *Analýza dokumentů pro koncepční hospodaření se srážkovou vodou v obcích*. Praha: CzWA Service, s. r. o., zpráva pro Ministerstvo životního prostředí ČR, 2021, 57 s.
- SÝKOROVÁ, Martina – TOMÁNEK, Pavel – ŠUŠLÍKOVÁ, Lýdia – STANKOVÁ, Nicol – HABALOVÁ, Markéta – ČTVERÁK, Martin – MACHÁČ Jan – HEKRLE, Marek. *Voda ve městě. Metodika pro hospodaření s dešťovou vodou ve vazbě na zelenou infrastrukturu*. Praha, Ústí nad Labem: ČVUT, UJEP, 2021, 202 s. ISBN 978-80-01-06817-5.
- SZULCZEWSKA, Barbara – GIEDYCH, Renata – BOROWSKI, Jacek – KUCHCIK, Magdalena – SIKORSKI, Piotr – MAZURKIEWICZ, Anna – STAŃCZYK, Tomasz. How much green is needed for a vital neighbourhood? In search for empirical evidence. In: *Land Use Policy*. 2014, roč. 38, s. 330–345. ISSN 0264-8377.
- ÚKRMP. *Požadavky na řešení dešťových vod – Plzeň*. Metodický podklad. Aplikace přírodě blízkého hospodaření s dešťovou vodou ve veřejném prostoru. Plzeň: Útvar koncepce a rozvoje města Plzeň, 2018.
- ÚTVAR ROZVOJE HL. M. PRAHY. *Metodický pokyn k Územnímu plánu sídelního útvaru hlavního města Prahy*. Praha: Útvar rozvoje hl. m. Prahy, 2002, 37 s.
- VEJCHODSKÁ, Eliška – FELCMAN, Jindřich – ŠINDLEROVÁ, Veronika. Ekonomické nástroje v české územní plánovací praxi. Potenciál a bariéry jejich využití. In: *Urbanismus a územní rozvoj*. 2019, roč. 22, č. 6, s. 11–17. ISSN 1212-0855.
- VÍTEK, Jiří – STRÁNSKÝ, David – KABELKOVÁ, Ivana – BAREŠ, Vojtěch – VÍTEK, Radim. *Hospodaření s dešťovou vodou v ČR*. Praha: ZO ČSOP Kohnle, 2015, 127 s. ISBN 978-80-260-7815-9.
- VÍTEK, Jiří – VACKOVÁ, Michaela – VÍTEK, Radim – PELČÁK, Petr – ZADRAŽILOVÁ, Miroslava – HORA, David – SOLDÁN, Petr. *Hospodaření se srážkovými vodami – cesta k modrozelené infrastruktuře*. Olomouc: JV PROJEKT VH, s. r. o., pro Statutární město Olomouc, 2018, 201 s.
- VÍTEK, Jiří. Jak se projevuje úroveň zákonných a technických předpisů na aplikaci modrozelené infrastruktury. In: *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace*. 2018, č. 3, s. 27–34. ISSN 1805-6555.

VOSKAMP, Ilse M. – Van de VEN, Frans H. M. Planning support system for climate adaptation: composing effective sets of blue-green measures to reduce urban vulnerability to extreme weather events. In: *Building and Environment*. 2015, roč. 83, s. 159–167. ISSN 0360-1323.

WEF. *Green infrastructure implementation: a special publication*. WEF special publication. Alexandria, Virginia: Water Environment Federation, 2014, 491 s. ISBN 978-1-57278-305-8. WOODS-BALLARD, B. et al. *The SUDS manual (C753)*. London: CIRIA, 2015.

ZARECOR, Kimberly Elman. *Utváření socialistické modernity – Bydlení v Československu v letech 1945–1960*. Praha: Academia, 2015, 120 s. ISBN 978-80-200-2308-7.

RNDr. Jan Kopp, Ph.D.

✉ kopp@kge.zcu.cz

RNDr. David Vogt, Ph.D.

✉ vogtd@kge.zcu.cz

*Katedra geografie, Fakulta ekonomická
Západočeská univerzita v Plzni*

Ing. Tomáš Hejduk, Ph.D.

✉ hejduk.tomas@vumop.cz

Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v. v. i.

Ing. Radek Roub, Ph.D.

✉ roub@fzp.czu.cz

*Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování
Fakulta životního prostředí ČZU v Praze*

Ing. Filip Urban

✉ urban@vrv.cz

Vodohospodářský rozvoj a výstavba, a. s.

ENGLISH ABSTRACT

The potential of development sites for efficient rainwater management in urbanized territories, by Jan Kopp, David Vogt, Tomáš Hejduk, Radek Roub and Filip Urban

The aim of this article is to specify five basic types of urban development sites in terms of rainwater management and conditions for projects for rainwater management systems. In part, preconditions for an ideal rainwater management system have been taken from a statistical analysis of detailed site cover structure in a model territory in the city of Plzeň. The mean values of site cover representation have been used to calculate the environmental parameters characteristic of particular types of functional use. Knowledge of literature on functional urban areas in the context of climatic and hydrological conditions has also been taken into account in order to identify the rainwater management potential of various territories. The article includes a discussion on the property share of municipalities in various types of territories and its impact on advances in suitable systems of rainwater management. A summary of the results, enhanced by knowledge of available typologies, will inform the creation of software and methodology to support rainwater management measures and tools that the state administration will use to apply them.