

INTERDISCIPLINÁRNÍ PŘÍSTUPY EFEKTIVNÍHO HOSPODAŘENÍ SE SRÁŽKOVOU VODOU NA ROZVOJOVÝCH PLOCHÁCH URBANIZOVANÝCH ÚZEMÍ



JAN KOPP A KOLEKTIV

INTERDISCIPLINÁRNÍ PŘÍSTUPY
EFEKTIVNÍHO HOSPODAŘENÍ
SE SRÁŽKOVOU VODOU
NA ROZVOJOVÝCH PLOCHÁCH
URBANIZOVANÝCH ÚZEMÍ

INTERDISCIPLINÁRNÍ PŘÍSTUPY
EFEKTIVNÍHO HOSPODAŘENÍ
SE SRÁŽKOVOU VODOU
NA ROZVOJOVÝCH PLOCHÁCH
URBANIZOVANÝCH ÚZEMÍ

JAN KOPP A KOLEKTIV

PLZEŇ 2023



ZÁPADOČESKÁ
UNIVERZITA
V PLZNI



Autorský kolektiv

Západočeská univerzita v Plzni

doc. RNDr. Jan Kopp, Ph.D.; Ing. Pavlína Hejduková, Ph.D.;

doc. RNDr. Jiří Ježek, Ph.D.; Ing. Lucie Kureková, Ph.D.; RNDr. David Vogt, Ph.D.

Česká zemědělská univerzita v Praze

Ing. Radek Roub, Ph.D.; Ing. Luděk Bureš, Ph.D.; Ing. Jakub Burket;

Ing. Lucie Poláková

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

Ing. Tomáš Hejduk, Ph.D.; Ing. Štěpán Marval; Mgr. Antonín Zajiček, Ph.D.;

RNDr. Pavel Novák, Ph.D.

Vodohospodářský rozvoj a výstavba, a.s.

Ing. Filip Urban; Ing. Petra Klimánková; Ing. Jan Krupička, Ph.D.;

Ing. Štěpán Zrostlík, Ph.D.; Ing. Mikoláš Kesely, Ph.D.

Monografie je výstupem projektu TA ČR Prostředí pro život

T A

Č R

Program **Prostředí pro život**

SS03010080 – Interdisciplinární přístupy efektivního hospodaření se srážkovou vodou na rozvojových plochách urbanizovaných území v ekonomickém, sociálním a environmentálním kontextu

Vydání publikace bylo schváleno Vědeckou redakcí Západočeské univerzity v Plzni

ISBN 978-80-261-1200-6

ISBN 978-80-261-1199-3 (brožovaná vazba)

DOI <https://doi.org/10.24132/ZCU.2023.12006>

© Západočeská univerzita v Plzni, 2023

Poděkování

Autoři děkují recenzentům za podnětné připomínky, které přispěly ke konečné podobě této publikace. Zároveň náleží poděkování všem odborníkům z praxe, kteří se s námi v diskusích podělili o svoje zkušenosti.

Obsah

Úvod	1
1 Principy modro-zelené infrastruktury ve vybraných urbanistických konceptech	6
1.1 Přehled urbanistických konceptů	6
1.2 Modro-zelená infrastruktura a urbanistické plánování	14
2 Metodika výzkumu	18
3 Efektivní hospodaření se srážkovou vodou – bariéry a možnosti prosazování	22
3.1 Rozbor a metodika identifikace bariér prosazování efektivního hospodaření se srážkovou vodou	22
3.2 Bariéry a limity zavádění systémů HDV na rozvojových plochách	25
3.2.1 Ekonomické bariéry	25
3.2.2 Institucionální bariéry	25
3.2.3 Percepční bariéry	28
3.3 Přehled nástrojů prosazování zavádění systémů HDV na rozvojových plochách	28
3.3.1 Ekonomické nástroje prosazování HDV	32
3.4 Přímá podpora HDV v České republice	35
3.4.1 Vybrané koncepční dokumenty a přímá podpora	35
3.4.2 Přehled přímé podpory v ČR	36
3.4.3 Analýza využití přímé podpory	40
3.4.3 Shrnutí politiky přímé podpory	48
4 Typologie rozvojových ploch z hlediska hospodaření se srážkovou vodou ..	50
4.1 Úvod	50
4.2 Rozbor typologických přístupů	51
4.3 Struktury ploch funkčních typů zástavby	52
4.4 Environmentální parametry funkčních typů zástavby	55
4.4.1 Maximální specifický odtok	57
4.4.2 Koeficient zeleně	58
4.4.3 Biotope Area Factor	58
4.4.4 Koeficient evapotranspirace	58
4.4.5 Koeficient modro-zelené infrastruktury	59
4.5 Potenciál typů rozvojových ploch pro hospodaření se srážkovou vodou ..	61
4.6 Doporučení pro praxi	66
5 Využití modelování odtoku pro návrh systému hospodaření se srážkovou vodou	67
5.1 Zásady návrhu hospodaření se srážkovou vodou	67
5.2 Srážko-odtokové modely	69
5.2.1 Přístupy ke klasifikaci modelů	69

5.2.2	Klasifikace podle stupně kauzality	71
5.2.3	Klasifikace podle míry časové a prostorové diskretizace	73
5.3	Základní komponenty hydrologických modelů	75
5.4	Přístupy k návrhu systému hospodaření se srážkovou vodou	76
5.4.1	Varianty řešení rozvojových ploch	76
5.4.2	Příklady použití srážko-odtokových modelů	77
6	Multikriteriální analýza podmínek hospodaření se srážkovou vodou s využitím softwarové aplikace RWM	83
6.1	Obecné principy multikriteriální analýzy	83
6.2	Podklady pro multikriteriální analýzu podmínek hospodaření se srážkovou vodou	86
6.3	Možnosti využití softwarové aplikace RWM na podporu hospodaření se srážkovou vodou	89
6.3.1	Výběr opatření	91
6.3.2	Dimenzování opatření	92
6.3.3	Nástroje prosazování	95
6.3.4	Katalog opatření	95
6.3.5	Předpokládání uživatele programu RWM	96
6.4	Zdroje informací pro zadání v programu RWM	96
6.5	Verifikace nástroje RWM s modelovým řešením	98
6.5.1	Popis pilotní lokality a variant návrhu	98
6.5.2	Výpočet nástrojem RWM	98
6.5.3	Výpočet S-O modelem	101
6.5.4	Vyhodnocení	103
7	Závěry a doporučení pro plánovací praxi z interdisciplinárního pohledu	105
7.1	Zavádění systémů HDV na úrovni města	105
7.2	Zavádění systémů HDV na úrovni rozvojových ploch	106
7.3	Doporučení pro další podporu implementace HDV do rozvoje měst	108
	Summary	112
	Literatura	117
	Seznam použitých zkratk	129
	Přílohy	131

Úvod

Adaptace na změnu klimatu a hospodaření se srážkovou vodou ve městech

V důsledku probíhající klimatické změny jsou města hodnocena jako velmi zranitelné systémy (IPCC, 2022; Kabisch a kol., 2017; Wong & Brown, 2009). V závislosti na makroklimatické poloze a struktuře ploch urbanizované krajiny je jedním z projevů klimatických změn vznik městských tepelných ostrovů, což má negativní důsledky na termální komfort obyvatel města (Stewart & Oke, 2012). Městská krajina je ovšem v důsledku klimatických změn postižena také vyšší extremitou hydrologického režimu (Hoang & Fenner, 2016). Městské správy proto musí na jedné straně řešit problémy sucha spojené s nedostatkem podzemních vod a omezením přirozené vláhly pro městskou zeleň (Howe & Mitchell, 2012; Woods Ballard a kol., 2015). Na druhé straně je třeba zavádět opatření na zmírnění dopadů přívalových srážek, záplav na území měst a nárazového přetížení kapacit odvodňovacích systémů s negativními dopady na kvalitu vody ve vodních tocích (Howe & Mitchell, 2012; Wong & Brown, 2009). Uvedené problémy se již staly aktuální i pro města střední Evropy (Lehnert a kol., 2021b; Struha a kol., 2017).

Významnými důsledky klimatické změny v Česku jsou změny v rozložení srážek během roku a zároveň nárůst teplot vzduchu (Zahradníček a kol., 2020; Kyselý a kol., 2011; Rulfová a kol., 2017; Beran a kol., 2019). Zvýšené teploty následně vedou k vyššímu výparu vody. Celkový srážkový úhrn se sice nemění, ale srážky budou rozloženy do menšího počtu srážkových událostí s vyšší intenzitou. V Česku analyzovali Hanel a kol. (2016) trendy v charakteristikách vydatných srážek v období 1961–2011. Byly zaznamenány významné změny např. v sezonních maximech s průměrným nárůstem o 2–9 % za desetiletí. Události s vysokou intenzitou srážek a trváním několika hodin jsou nejčastěji spojovány s konvektivními bouřemi (Hand a kol., 2004; Westra a kol., 2014). Konvektivní srážky představují asi 50 % úhrnu srážek v létě a vydatné srážky významně přispívají ke srážkám v teplých obdobích (Rulfová & Kyselý, 2013). Několik studií se zabývalo charakteristikami jednotlivých srážkových událostí odvozených z dat dlouhodobého monitoringu srážek (Fiener a kol., 2013). Při srážkách s vyšší intenzitou dochází k rychlejšímu povrchovému odtoku, což způsobuje erozi půdy a následný transport nerozpuštěných látek a živin do hydrografické sítě. Zároveň se voda při těchto srážkových událostech voda jen omezeně vsakuje do půdy, a tedy málo doplňuje zásobu podzemní vody. V důsledku rychlého odtoku vody ze srážek dále dochází ke vzniku povodní (Beran a kol., 2016).

Na národní úrovni považuje *Strategie regionálního rozvoje České republiky 2021+* změnu klimatu a její dopady za jeden z nejvíce relevantních globálních megatrendů ovlivňující regionální rozvoj (MMR, 2019). Přestože existují nejistoty v územní specifikaci a intenzitě dopadů změny klimatu podle modelových scénářů pro ČR (Rulfová

a kol., 2017; Beran a kol., 2019), je téma adaptace na měnící se klimatické podmínky zásadní součástí strategického plánování pro 21. století (EEA, 2020; MZe, 2014; MŽP, 2015; MŽP, 2021). V Česku je proces adaptace na klimatickou změnu podporován také lokální politikou spolu s řadou projektů neziskových organizací (Dlabka a kol., 2016; Třebický & Novák, 2015; Pondělíček a kol., 2016). V posledních letech dochází k posilování podpory adaptačních opatření také u zastupitelů měst a obcí, kteří dosud nebyli přesvědčeni o potřebě přijímat adaptační opatření (Ježek & Mičudová, 2020). Změny postojů směrem k vyšší míře vnímání problému klimatické změny jsou v posledním období zaznamenávány také u české veřejnosti. Podle publikovaných výsledků reprezentativního šetření názorů české veřejnosti (Krajhanzl a kol., 2015; Krajhanzl a kol., 2021) si změnu klimatu spojuje významná většina lidí s projevy, jako jsou sucho, vlny veder, příválové deště, povodně nebo znečištění ovzduší.

Existují různé přístupy, jak řešit klíčové problémy adaptace měst na změnu klimatu, jako jsou záplavy a vysoké teploty. Dosud dominovaly přístupy založené na stávajícím systému, například zvyšování kapacity kanalizačních systémů a kapacity cest nouzového odtoku srážkové vody nebo instalace klimatizací pro zvládání tepelného stresu. Urbanisté si však postupně více uvědomují potenciál přírodě blízkých opatření pro retenci vody a zmírnění teplot. Plochy zeleně a další opatření pomáhají snížit přímý odtok dešťové vody a zmírnit teplotu tím, že využívají svoji kapacitu vsakování a retence. Je tím dosahováno přírodě blízkých podmínek odtoku a podpory výparu (evapotranspirace) s termoregulačním účinkem (Bowler a kol., 2010). Zelená infrastruktura nabízí řadu dalších výhod, jako je zvýšení kvality pobytové funkce, zvýšení hodnoty nemovitostí, snížení hluku či znečištění ovzduší a další zdravotní výhody (Kučera a kol., 2023). Plánování zelené infrastruktury představuje atraktivní adaptační strategii, která přispívá k udržitelnému rozvoji městských oblastí.

Vývoj hospodaření s vodou ve městech v kontextu adaptace na změnu klimatu je směřován k vizím označovaným jako *města citlivá k vodě* (*water sensitive cities*; Howe & Mitchell, 2012; Wong & Brown, 2009). Podle současných koncepcí aplikovaných ve městech se podporuje efektivní využití dešťové vody a posilují se amenitní funkce vody (rekreační, sociální, estetické, kulturní) ve vzájemné synergii (Dahlenburg & Morison, 2009; Wong a kol., 2020). Protože zásadní součástí měst citlivě hospodařících s vodou musí být uvědomění obyvatelé a vodohospodářsky odpovědné podniky, mluví někteří autoři o postupném vzniku *udržitelných komunit orientovaných na vodu, resp. citlivých k vodě – water centric sustainable communities, water sensitive citizenship* (Novotny a kol., 2010).

Také v Česku se hospodaření se srážkovou vodou v urbanizovaných územích dostává významné pozornosti, jak na úrovni veřejné správy či odborné komunity, tak na úrovni obyvatel měst a obcí. Základní hybnou silou aktuálních trendů v hospodaření se srážkovou vodou je probíhající klimatická změna, která se v našich městech projevuje zvyšováním extremity hydrologických podmínek – výskytem vážnějšího nedostatku vody při epizodách sucha a rostoucím rizikem příválových srážek, povodní. V kombinaci s vývojem vodohospodářské infrastruktury, současným stavem nakládání se srážkovými vodami v městech, nedostatečným zastoupením vhodných přírodě blízkých prvků modro-zelené infrastruktury je třeba relativně rychle a efektivně reagovat.

Trendy vývoje péče o vodu ve městech jsou ovlivněny celkovým společensko-ekonomickým vývojem Česka. Praxe hospodaření se srážkovou vodou se v našich podmínkách musí postupně vyrovnávat s dědictvím minulosti, kterým jsou např. centralizované systémy odvodnění měst, podceňování a nízké povědomí o problematice, konzervativní přístupy k rozvoji infrastruktury, nedostatek odborných znalostí a zkušeností nebo rozsáhlé výjimky ve zpoplatnění srážkových vod odváděných do centrální kanalizace (Stránský & Kabelková, 2015). Situace v oblasti hospodaření se srážkovými vodami se postupně mění pod vlivem nových metodik, zvýšeného zájmu komunální politiky, finanční podpory projektů apod. Přesto stále existuje celá řada problémů a otázek, které je třeba řešit, aby docházelo k systematickému a plánovitému rozvoji urbanizovaných oblastí podle nových přístupů k hospodaření se srážkovými vodami (dále v publikaci používáme v tomto smyslu obecně rozšířenou zkratku HDV – hospodaření s dešťovou vodou).

Podle strategického materiálu v oblasti hospodaření se srážkovými vodami v urbanizovaných územích (CzWA, 2019) a požadavků Národního akčního plánu adaptace na změnu klimatu, patří mezi prioritní potřeby vytvářet metodickou podporu na zapojení požadavků HDV do územně plánovací dokumentace a na implementaci této problematiky do procesu rozvoje měst.

Cíle a obsah publikace

Efektivní hospodaření se srážkovou vodou v urbanizovaných územích musí splňovat požadavky technických norem, naplňovat představy budoucích uživatelů a obyvatel města, být ekonomicky efektivní ve fázích realizace i provozu a též přinášet celospolečenské benefity, jako například kvalitní veřejná prostranství nebo ochranu vodních zdrojů.

Tato publikace představuje veřejné správě a další odborné veřejnosti přístupy k integraci HDV do procesu plánování a výstavby na nových rozvojových plochách měst. Vycházíme přitom ze zkušeností zahraničních přístupů, případně z domácích přístupů na úrovni velkých měst, které již v tomto ohledu pokročily například na úrovni koncepčního plánování, a v neposlední řadě vycházíme z vlastního výzkumu v rámci projektu Technologické agentury ČR z programu Prostředí pro život. Publikace shrnuje klíčové poznatky projektu TA ČR č. SS03010080 s názvem *Interdisciplinární přístupy efektivního hospodaření se srážkovou vodou na rozvojových plochách urbanizovaných území v ekonomickém, sociálním a environmentálním kontextu*. Publikaci doplňují další výstupy projektu – jednotlivé recenzované články, kde jsou publikované detaily dílčích částí výzkumu, a především výsledky zacílené na potřeby praxe – *Katalog opatření efektivního hospodaření se srážkovou vodou na rozvojových plochách urbanizovaných území* (Kopp a kol., 2022a), softwarová aplikace RainWaterManager (RWM) (obojí dostupné na <https://www.fzp.czu.cz/rwm>) a specializované mapy rozvojových ploch pilotních měst.

Cílem výzkumu byl vývoj metodické a softwarové podpory pro zavádění komplexních systémů HDV na rozvojových plochách, definovaných územními plány měst

a obcí. Řešení se soustředilo především na plochy rozvoje menších měst a obcí, které nemají dostatečné personální kapacity k tvorbě vlastních koncepčních dokumentů HDV.

Typologickým a interdisciplinárním přístupem ke koncepci zavádění HDV se snažíme obohatit metodické postupy pro obce a města v Česku. V naší domácí praxi jsou převážně vyvíjeny obecné standardy HDV a případně se manuály většinou soustředí na veřejná prostranství (Sýkorová a kol., 2021). Opomíjena jsou často z organizačních, ekonomických nebo majetkových důvodů komplexní řešení větších funkčních areálů, např. ploch výroby a skladování, občanského vybavení nebo sportovních zařízení či celých obytných čtvrtí. Zahraniční metodické příručky nás inspirovaly použitím systémů HDV specifikovaných pro různé funkční plochy. Typologický přístup vychází z toho, že se jednotlivé typy rozvojových ploch navzájem liší. Každý typ rozvojové plochy má svoje charakteristické prvky zástavby, plochy zeleně a koridory komunikací odlišné od jiných typů svým potenciálem HDV. V rámci rozvojových ploch je třeba také opatření HDV územně koordinovat (Simperler a kol., 2018). Dalším důvodem typologického přístupu k návrhům HDV je fakt, že se funkční rozvojové plochy vyznačují různým podílem veřejných a soukromých práv a aktivit, což se projevuje potřebou odlišných přístupů k prosazování HDV z pohledu městské správy. Právě majetkové poměry jsou podle diskusí se zástupci praxe jedním ze zásadních omezení komplexních řešení HDV na větším území rozvojových ploch.

Cíle publikace jsou orientovány na metodickou pomoc veřejné správě při zavádění systému HDV na rozvojových plochách a zároveň na představení výsledků výzkumu pro odbornou veřejnost. Konkrétně má publikace tyto čtyři základní cíle zaměřené na nové poznatky:

1. představit a diskutovat komplexní přehled možností prosazování HDV z pozice veřejné správy;
2. předložit základní typologii rozvojových ploch z hlediska potřeb HDV a ukázat možnosti jejího použití v praxi;
3. doporučit pro hodnocení ploch ve městě uplatnění nově navrženého koeficientu modro-zelené infrastruktury;
4. vysvětlit doporučené postupy pro implementaci systémů HDV do procesu plánování, s vazbou na vyvinutou softwarovou aplikaci.

Publikace nejprve v kapitole 1 představuje obecný pohled na současné trendy v rozvoji urbanizovaných území v kontextu zavádění konceptu modro-zelené infrastruktury. Souhrnný přehled použitých metod výzkumu prezentujeme v metodické kapitole 2. Další podrobnější metodické komentáře najde čtenář u příslušných kapitol s výsledky výzkumu. Efektivní přístupy k HDV jsou podmíněny souladem mnoha souvisejících okolností v oblasti společenské, organizační, plánovací, ekonomické, legislativní či technologické. Kapitola 3 se proto soustředí na podporu prosazování HDV z pozice veřejné správy. Komentujeme nejen problémy, limity a překážky

současné domácí praxe, ale především představujeme komplexní přehled nástrojů prosazování HDV. Dílčí důraz jsme v tomto ohledu věnovali ekonomickým nástrojům prosazování. Jak bylo zmíněno, metodikou podporu rozvoji HDV zakládáme na typologii urbanizovaných ploch. Rozbor typologie rozvojových ploch a odvození jejich environmentálních parametrů představujeme v kapitole 4.

Doporučené postupy včetně uplatnění srážko-odtokových modelů a vlivu klimatické změny jsou demonstrovány v návazné kapitole 5. V rámci vývoje softwarové aplikace pro hodnocení a plánování HDV na rozvojových plochách byl použit multikriteriální přístup, který popisuje kapitola 6. Uživatel publikace tak dostává k dispozici teoretický rámec k použití softwarové aplikace RainWaterManager (RWM), která spolu s katalogem opatření byla vyvinuta pro praxi veřejné správy. Uvedené interdisciplinární přístupy a doporučení pro praxi shrneme v kapitole 7.

Věříme, že výsledky výzkumu publikované v této knize podpoří další rozvoj systémů HDV v našich městech a obcích, publikace obohatí metodicky veřejnou správu a přinese také inspirace pro další odborný výzkum v tomto směru.

1 Principy modro-zelené infrastruktury ve vybraných urbanistických konceptech

1.1 Přehled urbanistických konceptů

V posledních desetiletích se objevuje koncept **modro-zelené infrastruktury** jako důležitý nový prvek urbanistického plánování (Voskamp & van de Ven, 2015). Jedná se o přístup, který zdůrazňuje integraci přírodě blízkých prvků urbanizované krajiny, jako jsou parky, zeleň uličních koridorů či zelené střechy se systémy hospodaření se srážkovými vodami. Cílem je vytvářet města, která jsou odolná vůči klimatickým změnám, podporují biodiverzitu a zlepšují kvalitu života obyvatel (Weber & Crane, 2015). Z hlediska udržitelného rozvoje měst je klíčové, aby byla problematika modro-zelené infrastruktury a hospodaření se srážkovými vodami integrována do územních plánů. Tento proces vyžaduje multidisciplinární přístup a spolupráci mezi různými sektory. Principy modro-zelené infrastruktury a hospodaření se srážkovými vodami se tak stávají v různé míře součástí aktuálních koncepčních přístupů v urbanismu a územním plánování. Při porovnání níže uvedených, nejčastěji zmiňovaných konceptů můžeme sledovat, jak je jimi zmíněná problematika reflektována.

Nový urbanismus je urbanistický koncept, který se zaměřuje na vytváření udržitelných a funkčních městských prostorů s důrazem na lidskou pohodu, komunitní interakce a snižování dopravních problémů. Tento koncept byl vyvinut jako reakce na některé nedostatky tradičního urbanismu a urbanistického plánování, které vedly k problémům jako je rozrůstání předměstí, zvýšená závislost na automobilech a fragmentace komunit. Nový urbanismus se snaží vytvářet městská prostředí, která vychází vstříc chodcům a cyklistům. To zahrnuje navrhování místa pro obchody, restaurace a další aktivity tak, aby byly snadno dosažitelné pěšky nebo na kole. Tím se má snížit potřeba cestování v rámci měst. Dalším důležitým prvkem je podpora rozmanitosti v oblasti bydlení, což znamená, že v rámci jednoho městského prostoru by měly být dostupné různé typy obytných domů a bytů, aby společně mohli žít obyvatelé z různých věkových skupin a sociálních tříd. Celkově nový urbanismus usiluje o vytváření živých, environmentálně udržitelných a sociálně propojených městských prostředí. Tento koncept se stal důležitým prvkem moderního urbanistického plánování a byl aplikován v mnoha městech po celém světě s cílem **zlepšit kvalitu života obyvatel a snížit negativní dopady růstu měst** (Katz, 1994; Talen 2005 a jiní).

Nový urbanismus, jak ukazuje Duany a kol. (2000) v knize *Suburban Nation: The Rise of Sprawl and the Decline of the American Dream*, tedy představuje návrat k tradičním městským formám s pěšími zónami, smíšeným využitím území a lidským měřítkem architektury. Hlavním cílem je vytvoření kompaktních, diverzifikovaných

a na pěší dostupnost orientovaných městských prostorů, které podporují interakce mezi lidmi a snižují závislost na automobilech.

Koncept nového urbanismu začal vznikat v 80. letech 20. století, a to zejména v reakci na některé nedostatky tradičního urbanismu a plánování měst. První jeho konkrétní vize byly formulovány v rámci tzv. *Charty nového urbanismu*, kterou přijala skupina urbanistů, architektů a plánovačů v roce 1996. Tato charta položila základy pro zásady nového urbanismu, které zdůrazňují vytváření udržitelného městského prostředí odpovídajícího lidskému měřítku, podporu pěší, cyklistické a veřejné dopravy, rozmanitost bydlení a důraz na komunitní aspekty urbanismu. Od té doby se koncept nového urbanismu rozšířil a stal se důležitým směrem v urbanistickém plánování a designu měst po celém světě.

Charta nového urbanismu

Charta nového urbanismu je dokument přijatý v roce 1996 na kongresu CNU (Congress for the New Urbanism) v USA. Tato charta klade důraz na obnovu tradičních městských forem, na lidské měřítko a smíšené využití prostoru, což představuje rozchod s poválečným suburbanizačním modelem rozvoje měst. K hlavní myšlenkám a principům této charty patří především:

- **Lidské měřítko:** Města by měla být navrhována tak, aby byla dostupná pěšky a aby podporovala komunitní interakce.
- **Smíšené využití:** Různé funkce (výrobní, bytové, rekreační) by měly být integrovány do jednotlivých čtvrtí namísto jejich oddělování.
- **Udržitelnost:** Města by měla být navrhována tak, aby byla energeticky efektivní a environmentálně zodpovědná.
- **Obnova městských center:** Místo plošného rozšiřování měst, resp. podpory suburbanizace by měla být obnovována a revitalizována stávající městská centra a další vnitroměstské prostory.
- **Veřejný prostor:** Veřejná prostranství jako náměstí a parky by měla být středem městského života.

Zdroj: Charta nového urbanismu (1996)

V kontextu modro-zelené infrastruktury a efektivního hospodaření se srážkovými vodami se nový urbanismus zasazuje o to, aby byla města schopna absorbovat srážkovou vodu přirozenými prostředky, např. prostřednictvím zelených střeš, vsakovacích ploch, zelených koridorů a podobně. Takový přístup nejenže snižuje riziko povodní či sucha, ale také pomáhá zlepšit pobytové kvality prostředí, např. zlepšuje kvalitu ovzduší, snižuje efekt městských tepelných ostrovů a dále podporuje biodiverzitu (Obr. 1.1).



Obr. 1.1 Multifunkční vodní plochy ve městech zlepšující pobytovou kvalitu veřejných prostranství jsou jedním z projevů nového urbanismu (Mlýnská strouha v Plzni). Zdroj: foto autoři

V současných diskuzích o urbanismu a udržitelnosti se stává stále populárnějším pojmem **ekologický urbanismus**. Ekologický urbanismus propojuje urbanistické a ekologické zásady ve snaze vytvářet města, která jsou odolná, udržitelná a zároveň poskytují kvalitní životní prostředí pro své obyvatele (Tab. 1.1).

Ekologický urbanismus se zaměřuje na integraci ekologických principů do urbanistického plánování a designu. Cílem je vytvořit městské prostředí, které je udržitelné, energeticky efektivní a zdravé pro jeho obyvatele. Někdy se používá také podobný výraz **environmentální urbanismus**, který zahrnuje širších aspekty vztahu mezi urbanismem a životním prostředím, včetně otázek jako jsou změna klimatu, zacházení s odpady a ochrana biodiverzity. Často jsou ale oba pojmy chápány jako synonyma (Mostafavi & Doherty, 2016).

V rámci ekologického urbanismu hrají klíčovou roli dva koncepty: modro-zelená infrastruktura a efektivní hospodaření se srážkovými vodami. Mostafavi & Doherty (2010) ve stejnojmenné knize *Ekologický urbanismus* zdůrazňují, že městské ekosystémy mohou být chápány jako synergetická síť modro-zelené infrastruktury, která podporuje biodiverzitu, zlepšuje kvalitu ovzduší a vody a poskytuje obyvatelům měst přírodní prostory pro rekreaci a relaxaci (Obr. 1.2).



Obr. 1.2 Milánská budova Bosco Verticale (vertikální les) je příkladem projevů ekologického urbanismu v architektuře. Zdroj: foto autoři

Ekologický urbanismus je tedy urbanistický koncept, který se zaměřuje na vytváření městských prostředí, která jsou udržitelná, ohleduplná k životnímu prostředí a efektivně využívají přírodní zdroje. Tento koncept je reakcí na rostoucí environmentální výzvy spojené s růstem měst a urbanizací. Ekologický urbanismus klade důraz na **ochranu životního prostředí**, včetně zachování zelených ploch, řek a dalších přírodních prvků v městském prostoru. Snahou je minimalizovat negativní dopady urbanizace na přírodu. Podporuje se veřejná doprava, cyklistické trasy a pěší chodníky, aby se snížila závislost na automobilové dopravě, což znamená méně emisí skleníkových plynů a lepší kvalitu ovzduší. Ekologický urbanismus se snaží o nízkou energetickou náročnost budov a infrastruktury, včetně využívání obnovitelných zdrojů energie a zlepšení izolace budov. Koncept podporuje vytváření komplexních městských čtvrtí, kde lidé mohou žít, pracovat a odpočívat, což snižuje potřebu dlouhých dopravních cest. Ekologický urbanismus se snaží o zachování a **podporu biodiverzity v městském prostoru**, včetně vytváření zelených koridorů pro rostliny a živočichy. Řešení správy odpadů zahrnuje recyklaci a snižování odpadu, aby se minimalizovala zátěž skládek. Také zapojení obyvatel do rozhodovacího procesu a podpora občanského aktivismu jsou důležitými prvky ekologického urbanismu. Cílem ekologického urbanismu je vytvořit města, která jsou zdravá, příjemná k životu

a šetrná k životnímu prostředí. Tento koncept je v souladu s globálním hnutím pro udržitelný rozvoj a snahou o snižování negativních dopadů urbanizace na planetu. Koncept ekologického urbanismu se vyvíjel a získával na popularitě v průběhu druhé poloviny 20. století a následujících desetiletí. Jeho počátky lze již sledovat v období, kdy začaly růst obavy ohledně environmentálních problémů a udržitelnosti městského rozvoje (Farr, 2008; Beatley, 2000).

Základní principy ekologického urbanismu začaly výrazněji pronikat do urbanistického plánování a diskuse v 70. a 80. letech 20. století. V té době bylo stále zřejmější, že rychlý růst měst a neudržitelné urbanizační praktiky mohou mít negativní dopady na životní prostředí, kvalitu ovzduší, energetickou náročnost a kvalitu života obyvatel měst. Formulování konkrétního konceptu ekologického urbanismu bylo postupné, a mnoho urbanistů, architektů, plánovačů a environmentalistů se podílelo na jeho rozvoji. Důležité byly také události jako první Světová konference OSN o životním prostředí člověka v roce 1972 v Stockholmu, která zdůraznila potřebu zvýšit pozornost k ochraně životního prostředí ve městech. Od té doby se koncept ekologického urbanismu stále vyvíjí a přizpůsobuje se konkrétním potřebám a výzvám měst na celém světě. Dnes je ekologický urbanismus důležitým prvkem moderního urbanistického plánování a architektury, který klade důraz na udržitelnost a ohleduplnost k životnímu prostředí při navrhování a rozvíjení městských oblastí (Mostafavi, 2010).

Ekologický urbanismus dnes představuje holistický a integrovaný přístup k městskému plánování, kde jsou modro-zelená infrastruktura a efektivní hospodaření se srážkovými vodami klíčovými nástroji pro vytváření zelených, odolných a živých měst pro budoucnost.

Tab. 1.1 Výhody a limity vybraných urbanistických koncepcí a integrace problematiky modro-zelené infrastruktury a hospodaření se srážkovými vodami

Výhody	Limity
Nový urbanismus	
<p>Podpora chůze a cyklistiky – zaměřuje se na vytváření městského prostředí, které je přívětivé pro chodce a cyklisty. To může zlepšit fyzické zdraví obyvatel a snížit závislost na automobilech, což má pozitivní dopad na životní prostředí.</p> <p>Sociální interakce – důraz na komunitní design a blízkost obchodů, restaurací a veřejných prostranství může podporovat interakce mezi lidmi a vytvářet tak silné komunity.</p> <p>Environmentální udržitelnost – důraz na snižování negativního dopadu na životní prostředí; tím může přispět k redukci individuální automobilové dopravy, ke snížení energetické náročnosti budov a lepšímu využívání ploch.</p> <p>Estetická hodnota – mnoho projektů zdůrazňuje architektonickou kvalitu a estetický vzhled městských prostorů.</p>	<p>Vysoké náklady – některé jeho prvky jako je vytváření pěších zón a kvalitního veřejného prostoru mohou být realizačně a provozně nákladné, tedy obtížně dosažitelné pro méně bohaté komunity.</p> <p>Nestandardní plánování – vyžaduje změnu tradičního urbanistického plánování a může narazit na odpor ze strany stávajícího systému a regulací.</p> <p>Omezené aplikační možnosti – nemusí být vhodný pro všechny typy měst a regionů, zejména pro ty, které mají již existující rozsáhlou infrastrukturu a urbanistickou strukturu.</p>

Ekologický urbanismus

Ochrana životního prostředí – hlavní výhodou je jeho zaměření na ochranu životního prostředí. Usiluje o snižování negativních dopadů urbanizace na přírodu a životní prostředí, což zahrnuje zachování zelených ploch, podporu biodiverzity a omezení emisí skleníkových plynů.

Udržitelnost – zdůrazňuje udržitelnost ve všech aspektech městského rozvoje, včetně energetické efektivity budov, využívání obnovitelných zdrojů energie a minimalizace odpadů.

Kvalita života – často vede k vytváření atraktivnějšího a zdravějšího městského prostředí pro obyvatele, což zahrnuje zlepšení veřejného prostoru, podporu cyklistiky a chůze a menší znečištění ovzduší.

Odolnost (resilience) vůči změnám klimatu – pomáhá městům lépe se přizpůsobit změnám klimatu, například zlepšením odvodňování, zvýšením množství zelených ploch a snižováním zranitelnosti vůči extrémním povětrnostním událostem.

Náklady – implementace ekologických/environmentálních principů do urbanistického plánování a výstavby může být nákladná; některé udržitelné technologie a materiály mohou být drahé a tím zvyšovat ceny nemovitostí.

Omezená dostupnost pro lidi s nižšími příjmy – některé ekologické iniciativy, jako je výstavba energeticky efektivních budov, mohou být nedostupné pro lidi s nižšími příjmy, což může přispět k sociální segregaci.

Odpor ze strany stávajícího systému – změny v urbanistickém plánování a regulacích mohou narazit na odpor ze strany stávajícího systému a developerů, kteří mají vlastní zájmy a představy o rozvoji měst.

Smart urbanismus

Effektivnější městská infrastruktura – smart city technologie umožňují lepší správu městských funkcí, což vede k efektivnějšímu využívání infrastruktury, jako je doprava, energetika, vodovodní a kanalizační infrastruktura.

Zvyšování kvality života – smart city projekty mohou vést k vytvoření lepších městských prostředí pro obyvatele, což zahrnuje zlepšení veřejného prostoru, zkrácení čekacích dob, zvýšení bezpečnosti a zlepšení přístupu ke službám.

Rychlá reakce na krizové situace – díky monitorování a analýze dat mohou smart city systémy rychle reagovat na mimořádné události, jako jsou přírodní katastrofy nebo krizové situace, a zlepšit schopnost měst řešit tyto události.

Udržitelnost – smart city technologie mohou přispět k udržitelnému rozvoji tím, že umožní lepší správu zdrojů, snížení spotřeby energie a omezení negativních dopadů na životní prostředí.

Inovace a ekonomický rozvoj – smart city projekty mohou podporovat inovace a růst technologického a digitálního sektoru, což může vytvářet pracovní místa a podněcovat ekonomický rozvoj.

Technologická závislost – smart urbanismus může vytvářet závislost na technologiích a vyžadovat vysoké investice do digitální infrastruktury, což může být finančně náročné pro méně bohaté komunity.

Problémy s ochranou soukromí – sběr a analýza dat mohou vyvolávat obavy ohledně ochrany soukromí obyvatel, pokud nejsou zavedeny adekvátní zabezpečovací opatření a právní rámce.

Sociální nerovnosti – kritici upozorňují, že smart city projekty mohou vést k sociálním nerovnostem, pokud nejsou dostatečně zohledněny potřeby a preference všech vrstev obyvatel.

Zdroj: vlastní zpracování podle publikací citovaných v této kapitole

Oba přístupy, nový a ekologický urbanismus, které se často vzájemně překrývají, mají také své kritiky. Ti obecně tvrdí, že některé aspekty zvláště ekologického urbanismu jsou příliš idealistické a nerealistické v kontextu stávajícího městského prostředí. Implementace principů udržitelného rozvoje může zvyšovat byrokratickou složitost v procesu plánování a výstavby. Existuje také obava, že některé projekty mohou vést k sociální segregaci, pokud budou udržitelné plochy nedostupné pro obyvatele s nižšími příjmy. Úspěšnost jejich aplikace závisí na konkrétním kontextu, dobře promyšleném plánování a schopnosti řešit sociální a ekonomické výzvy městského rozvoje.

Smart urbanismus, často označovaný také jako „smart city“ je urbanistický koncept, který se zaměřuje na využívání moderních technologií a datových systémů ke zlepšování kvality života obyvatel měst a efektivnějšímu řízení městských funkcí. Smart urbanismus se stal po roce 2010 klíčovým pojmem v oblasti městského plánování. Jeho podstata spočívá ve využití technologií a dat pro řešení městských problémů a výzev. V jeho kontextu mají modro-zelená infrastruktura a efektivní hospodaření se srážkovými vodami zvláštní místo.

Tento koncept spojuje urbanismus s digitálními technologiemi a analýzou velkých dat s cílem vytvořit města, která jsou efektivní, udržitelná, přívětivá a bezpečná. Smart city využívají moderní digitální technologie a síťové propojení pro sběr a analýzu dat z různých aspektů městského života, včetně dopravy, energetiky, bezpečnosti a veřejného zdraví. Ve městech jsou umístěny senzory a zařízení připojená k internetu, která monitorují různé faktory, jako jsou emise znečišťujících látek, provoz na silnicích nebo spotřeba energie. Data, která jsou sbírána senzory a dalšími zdroji, jsou analyzována za účelem získání užitečných informací pro lepší plánování a řízení městských služeb. Smart city se snaží zlepšit dopravu tím, že využívají inteligentní dopravní systémy, které umožňují lepší řízení provozu, parkování, a podporují veřejnou dopravu a sdílení vozidel. Smart urbanismus klade důraz na snižování energetické náročnosti budov, využívání obnovitelných zdrojů energie a optimalizaci energetického řízení. Koncept zahrnuje zapojení obyvatel do rozhodovacího procesu a dává jim možnost sdílet své názory a potřeby prostřednictvím digitálních platform. Jeho součástí je také monitorování bezpečnosti města pomocí kamerových systémů, senzorů a analýzy dat pro rychlé reakce na krizové situace. Cílem je vytvořit města, která jsou efektivní, udržitelná a přizpůsobená potřebám obyvatel. Tento koncept je reakcí na rychlý rozvoj technologie a narůstající urbanizaci a snaží se využít moderních nástrojů k řešení městských výzev a zlepšení kvality života v městských oblastech (Townsend, 2013; Batty, 2013; Greenfield, 2017).

Townsend (2013) ve své knize *Smart Cities: Big Data, Civic Hackers, and the Quest for a New Utopia* uvádí, že integrování technologických řešení do městských systémů může přinést efektivnější využití zdrojů. Například senzory umístěné v městském prostředí mohou sledovat srážkovou vodu v reálném čase, což umožňuje městům okamžitě reagovat na potenciální problémy, jako jsou povodně.

Modro-zelená infrastruktura, kombinovaná se smart technologiemi, nabízí možnosti pro vytváření dynamických systémů pro zadržení a řízení srážkových vod (Obr. 1.3). Například zelené střechy vybavené senzory mohou optimalizovat zadržení vody na základě předpovědí počasí a aktuálního stavu půdy (Neirrotti a kol., 2014).



Obr. 1.3 Smart prvky hospodaření s dešťovou vodou ve městě: součástí povodňového parku je varovný systém se světlenou signalizací napojený na monitoring výšky srážek a hladiny vody v parku (Graz, Schererpark). Zdroj: foto autoři

Tato technologická integrace má rovněž potenciál zvyšovat veřejné povědomí a angažovanost v otázkách týkajících se srážkových vod. Aplikace a platformy mohou umožnit občanům monitorovat a přispívat k řízení srážkových vod v jejich komunitách (Kitchin, 2015).

Je však důležité si uvědomit, že technologie samy o sobě nejsou řešením. Jak upozorňuje Greenfield (2013), kritický přístup k implementaci těchto technologií je nezbytný, aby se zabránilo potenciálním negativním dopadům, jako je například narušení soukromí občanů.

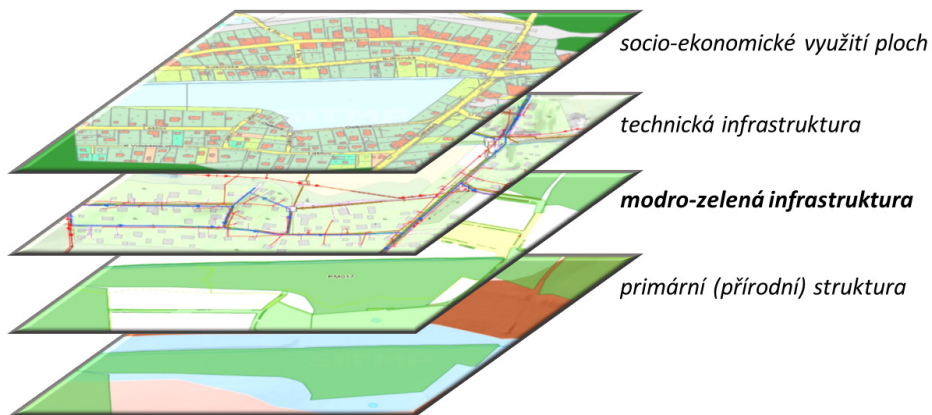
Někteří kritici smart urbanismu se obávají, že implementace smart technologií může vést k centralizaci moci a kontroly ve městě, a tudíž k omezování participace obyvatel na rozhodovacích procesech. Smart city mohou být zranitelná vůči kybernetickým útokům a hrozbám, což může ohrozit bezpečnost a stabilitu města. Pokud budou města příliš závislá na technické infrastruktuře a dojde k výpadku, může to mít vážné důsledky pro obyvatele a provoz města.

1.2 Modro-zelená infrastruktura a urbanistické plánování

Plánování adaptací měst na změny klimatu by mělo propojit tradiční praxi územního a strategického plánování s novými vědeckými poznatky urbánní klimatologie a urbánní hydrologie. Společnými doporučovanými nástroji adaptace měst jsou již zmiňované systémy přírodě blízkých opatření, označovaných jako koncept **modro-zelené infrastruktury** (Thorne, 2016; Bacchin a kol., 2016; Kabisch a kol., 2017). Využití modro-zelené infrastruktury je prezentováno jako nový systém hospodaření s dešťovou vodou podporující retenci vody a její kvalitu v městské krajině spolu s přínosy pro veřejný prostor pro adaptaci na klimatické změny a pro biodiverzitu (Bacchin a kol., 2016; Kabisch a kol., 2017). Zjednodušené odlišení mezi přírodě blízkým a umělým či technickým prvkem může být problematické (Kopp & Preis, 2019). Dále je třeba přiznat, že prvky hospodaření s dešťovou vodou sice napodobují nebo podporují přírodní procesy jako infiltraci nebo evapotranspiraci, ale z podstaty jsou zřizovány jako umělé prvky podle technických standardů. V literatuře se proto již objevují kompromisní termíny **modro-zeleno-šedá** (Alves, 2020) nebo **hybridní** či **smíšená infrastruktura** (Depietri & McPhearson, 2017).

Rozvoj modro-zelené infrastruktury je třeba chápat jako nástroj integrovaného územního plánování funkčních systémů městské krajiny, které s pomocí ekosystémových služeb městské zeleně podporují decentralizované hospodaření se srážkovými vodami. Je ovšem nezbytné také v české praxi účelně sjednotit a legislativně ukotvit terminologii, aby se předcházelo nesouladu v interpretaci studií a dokumentů (podobně jako se podařilo u zelené infrastruktury). Praxe HDV vyžaduje interdisciplinární chápání problematiky a podobně i přístup k definici modro-zelené infrastruktury. Jak ukázal rozbor zahraniční terminologie, mezinárodní prostředí není v tomto směru vůbec jednotné (Kopp a kol., 2021a). Pro českou praxi může být vhodným vymezením definice, kterou uvádí Standardy hospodaření se srážkovými vodami na území hlavního města Prahy (Stránský a kol., 2021a, s. 5) a doporučuje Ministerstvo životního prostředí: „Modrozelená infrastruktura je soubor přírodě blízkých a technických opatření, která propojují srážkový odtok s vegetačními a vodními prvky v sídlech za účelem podpory přirozeného lokálního koloběhu vody, zvýšení jakosti vod, zlepšení mikroklimatické funkce zeleně a dalších ekosystémových služeb.“ Je třeba vzít v úvahu, že konektivita modro-zelené infrastruktury je ve shodě s uvedenou definicí zprostředkována procesy oběhu vody, a tedy na jiném principu než konektivita zelené infrastruktury.

V rámci územně-plánovacího procesu je vhodné zohledňovat vazby mezi přírodním systémem (primární strukturou krajiny) a socio-ekonomickým systémem (sekundární a terciální strukturou krajiny). Prostorově interakční roli mezi těmito systémy plní infrastruktura, přičemž v tradičním pojetí plánování je to technická infrastruktura, např. sítě vodovodů a kanalizací (van Schaick & Klaasen, 2011). Potřeba zapojení přírodě blízkých opatření a holisticky chápaného plánování rozšiřuje tuto interakční vrstvu o sítě modro-zelené infrastruktury (Obr. 1.4). Optimalizace výběru variant proto také musí zohledňovat interdisciplinární souvislosti.



Obr. 1.4 Schéma složek plánovacího procesu, rozšířené o modro-zelenou infrastrukturu. Zdroj: vlastní zpracování rozšiřující původní schéma van Schaick & Klaasen (2011); Tjallingii, (2015)

Klíčovým nástrojem územního plánování od jeho počátků (přelom 19. a 20. století) je **zónování**, které má zásadní význam pro prostorovou organizaci a využívání půdy ve městech. Výhodou zónování je, že umožňuje rozdělit území města na různá území s rozdílným účelem využití (rozdílnou funkcí), což vytváří jasnou strukturu a organizaci, usnadňující plánování jeho rozvoje. Zónování také umožňuje identifikovat a chránit ekologicky citlivá území (chráněná území, vodní toky apod.), dále minimalizuje konflikty mezi různými konkurujícími si možnostmi využití území, podporuje vytváření kvalitního a udržitelného životního prostředí (odděluje např. průmyslové oblasti a dopravní tepny od obytných území, což snižuje hluk, znečištění a další negativní dopady). Výhodou zónování je také podpora ekonomického rozvoje tím, že vymezuje oblasti vhodné pro podnikání, usnadňuje plánování investic do infrastruktury atd. Je tudíž nástrojem, který umožňuje harmonizaci různých společenských potřeb a cílů v rámci fyzického prostoru měst (Hall, 2002; Talen, 2012).

Zónování měst se stalo součástí územního plánování měst v reakci na rostoucí problémy urbanizace. Hygienické a zdravotní obavy (riziko šíření nemoci) vedly k tomu, že se průmyslové a obytné plochy začaly od sebe územně oddělovat. To vedlo ke vzniku regulací, které stanovují specifické zóny a podmínky jejich využití. Tyto principy výstavby měst se staly součástí zásad moderního urbanismu známé pod označením *Athénská charta*. Jedná se o manifest přijatý na konferenci CIAM roku 1933, vydaný Le Corbusierem roku 1943 v Paříži. Athénská charta se stala teoretickým základem funkcionalistického urbanismu.

V 70. a 80. letech minulého století začalo být vytváření monofunkčních oblastí kritizováno (obří průmyslové zóny a obytné zóny jakou je např. Jižní Město v Praze), protože zvyšovalo dopravní požadavky a vedlo ke značnému znečištění ovzduší ve městech (potřeba dojíždění na velkou vzdálenost z obytných zón do míst s koncentrovanými pracovními místy). Proto se v rámci urbanismu, ze kterého územní

plánování vychází, začaly prosazovat koncepty jako „nový urbanismus“, „ekologický urbanismus“ nebo „smart urbanismus“, které zdůrazňují udržitelný a kompaktní rozvoj měst, smíšené (polyfunkční) využívání městských ploch a rozvoj veřejné dopravy. Přestože zásady Athénské charty nebyly nikdy ve větším měřítku uskutečněny, výrazně ovlivnily vývoj měst ve 20. století. Jejím nedostatkem byla především redukce funkcionalistického pojetí pouze na materiální aspekty a podcenění faktorů psychologických, environmentálních a společenských.

V současném urbanismu a územním plánování je patrný trend k integrovaným přístupům, jak již bylo naznačeno, které dokáží zohlednit různorodé potřeby společnosti, udržitelnost a kvalitu života. Existuje rostoucí důraz na modro-zelenou infrastrukturu, tvorbu atraktivních a funkčních veřejných prostorů a podporu komunitního života (uplatňování participativních přístupů). Zónování je stále součástí územního plánování, jak ukazuje mj. česká územně-plánovací praxe, ale mění se představy o jeho podobě tak, aby lépe reflektovaly moderní výzvy a hodnoty.

Současný **diskurz ohledně zónování** v urbanismu a územním plánování zahrnuje různorodé názory a přístupy, vycházející z různých perspektiv. Jak uvádějí např. Weber & Crane (2015), někteří urbanisté stále podporují zónování jako důležitý nástroj organizace a regulace územního rozvoje, zatímco jiní upozorňují na jeho limity a možné negativní důsledky, a hledají alternativní možnosti. Příliš přísné zónování totiž může bránit adaptaci na nové potřeby a rychle se měnící trendy. Může přispívat k sociální segregaci, ztrátě autentičnosti a kulturní identity míst. Nejčastější výtkou je nedostatečná flexibilita, byrokracie a korupce související se zónováním (DeShazo & Matute, 2015).

Od 60. let 20. století, v reakci na kritiku směřování urbanistického plánování Jany Jacobsové v knize *Smrt a život amerických velkoměst*, začíná nabývat na významu koncept **polyfunkčního využití městských ploch**. Jedná se o reakci na potřebu vytvářet více integrované, životaschopné a udržitelné městské prostředí (Jacobs, 1961).

V kontextu polyfunkčního využití městských ploch se modro-zelená infrastruktura jeví jako klíčový prvek k integraci přírodních ekosystémů do urbanizovaného prostředí. Podle Beatleyho (2000) je modro-zelená infrastruktura schopna propojit rozptýlené zelené plochy, zlepšit biodiverzitu a současně zajišťovat funkce, jako je zadržování srážkové vody, čímž přispívá k řešení městských výzev, jako jsou povodně nebo tepelné ostrovy ve městech. Polyfunkční využití městských ploch může být integrováno do zónování způsobem, který bude zohledňovat modro-zelenou infrastrukturu. Například vytvářením smíšených zón, kde bydlení, obchody a veřejná prostranství koexistují s přírodními prvky, jako jsou městské parky, zelené střechy nebo mokřady (Tzoulas a kol., 2007). Navíc se efektivní hospodaření srážkovými vodami stává klíčovým aspektem polyfunkčního využití měst. V kontextu zónování to může zahrnovat vytváření zelených koridorů, kde srážková voda může být přirozeně řízena a absorbována, snižuje se tak riziko povodní a zlepšuje se kvalita vody (Ahern, 2007). Jiným příkladem je zřizování povodňových parků, které se v případě přívalových srážek proměňují na retenční prostory (Obr. 1.3).

Modro-zelená infrastruktura a efektivní hospodaření se srážkovými vodami se stávají neoddělitelnou součástí moderního urbanistického plánování a zónování měst. Polyfunkční využití městských ploch nabízí model, jak tyto prvky integrovat do komplexního a udržitelného městského prostředí. Rozvoj modro-zelené (resp. modro-zeleno-šedé) infrastruktury v praxi veřejné správy přitom zasahuje do kompetence řady odborů (resp. odborností) – územního plánování a urbanismu, vodního hospodářství, správy zeleně, ochrany přírody a krajiny, péče o veřejná prostranství, plánování dopravních komunikací, stavebního odboru a investic. V tomto ohledu je problémem české plánovací praxe malá provázanost sektorově řešených plánů jako důsledek institucionální fragmentace.

2 Metodika výzkumu

První část výzkumu se soustředila na identifikaci překážek a komplikací v procesu zavádění HDV do praxe. Tato identifikace je založena na mnoha diskusích během workshopů, konferencí a konzultací s odbornou veřejností a zástupci veřejné správy. V tomto ohledu byla důležitá role aplikačních garantů (odborů životního prostředí krajských úřadů Plzeňského, Středočeského a Jihočeského kraje) a pracovníků odborů městských a obecních úřadů pilotních území. Jako pilotní území byla volena města/obce, která se odlišují přírodními a socio-ekonomickými podmínkami (Tab. 2.1). Pilotní města sloužila jako modelová území percepce problematiky HDV z pohledu veřejné správy a dále potom jako území pro ověření aplikace metodického postupu při plánování HDV konkrétních vybraných lokalit rozvojových ploch. Ty byly vybírány tak, aby reprezentovaly pět základních typů rozvojových ploch. Výběr pěti základních typů rozvojových ploch vyplynul jednak ze zkušeností praxe, které byly diskutovány se zástupci veřejné správy a dále byl stanoven na základě rozboru územně plánovací dokumentace vybraných měst. Samozřejmě typologie nepokrývá celé spektrum kategorií ploch s rozdílným způsobem využití podle vyhlášky č. 501/2006 Sb. Některé další typy ploch je možné přiřadit k uvedeným pěti typům s jistou mírou příbuznosti podmínek. Vzhledem ke komplexnosti problematiky je u dalších možných typů odkázat na literární zdroje (např. Woods-Ballard a kol., 2015; Faltermaier a kol., 2016; Simperler a kol., 2018; Kopp a kol., 2021b; Sýkorová a kol., 2021).

Tab. 2.1 Výběr pilotních lokalit pro aplikovaný výzkum

Město/obec krajská příslušnost	Přírodní podmínky	Socioekonomické podmínky	Typ rozvojové plochy pilotní lokality
Tachov Plzeňský kraj	vysoká sklonitost reliéfu	relativně periferní poloha	bydlení hromadné
Beroun Středočeský kraj	vyšší sklonitost reliéfu	exponovaná dopravní poloha v Pražské aglomeraci	bydlení individuální
Čelákovice Středočeský kraj	nízká sklonitost reliéfu, specifické hydrogeologické podmínky	rozvojová poloha v Pražské aglomeraci	rekreace
Drásov Středočeský kraj	nízká sklonitost reliéfu	exponovaná rozvojová poloha ve vazbě na D4	výroba a skladování
Milevsko Jihočeský kraj	nízká sklonitost reliéfu, specifické hydrogeologické podmínky	mírně periferní poloha	občanská vybavenost – komerční

Zdroj: vlastní zpracování, podrobnější charakteristiky uvádí Kopp a kol., 2021d

Systematická identifikace překážek v procesu zavádění HDV do praxe rozvoje lokalit proběhla s využitím kvalitativního výzkumu na základě strukturovaných rozhovorů s odborníky a pracovníky veřejné správy, kteří přicházejí do kontaktu s problematikou HDV. Metodicky vycházel seznam otázek strukturovaných rozhovorů z přehledů v zahraničních studiích (např. Donovan a kol., 2005; Brown & Farrelly, 2009; Dhakal & Chevalier, 2017). Vyhodnocení bylo provedeno v kontextu zkušeností z podobně zaměřených výzkumů u nás a v zahraničí.

Na základě identifikovaných potřeb a řady přehledů, studií, metodik reflektujících domácí i zahraniční praxi a také zjištěných příkladů dobré praxe byl následně sestaven přehled potenciálních nástrojů pro veřejnou správu, které mohou přispět k prosazování systémů HDV při rozvoji měst (tzv. nástroje prosazování).

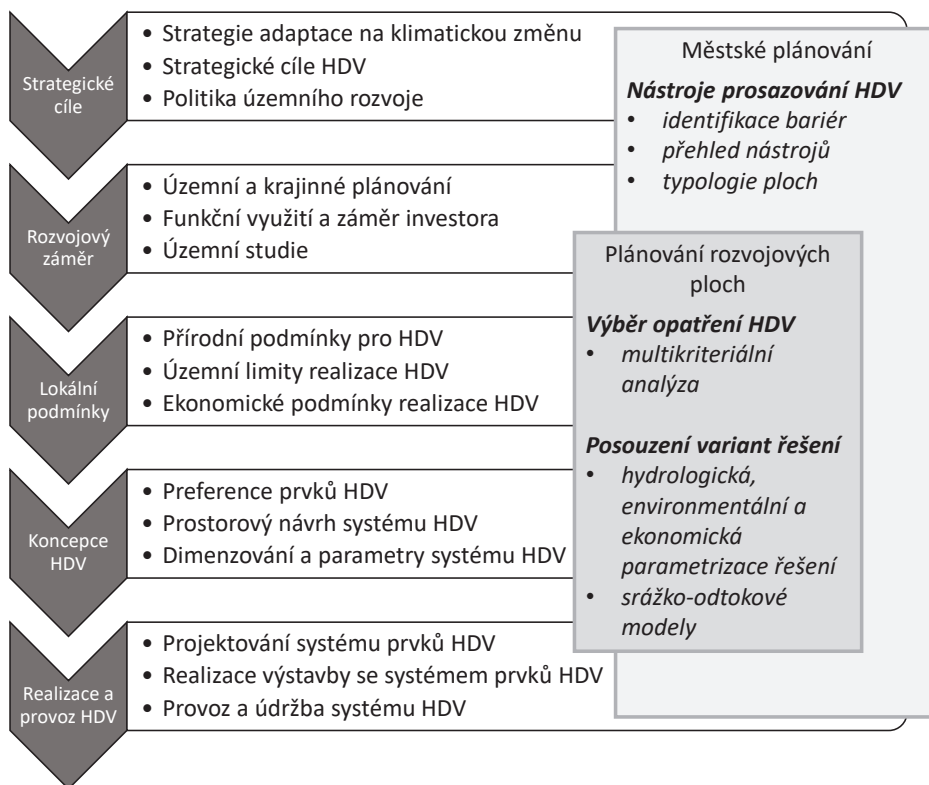
Kategorie nástrojů byly ohodnoceny podle vhodnosti uplatnění na jednotlivých typech rozvojových ploch. Inspirací ke stanovení typologie funkčních ploch byly zahraniční metodiky HDV, případně metodiky adaptace na klimatické změny nebo rozvoj modro-zelené infrastruktury (Woods-Ballard a kol., 2015; Faltermaier a kol., 2016; Simperler a kol., 2018 apod.). Byl též diskutován a na modelovém území ověřován majetkový podíl města na jednotlivých typech území, protože má vliv na prosazování vhodného systému hospodaření s dešťovou vodou. V diskusi se na základě hodnocení vhodnosti nástrojů detailněji zabýváme potenciálem ekonomických a kooperačních nástrojů prosazování systému HDV především v oblasti ovlivnění soukromých investic.

Specifická pozornost výzkumu byla věnována dvěma kategoriím nástrojů prosazování – přímé veřejné podpoře a environmentální parametrizaci území. Environmentální parametry ploch definují jejich požadované vlastnosti podporující HDV tím, že je kvantifikují.

Na základě statistického rozboru struktury ploch jednotlivých typů využití na modelovém území Plzně jsme odvozovali a případně ověřovali platnost doporučených hodnot jejich environmentálních parametrů. 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.

S využitím výsledků statistické analýzy byly zpřesněny navržené obecné charakteristiky jednotlivých typů rozvojových ploch jak na úrovni typických hodnot environmentálních parametrů, tak v rovině specifikace a doporučení při řešení HDV na rozvojových plochách. Pro hodnocení v rámci aplikačního software byl navržen vlastní koeficient modro-zelené infrastruktury, který vychází z adaptace ukazatele Helsinki Green Factor pro potřeby českých měst (City of Helsinki, 2016; Juhola, 2018). Helsinki Green Factor vznikl v letech 2012–2014 v rámci projektu Climate-Proof City – Tools for Planning. Cílem vývoje environmentálních parametrů bylo posílit a zpřesnit plánovací nástroje, které pomohou urbanistům rozvíjet klimaticky odolné město s funkčním systémem HDV.

Jednotlivé metodické kroky výzkumu byly zacíleny k vývoji podpory plánování systému HDV na rozvojových plochách (Obr. 2.1). Postup návrhů HDV konkrétních rozvojových lokalit vychází ze strategických cílů na národní, regionální (kraj, SO ORP) a městské úrovni. Národní strategické cíle a priority jsou do praxe prosazované prostřednictvím zákonných podmínek, norem a sektorových strategických nástrojů.



Obr. 2.1 Postup plánování HDV na úrovni města a jednotlivých rozvojových lokalit v kontextu použitých metodických postupů na jeho podporu. Zdroj: vlastní zpracování

Návrh HDV na konkrétní lokalitě potom ovlivňují zájmy města, definované s ohledem na místní environmentální, sociální, technické, ekonomické a politické podmínky rozvoje města. V uvedeném směru je možné rámcově vycházet například z městských strategií adaptace na klimatické změny, koncepce odtokových poměrů, plánů omezujících povodňové riziko, územních studií krajiny, plánů rozvoje modro-zelené infrastruktury nebo zásad tvorby veřejných prostranství. Metodická podpora výzkumu směřovala nejprve k rozboru nástrojů prosazování HDV a dále v kontextu měřítka rozvojových ploch následně k preferenčnímu výběru opatření a posouzení vhodnosti jednotlivých variant řešení. Pro uživatelské potřeby byl tento proces zprostředkován vytvořenou softwarovou aplikací RainWaterManager (RWM, dostupné na <https://www.fzp.czu.cz/rwm>).

Vývoj softwarové aplikace RWM byl založen na principech multikriteriální analýzy podmínek rozvojových ploch. Software je koncipován jako samostatně spustitelný program vyvíjený v prostředí programovacího jazyka C++, přičemž jeho části navazují na externí soubory – katalogové listy a preferenční matice.

Softwarová aplikace byla vyvíjena a testována s ohledem na potřeby veřejné správy. Bylo upřednostňováno uživatelské rozhraní vhodné na úrovni referentů veřejné správy, kteří nejsou specialisté na problematiku HDV. V publikaci je demonstrován příklad použití při výběru variantních řešení systému HDV na vybrané pilotní lokalitě. Další příklady jsou zpracované a pro zájemce dostupné mimo tuto publikaci ve formě elaborátů specializovaných map pilotních měst a jejich modelových lokalit.

Přehled použitých metod rámcově uvádí následující tabelární přehled (Tab. 2.2). Podrobnější vysvětlení metod výzkumu popisují příslušné kapitoly s odkazy na příslušnou metodickou literaturu.

Tab. 2.2 Rámcový přehled použitých metod výzkumu

Téma výzkumu	Metodické postupy	Kapitoly
Identifikace bariér prosazování systému HDV	strukturované rozhovory, konzultace s experty	3
Přehled nástrojů prosazování	příklady dobré praxe, strukturované rozhovory, analýza přímé podpory	3
Typologie a environmentální parametrizace ploch	geostatistika, testování a adaptace parametrů	4
Výběr prvků HDV a nástrojů prosazování	multikriteriální analýza	6
Posouzení variant řešení	aplikace environmentálních parametrů, srážko-odtokový model	5, 6

Zdroj: vlastní zpracování

3 Efektivní hospodaření se srážkovou vodou – bariéry a možnosti prosazování

3.1 Rozbor a metodika identifikace bariér prosazování efektivního hospodaření se srážkovou vodou

V Česku bylo v posledním desetiletí dosaženo důležitého pokroku v prosazování systému HDV (např. nové technické normy, koncepční dokumenty měst, pokrok ve výzkumu, osvěta a vzdělávání, růst nabídky realizací, příklady dobré praxe, zájem investorů). Uvedený pozitivní posun je spojen s obecnějším trendem spojeným s probíhající adaptací společnosti na klimatickou změnu (Krajhanzl a kol., 2021). Ovšem stejně jako adaptační proces, tak i zavádění systémů HDV do praxe, neprobíhají potřebným tempem a vždy jednoznačným směrem. Přijetí nových technologií HDV, jejich široké uplatňování v praxi a bezproblémový provoz ovlivňují překážky, limity a komplikace. Terminologicky zde převážně používáme souhrnné označení bariéry, s vědomím určitého významového zjednodušení překladu nejčastěji používaného anglického ekvivalentu. Prosazování nových přístupů hospodaření se srážkovými vodami je v našich městech zatím převážně ve fázi plánování a realizace prvních pilotních studií a tvorby koncepčních dokumentů (standards, generely, strategie). Zavádění do praxe je sice podporováno potřebou reakce na změny klimatu (epizody sucha, přivalové deště), ale zároveň naráží na bariéry mentální, technické, institucionální, ekonomické, sociální a legislativní (Vítek a kol., 2015; Stránský & Kabelková, 2015; Kopp & Ježek, 2018; Aubrechtová a kol., 2019; CzWA, 2019).

Komplexní přehled bariér, resp. kroků potřebných k hlubšímu prosazování HDV do praxe uvádí *Studie hospodaření se srážkovými vodami v urbanizovaných územích* vypracovaná Asociací pro vodu ČR, z.s. pro Ministerstvo životního prostředí (CzWA, 2019). Autoři používají pro omezení a bariéry termín deficity. Odstranění deficitů, které jsou vztaženy k různým fázím procesu implementace HDV, je podrobně zpracováno do navrhovaných kroků změn se stanovenou mírou priority, řazených do čtyř kategorií (1) legislativa a ekonomická pravidla, (2) technické předpisy a data, (3) věda a výzkum a (4) vzdělávání, výchova a osvěta. Navrhované kroky jsou přitom cílené na národní úroveň zejména spojenou s působností Ministerstva životního prostředí.

V našem výzkumu jsme se zaměřili na identifikaci bariér zavádění systému HDV především na rozvojových plochách měst. Kromě naší účasti v diskusích na workshopech a konferencích či konzultacích s aplikačními garanty projektu jsme dále systematicky provedli 16 strukturovaných rozhovorů s odborníky, kteří se zabývají problematikou implementace HDV do praxe. Ve výběru dotazovaných osob (10 mužů, 6 žen) převažovali zástupci úřadů obecní správy – 7 osob z obcí různé

velikosti a rozdílné odbornosti agendy: vodního hospodářství, správy zeleně, strategického plánování a rozvoje. Dále byli osloveni respondenti z pozice odboru životního prostředí krajského úřadu, správy povodí, provozu vodovodů a kanalizací, vědy a výzkumu, neziskových organizací environmentálního poradenství a praxe projektování. Metodicky vycházel seznam otázek strukturovaných rozhovorů z obecných přehledů kategorií bariér v zahraničních studiích (Donovan a kol., 2005; Brown & Farrelly, 2009; Runhaar a kol., 2012; Biesbroek a kol., 2013; Kabisch a kol., 2016; Dhakal & Chevalier, 2017). S ohledem na teoretický rámec jsme využili jako inspirace přehledy bariér procesu adaptace na klimatickou změnu, resp. zavádění modro-zelené infrastruktury do městského prostředí. Zároveň jsme zaznamenávali specifické vnímání problematiky implementace HDV z pozic jednotlivých respondentů. Výsledky jsme diskutovali v kontextu zkušeností z podobně zaměřených výzkumů u nás a v zahraničí.

V dosavadních studiích lokální reakce na klimatickou změnu v ČR byly identifikovány jak institucionální překážky (Aubrechtová a kol., 2019), tak deficity ve vnímání problému, tedy percepční bariéry (Ferenčuhová, 2019). V oblasti prosazování systémů HDV jsou dále citovány i deficity v legislativě, které též souvisejí s ekonomickou otázkou realizací (Vítek, 2018; CzWA, 2019).

Potenciální bariéry (limity, komplikace, deficity – celkem 14) jsme obecně zařadili do čtyř skupin na percepční, institucionální, ekonomické a fyzické (Tab. 3.1). V přehledové tabulce možných bariér (též limitů či komplikací) rozlišujeme tři fáze procesu změn/adaptace: I – identifikace a poznání problému, P – plánování opatření, R – realizace a správa opatření (Moser & Ekstrom, 2010). Jednotlivé bariéry a limity se přitom logicky vážou k určitým fázím adaptačního procesu. Ke každé potenciální bariéře jsme formulovali slovní vyjádření ve vztahu k problematice prosazování HDV na rozvojových plochách. Výsledkem rozhovoru byl záznam odpovědi na Likertově škále (určitě není problém, spíše není problém, neutrální postoj, spíše je problém, určitě je problém) a další komentář k okruhu problému.

Pohled na adaptaci jako lineární transformační proces překonávající bariéry je v literatuře diskutován jako zjednodušující, protože se ukazuje jeho nelineární trajektorie a bariéry jsou spíše komplikacemi na různé úrovni vývoje (Ferenčuhová, 2019). Některé studie potom identifikovaly kauzální vazby mezi jednotlivými překážkami (Sarabi a kol., 2020; Raška a kol., 2022). Při interpretaci strukturovaných rozhovorů jsme proto nekladli důraz na kvantifikaci vnímání bariér, ale spíše využívali dalších komentářů osob z různých pozic, jak z pohledu specifických překážek, tak z pohledu příkladů dobré praxe.

Tab. 3.1 Typologie bariér a limitů v procesu adaptace měst a regionů na klimatickou změnu v oblasti hospodaření s vodou

Bariéry a limity		I	P	R	Příklady potenciálních problémů ve vztahu k hospodaření s vodou
1. Percepční	1a identifikační	●●	●●		nedostatek informací o současném stavu vodních zdrojů, o extrémních stavech odtoku
	1b plánovací	●	●●		nedostatek politických vizí, nedostatek vzorových příkladů řešení
	1c rozhodovací	●●			krátkodobé vnímání problému, obtížná monetarizace benefitů přírodě blízkých řešení
	1d participativní	●	●	●●	nedostatečné porozumění a podpora privátní sféry nebo veřejnosti
2. Institucionální	2a kooperativní	●	●●	●	institucionální fragmentace a nejednoznačné cíle veřejné správy
	2b legislativní		●●	●	nízká podpora legislativy, normy a standardy nepodporující změnu
	2c administrativní		●	●●	byrokratické překážky, složitá administrativa získání finanční podpory
	2d politické	●●	●		politici nechtějí dělat nepopulární opatření, neochota k reorganizaci institucí
	2e kapacitní	●	●●	●●	instituce nemají dostatek kvalifikovaných pracovníků se znalostí nových technologií
3. Ekonomické	3a nákladově-efektivní		●	●●	vysoké náklady na realizaci, dlouhodobá návratnost investic
	3b vlastnické		●●		vysoké náklady na výkup soukromých pozemků
	3c systémové	●●	●●	●	politika poplatků ve vodním hospodářství, nedokonalý systém povolení odběrů vody
4. Fyzické	4a přírodní		●	●●	hydrogeologické limity infiltrace, nedostatečná kapacita lokálních zdrojů vody
	4b technické		●	●●	nedostatek místa pro modro-zelenou infrastrukturu na povrchu nebo pod povrchem, technický stav budov

● – vazba na fázi adaptace, ●● – silná vazba na fázi adaptace (fáze adaptace: I – identifikace a poznání problému, P – plánování opatření, R – realizace a správa opatření)
 Zdroj: vlastní zpracování typologie na základě Donovan a kol., 2005; Moser & Ekstrom, 2010; Runhaar a kol., 2012; Aubrechtová a kol., 2019; Biesbroek a kol., 2019; Dhakal & Chevalier, 2017.

3.2 Bariéry a limity zavádění systémů HDV na rozvojových plochách

3.2.1 Ekonomické bariéry

Z výsledků strukturovaných rozhovorů vyplývá, že nejvýznamnější problémy zavádění HDV souvisejí s ekonomickými otázkami a vlastnickými poměry (Tab. 3.2, Obr. 3.1). Otázka financování je citována jako významná také ve většině jiných výzkumů bariér zavádění modro-zelené infrastruktury (O'Donnell a kol., 2017; Wihlborg a kol., 2019; ESPON, 2020). Nové technologie HDV zvyšují rozpočet projektů nové výstavby, přičemž přínosy opatření nad rámec povinností dle stavebních předpisů jsou převážně v neekonomické rovině (přínosy v ekosystémových službách, omezený benefit v úspoře na poplatcích za vodné nebo stočné). Zvýšení nákladů na výstavbu se potom kompenzuje zvyšováním prodejní ceny nemovitostí, potenciálně i přínosy v oblasti zeleného marketingu firem. Realizace projektů s vyšší úrovní HDV je případně závislá na přímé ekonomické podpoře z dotací apod. Při rozhovorech k tomu bylo diskutováno jako problematické, že dotace jsou spíše na velké projekty a chybí možnost systémové nabídky příspěvků k drobným realizacím. Podle respondentů je jednou z zkušeností z praxe fakt, že nejsou vypisovány dotační tituly na stromovou zeleň v rozvojových plochách v zastavitelném území, ale pouze v území zastavěném.

Ekonomická otázka je zároveň spojena s potřebou výkupu pozemků v případě komplikovaných vlastnických poměrů v rozvojové lokalitě. Respondenti zmiňovali, že právě cena pozemků limituje prostorové možnosti realizace HDV při obecné snaze minimalizovat investiční náklady. Bylo též uváděno mezi problémy, že není v praxi akceptována koordinace inženýrských sítí např. do sdružených tras.

Města se potýkají s nedostatkem vlastních pozemků, přičemž samo město nesmí investovat na cizím pozemku. Podle Ferenčuhové (2019) je u nás problém vlastnictví pozemků poznamenán ideologicky, v souvislosti s historickou zkušeností s omezováním soukromého vlastnictví.

3.2.2 Institucionální bariéry

Většina oslovených pracovníků napříč pozicemi veřejné i soukromé či neziskové sféry řadí mezi významné problémy nedostatek odborníků na problematiku HDV (Tab. 3.2, Obr. 3.1). V případě veřejné správy je tato otázka spojená s personálními kapacitami zejména na menších městech a obcích a také s platovými podmínkami, které nemohou konkurovat zvýšené poptávce soukromého sektoru, při obecném nedostatku kapacit ve vzdělávacím systému.

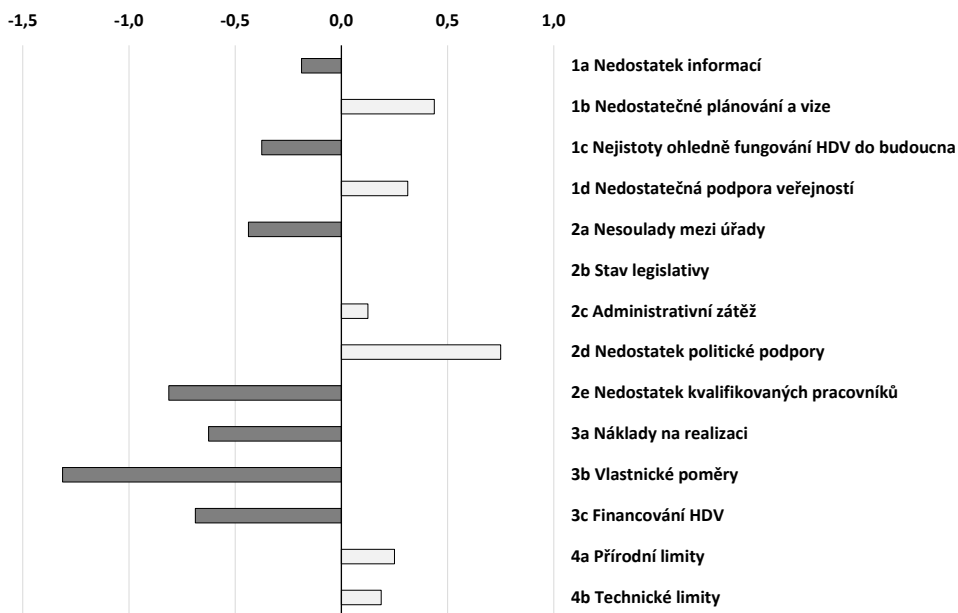
V oblasti institucionálního prostředí je dalším komunikovaným problémem nesoulad mezi kompetencemi jednotlivých částí veřejné sféry. Institucionální fragmentace se v prvním případě týká správy velkých měst, kde bez systematické koordinace může docházet k disharmonii postupů jednotlivých oddělení, odborů nebo pracovníků. Souvisí to s rozdělením kompetencí pro jednotlivé fáze výstavby na rozvojových plochách od strategického plánování, přes plánování rozvoje lokality, spolupráci

Tab. 3.2 Identifikace bariér a limitů zavádění systémů HDV na rozvojových plochách měst

Bariéry a limity	Identifikace bariéry četnost	Identifikace bariéry podíl (%)	Kvantifikace bariéry podle Likertovy škály
1a Nedostatek informací	50,0	8	-0,19
1b Nedostatečné plánování a vize	31,3	5	0,44
1c Nejistoty ohledně fungování HDV do budoucna	62,5	10	-0,38
1d Nedostatečná podpora veřejností	25,0	4	0,31
2a Nesoulady mezi úřady	62,5	10	-0,44
2b Stav legislativy	56,3	9	0,00
2c Administrativní zátěž	31,3	5	0,13
2d Nedostatek politické podpory	18,8	3	0,75
2e Nedostatek kvalifikovaných pracovníků	68,8	11	-0,81
3a Náklady na realizaci	56,3	9	-0,63
3b Vlastnické poměry	75,0	12	-1,31
3c Financování HDV	56,3	9	-0,69
4a Přírodní limity	37,5	6	0,25
4b Technické limity	31,3	5	0,19

Vysvětlivky: počet respondentů 16, kvantifikace podle Likertovy škály: určitě není problém +2, spíše není problém +1, neutrální postoj 0, spíše je problém -1, určitě je problém -2. Zdroj: vlastní výzkum

s investorem během výstavy až po správu nově zastavěného území. Konkrétně byly zmiňovány problémy spojené s nezávazností koncepčních dokumentů, případně jejich jen pomalou novelizací v kontrastu s potřebou měnit systém HDV zásadnějším způsobem. Na druhou stranu přitom respondenti potvrzovali, že existuje na úrovni municipalit i krajských úřadů politická podpora transformačnímu procesu – zejména deklarovanému jako zavádění modro-zelené infrastruktury. Institucionální fragmentace je také otázkou možných bariér komunikace mezi jednotlivými úrovněmi veřejné správy. Jako příklady lze uvést nesoulad mezi potřebami obcí a nabídkou dotační podpory z národní úrovně nebo plánováním koncepčních řešení z krajské úrovně a nedostatečnou personální kapacitou a odbornou připraveností tato řešení realizovat, zejména v případě malých měst a obcí.



Obr. 3.1 Identifikace bariér a limitů zavádění systémů HDV na rozvojových plochách měst podle Likertovy škály (určitě není problém +2, spíše není problém +1, neutrální postoj 0, spíše je problém -1, určitě je problém -2), n = 16. Zdroj: vlastní výzkum

Chybějící nebo slabé společné cíle a nedostatky v integrovaném plánování rozvoje území jsou uváděny jako významná překážka realizace zelené infrastruktury na evropské úrovni (ESPON, 2020). V námi provedených rozhovorech na základě české praxe bylo zmiňováno, že chybí promyšlení návaznosti etap rozvoje tak, aby HDV tvořilo v území funkční systém. To je ovšem dobře možné, pokud má město kapacity zpracovávat a využívat vlastní oborové koncepční dokumenty, jako je například generel odvodnění, koncepce odtokových poměrů, generel modro-zelené infrastruktury nebo plán odvádění extrémních srážek. Tyto dokumenty však vznikají zatím zejména na úrovni velkých měst, kde existují odbory plánování a rozvoje. Územní plány nejsou ze své definice účelu a podrobnosti dostatečným koncepčním dokumentem k plánování systému HDV.

V mnoha detailech jsou ještě rezervy v legislativě. Respondenti uváděli například nedořešenou otázku podmínek vypouštění vody do recipientů či otázku využití vody pro zálivku. Prostorové možnosti řešení HDV by podpořilo legislativní zrovnoprávnění s požadavky a limity technické infrastruktury.

Respondenti z řad projektantů uvádějí jako problém řešení individuální výstavby, kde nelze vhodně koordinovat dílčí opatření pro hospodaření se srážkovými vodami ze střech novostaveb a jejich akumulaci ve veřejném prostranství. Tato překážka vyplývá z vlastnických poměrů a legislativní odpovědnosti jednotlivých stavitelů v případě, že lokalita není zastavována jedním investorem podle komplexní územní studie a teprve následně dochází k dělení vlastnictví pozemků.

3.2.3 Percepční bariéry

Rozhovory také potvrdily, že proces implementace HDV doprovází řada nejistot ohledně instalace a provozu nových technologických prvků (Tab. 3.2, Obr. 3.1). Zatím u nás existují jen časově omezené zkušenosti s fungováním prvků HDV (např. zelených střech či vsakovacích systémů) v delším časovém horizontu. Tato nedůvěra potom přináší komplikace při předávání systémů HDV realizovaných na veřejných prostranstvích do správy města. Například se jedná o otázky správné údržby odvodnění a její nákladnosti nebo také o problém omezení vitality vegetačních prvků v souvislosti se zasolením přitékající vody z komunikací v zimě či omezení prostorovými limity kořenových systémů.

Respondenti, kteří se zabývají osvětou a propagací decentralizovaných systémů HDV nebo modro-zelené infrastruktury, pocítují ve společnosti stále značné mentální bariéry. Zmiňují, že klíčem k řešení je osvěta a výchova směrem k chápání souvislostí a odpovědnosti. Velkou roli v tom podle jejich názoru plní realizace systémů HDV, které buď ukazují příklady dobré praxe, nebo naopak mohou prohloubit nedůvěru v nové technologie HDV, pokud jsou realizace problematické nebo nejsou v souladu s deklarovanými plány. Nedostatek dlouhodobých zkušeností, znalostí a ochoty měnit zavedené postupy je problém citovaný i v zahraniční literatuře (ESPON, 2020; O'Donnell a kol., 2017; Dhakal & Chevalier, 2017; Wihlborg a kol., 2019, Sarabi a kol., 2020). V širším rámci je to otázka překonání nedůvěry v nový systém, spojená s obecnějším přijímáním reakce na klimatickou změnu (Fedele a kol., 2019). Podle výzkumů českého veřejného mínění (Krajhanzl a kol., 2021) lze u veřejnosti najít větší podporu pro adaptační opatření, která se snaží řešit jejich bezprostřední problémy. Nadpoloviční většina obyvatel podporuje vytváření prvků zadržujících vodu v krajině, ale nejednotné postoje vyjadřuje k přechodu na uhlíkově neutrální energetiku (Krajhanzl a kol., 2021). V oblasti HDV a modro-zelené infrastruktury jsou lépe přijímána opatření, která pomáhají řešit nedostatek vody v období sucha nebo zlepšují pobytové prostředí veřejných prostranství (Krajhanzl a kol., 2021).

3.3 Přehled nástrojů prosazování zavádění systémů HDV na rozvojových plochách

Přehled bariér zavádění HDV se stal východiskem sestavení přehledu možných nástrojů, jak efektivní systémy HDV prosazovat na nových rozvojových plochách měst. Přehled vznikl na základě rozboru dosavadních poznatků domácí (Vítek a kol., 2018; Sýkorová a kol., 2021; Stránský a kol., 2021a; Dostal & Petrů, 2019) a zahraniční odborné literatury (např. WEF, 2014; Dhakal & Chevalier, 2017; Slaney, 2017; Liberalesso a kol., 2020). Některé části přehledu byly odvozeny na základě zkušeností z modelových pilotních lokalit a konzultací se zástupci veřejné správy v rámci řešení projektu (Kopp a kol., 2021c; Kopp a kol., 2021d).

Přehled nástrojů je klasifikován podle obecných kategorií nástrojů ochrany životního prostředí uplatněných v územně plánovacím procesu (Turner a kol., 2002; Vejchodská, 2009), též s využitím některých přehledů zahraničních studií (Liberalleso a kol., 2020; WEF, 2014). Nástroje prosazování byly dále ohodnoceny v rámci vybraných kritérií podle vhodnosti uplatnění na stupnici 0–2: 2 – vhodný (relevantní) nástroj, 1 – částečně vhodný (relevantní), 0 – nevhodný (není relevantní). To umožnilo orientačně porovnávat jednotlivé kategorie nástrojů z hlediska vhodnosti také v grafické podobě (Obr. 3.2, Obr. 3.3). Vhodnost uplatnění byla posuzována na jednotlivých měřítkových úrovních plánování (nadnárodní, národní, městská/obecní, lokální), podle míry ovlivnění aktérů (veřejný investor, soukromý investor, vlastník nemovitosti, uživatel nemovitosti, správce nemovitosti) a podle příslušnosti k jednotlivým fázím procesu změny území (plánovací, realizační, provozní).

Kategorie nástrojů byly též ohodnoceny podle vhodnosti uplatnění na jednotlivých typech rozvojových ploch (Kopp a kol., 2022c). Inspirací ke stanovení typologie funkčních ploch byly zahraniční metodiky HDV, případně metodiky adaptace na klimatické změny nebo rozvoj modro-zelené infrastruktury (Woods-Ballard a kol., 2015; Faltermaier a kol., 2016; Simperler a kol., 2018 apod.).

Komplexní přehled nabízí 18 položek skupin nástrojů pro výběr veřejné správy (Tab. 3.3). Přehled typů nástrojů je rozdělený na kategorie nástrojů (1) normativní, (2) koncepční, (3) koordinační a organizační, (4) ekonomické a (5) dobrovolné a etické.

Nejvíce zastoupené jsou nástroje kooperační a organizační, které s ohledem na zaměření pro veřejnou správu mají velké možnosti uplatnění v praxi. Pro veřejnou správu je důležité také uplatnění koncepčních přístupů ve formě oborových generelů tematicky spojených s HDV nebo zapracováním problematiky HDV do strategických plánů měst (Ježek a kol., 2015). Ekonomické nástroje jsou zastoupeny čtyřmi skupinami nástrojů, ale jejich uplatnění v praxi je často vázáno na národní nebo nadnárodní úroveň.

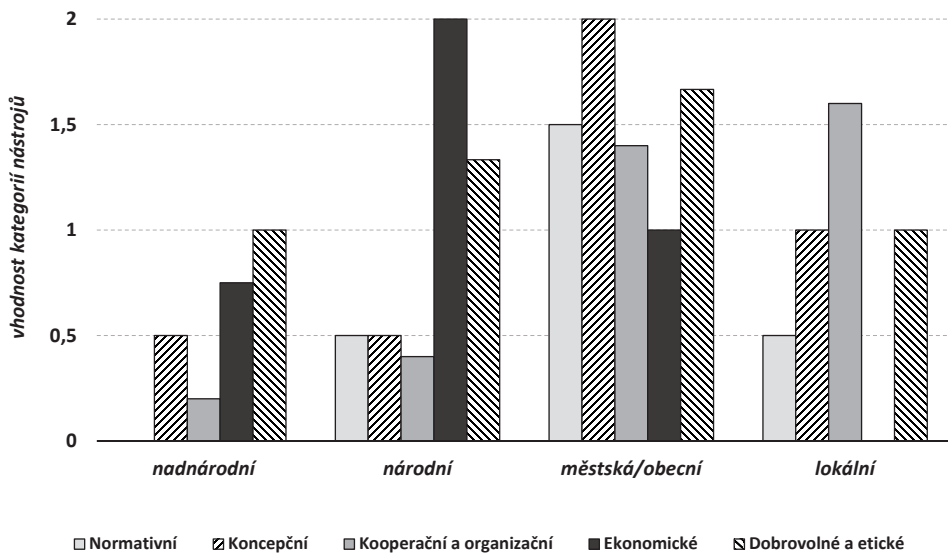
Přehledy ukazují diferenciaci kategorií nástrojů a také určité deficity portfolia nástrojů v některých oblastech. Kategorie nástrojů dobře pokrývají možnosti zavádění z pozice městské/obecní správy. Na národní úrovni jsou významné ekonomické nástroje, na městské a obecní úrovni jsou nejvýznamnější koncepční nástroje nebo podpora dobrovolných a etických nástrojů. Nástroje obecně nejvíce působí ve fázi plánování záměru. Ovlivnění tedy směřuje především na investory, částečně na vlastníky nemovitostí. Uplatnění nástrojů v jednotlivých typech rozvojových území je odrazem podílu privátního sektoru na investici, výstavbě a provozu areálů (Kopp a kol., 2022b).

Lze samozřejmě diskutovat o zařazení jednotlivých nástrojů do uvedených pěti kategorií. V některých případech je možné mluvit o smíšeném přístupu, resp. uplatněním nástrojů ve více kategoriích. Například environmentální parametry ploch mohou sloužit jak normativním požadavkům na rozvoj území (Maier, 2012; Mattanovich a kol., 2018; Szulczewska a kol., 2014), ale také být součástí koncepčních a strategických cílů nebo kritériem pro certifikaci v rámci zeleného marketingu (Juhola, 2018; Dostal & Petrů, 2019). Jiným příkladem je zařazení forem spolupráce s investory, která může být v rovině ekonomických kompenzací, zeleného marketingu nebo úpravy normativních požadavků (regulativů) rozvoje území.

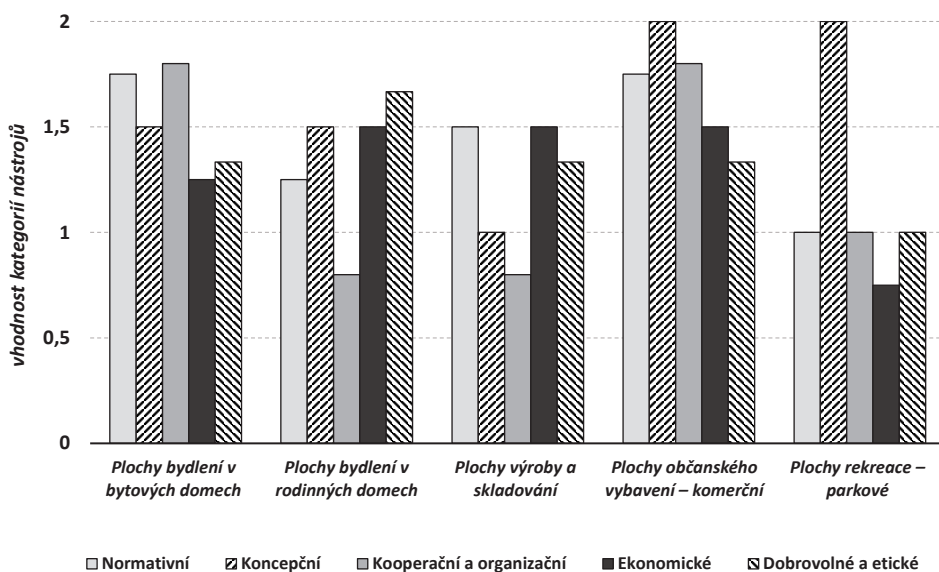
Tab. 3.3 Přehled nástrojů prosazování HDV na rozvojových plochách

Kategorie	Skupina nástrojů	Příklady nástrojů
Normativní	01 Technické normy a právní předpisy	TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami, ČSN 75 9010 Vsakovací zařízení srážkových vod, ČSN 75 6101 Stokové sítě a kanalizační přípojky, TP 83 Odvodnění pozemních komunikací, ČSN 75 6261 Dešťové nádrže
	02 Městské standardy	městské standardy HDV, manuál veřejných prostranství, standardy kanalizační sítě
	03 Územní plánování	územní plán, regulační plán, územní studie, krajinný plán
	04 Environmentální parametry ploch	maximální specifický odtok, koeficient zeleně, koeficient modro-zelené infrastruktury, Biotope Area Factor, Helsinkí Green Factor
Koncepční	05 Oborové generely	generel odvodnění, koncepce odtokových poměrů, generel modro-zelené infrastruktury, plán odvádění extrémních srážek, generel veřejných prostranství
	06 Strategické plány	plán zavádění HDV, strategie adaptace na klimatickou změnu, klimatický plán
Kooperační a organizační	07 Pravidla pro investory	zásady pro spolupráci s investory, plánovací smlouvy
	08 Funkce koordinátora	městský koordinátor HDV, koordinátor modro-zelené infrastruktury, městský inženýr
	09 Participativní procesy	komunikace s veřejností, zapojování veřejnosti, pocitové mapování
	10 Řízení projektů	řízení nákladů a procesů na straně uživatele v kontextu dlouhodobé udržitelnosti, facility management, nefinanční reporting
	11 Spolupráce se soukromým sektorem	PPP projekty, smlouvy o údržbě
Ekonomické	12 Přímá veřejná podpora	granty, dotace – národní programy, Evropské strukturální a investiční fondy (ESIF), unijní programy, finanční mechanismy EHP a Norska
	13 Daňové úlevy	snížená sazba DPH, osvobození od daně z příjmů nebo od daně z nemovitých věcí
	14 Zelené bankovní produkty	kapitálové a dluhové nástroje, garance kapitálové investice, cenové garance, úvěrové záruky a rizikový kapitál, zelené dluhopisy
	15 Poplatky	poplatek za odvádění dešťových vod a jeho výjimky, snížení vodného nebo stočného
Dobrovolné a etické	16 Poradenství	konzultační střediska, odborné poradenství
	17 Environmentální osvěta	osvětové projekty, environmentální vzdělávání a výchova, příklady dobré praxe
	18 Zelený marketing a certifikace	certifikace budov, certifikace firem, marketing lokalit

Zdroj: vlastní zpracování na základě zdrojů citovaných v textu



Obr. 3.2 Porovnání vhodnosti kategorií nástrojů podle administrativní úrovně zavádění. Zdroj: vlastní zpracování na základě Kopp a kol. (2022c)

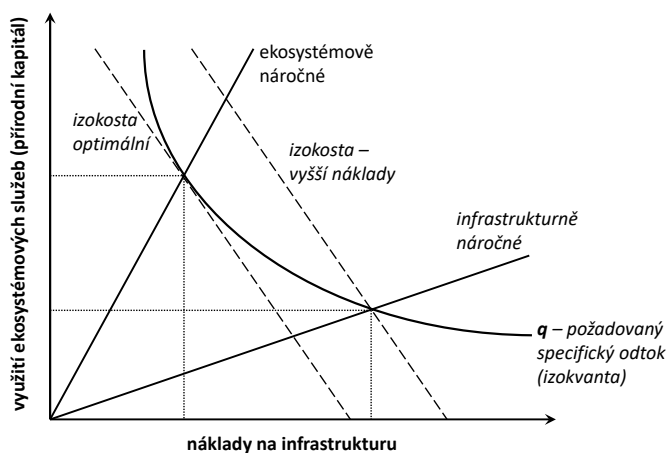


Obr. 3.3 Porovnání vhodnosti kategorií nástrojů podle typu rozvojové plochy. Zdroj: vlastní zpracování na základě Kopp a kol. (2022c)

3.3.1 Ekonomické nástroje prosazování HDV

Klimatická změna a její dopady na vodní režim městské krajiny zvyšují potřebu vhodných ekonomických nástrojů pro efektivní hospodaření s dešťovou vodou (Datel a kol., 2021; Kopp a kol., 2021c; Kopp & Marval, 2021; Rosenberger a kol., 2021; Vitek a kol., 2015). V současné době existuje několik potenciálních ekonomických nástrojů prosazování HDV, přičemž jmenovat lze například přímou veřejnou podporu, daňové úlevy, zelené bankovní produkty či poplatkovou politiku. Uvedené nástroje však naplňují různé funkce, například zmíněné poplatky naplňují zejména fiskální funkci a potenciál motivační či alokační lze považovat za velmi nízký (Mze, 2023). Poměrně hojně je podporováno různými strategickými dokumenty jak na úrovni České republiky, tak Evropské Unie, využívání přímé veřejné podpory, která hraje zásadní roli v ekonomických nástrojích z hlediska finančního rozsahu. V kontextu ekonomických nástrojů však nelze zapomínat i na potřebu metodické podpory a motivaci subjektů (Hejduková & Kureková, 2022).

Důležitým aspektem pro zavádění opatření pro efektivní HDV a s tím spojené efektivní financování je nutná komunikace a spolupráce samosprávy, vodohospodářů, územního plánování a samozřejmě diskuse mezi lokální a centrální úrovní státní správy. Efektivní HDV má totiž řadu pozitivních efektů, jak v první řadě environmentálních, tak sociálních a ekonomických. Často se v této souvislosti hovoří o ekosystémových službách, které jsou definovány jako veškeré přínosy s pozitivním vlivem na vnímanou kvalitu života, kterou společnost čerpá z přírody, v kontextu HDV se jedná zejména o vodní prvky či zeleň v obcích a městech (více například ČVUT UCEEB & UJEP IEEP, 2021). Efektivní HDV je často spojováno s implementací modro-zelené infrastruktury (více Hekrlé & Macháč, 2020; Macháč a kol., 2019; Wihlborg a kol., 2019; CzWA, 2019; Vitek, 2018; Vitek a kol., 2015).



Obr. 3.4 Výběr řešení systému HDV jako optimalizace nákladů na infrastrukturu a využití přírodního kapitálu. Zdroj: adaptováno podle Thurston (2019)

Do optimalizace řešení systému HDV je na nákladové straně vhodné zahrnovat nejen využití finančních prostředků na vybudování infrastruktury, ale také přínosy přírodního kapitálu, který se projevuje poskytováním ekosystémových služeb (například retenční účinek lesa nebo mokřadu) (Obr. 3.4). K dosažení cílové hodnoty, například požadovaného specifického odtoku z území, pak lze buď využít řešení, které preferuje finanční investici do centralizované infrastruktury odvodnění (infrastrukturně náročné řešení) nebo řešení, které převážně využívá přírodní kapitál území, podpořený investicí do modro-zelené infrastruktury. Investice do modro-zelené infrastruktury představuje ekosystémově náročné řešení, které je založeno na systému decentralizovaných přírodních nebo přírodě blízkých prvků. Užitek potom přináší nejen finanční investice do infrastruktury (modro-zelené, případně hybridní či smíšené), ale také podpořené ekosystémové služby podmíněné přírodním kapitálem. Jak ukazuje Obr. 3.4, optimální výběr řešení směřuje právě k využití přírodního kapitálu, ovšem v závislosti na sklonu křivky izokosty. Při jiném poměru mezi účinkem investice do infrastruktury a účinkem přírodního kapitálu může vést optimalizace řešení ve prospěch investice do infrastruktury. Efektivita řešení tedy závisí na schopnosti investovat do modro-zelené infrastruktury s nejvyšší dostupnou úrovní ekosystémových služeb. To potvrzují i případové studie porovnávající finanční náklady na přírodě blízká řešení a jejich přínosy v rovině ekosystémových služeb (Macháč a kol., 2023).

V praxi urbanizovaných území jsou přírodní kapitál území a kvalita jeho ekosystémových služeb významně degradovány. Využití přírodního kapitálu je potom podmíněno vytvářením nových přírodě blízkých prvků urbanizované krajiny. Náklady na budování prvků modro-zelené infrastruktury se potom mohou jevit jako vyšší, než jsou náklady řešení konvenčním systémem nakládání se srážkovými vodami, který je již ve městech historicky založen. Řešení konvenčním systémem nakládání se srážkovými vodami ovšem přináší negativní externality, například nezahrnuje škody způsobené znečištěním vodních toků z odlehčovacích komor jednotné kanalizace, omezení termoregulační schopnosti městské krajiny nebo snižování dostupnosti podpovrchové vody. Je třeba vzít v úvahu, že optimalizujeme řešení nejen ve vztahu k cílovému odtoku z území, ale také ve vztahu k dalším požadavkům na urbanizované prostředí (omezení teplotního stresu, jeho pobyťová kvalita, biodiverzita městské krajiny). Celková optimalizace by proto měla zahrnovat i další aspekty variant HDV, a tedy sumarizovat přínosy dalších ekosystémových služeb přírodě blízkých prvků modro-zelené infrastruktury, nejen požadovaný hydrologický účinek na odtoku jako cílovou hodnotu optimálního řešení.

Postavení ekonomických nástrojů (Tab. 3.3), v portfoliu všech kategorií nástrojů prosazování HDV se jeví jako relativně velmi významné (Obr. 3.2). Jednotlivé nástroje jsou v oblasti přímé podpory, daňových a poplatkových úprav nebo v možnostech uplatnění zelených bankovních produktů (FBB, 2014; Dostál, 2017). Městské a obecní správy mají při výběru ekonomických nástrojů spíše omezené možnosti, protože je řada z nich (zejména daňové a poplatkové) vázána na národní legislativu (Vejchodská, 2019). V oblasti zelených bankovních produktů u nás chybí nabídka regionálně/lokálně orientovaných finančních produktů v ČR. Je to důsledek obecně nerozvinuté spolupráce finančního sektoru a místní veřejné správy.

Komunální politika může zavádět přímou finanční podporu vlastním systémem grantů, nebo využívat státní dotační tituly a jejich administrativu k podpoře formou přidané finanční spoluúčasti na dotované investice. Analýze přímé veřejné podpory, jako zásadního nástroje podpory HDV ze strany státu, je věnována pozornost v další podkapitole.

V České republice se zatím neuvažuje u zavedení obchodovatelných povolení v oblasti HDV (Fu a kol., 2019), zelených bonusů nebo platby za ekosystémové služby (Macháč a kol., 2017; Sarabi a kol., 2020; Dhakal & Chevalier, 2017; Liberalesso a kol., 2020) Zavádění těchto ekonomických nástrojů by mohlo pomoci odstranit některé bariéry prosazování HDV, které vznikají ve vztahu mezi veřejnou správou a investory (Hlaváček & Foglar 2021; Vítek, 2018).

V kategorii kooperačních nástrojů jsou příkladem smluvní spolupráce veřejného a soukromého sektoru projekty PPP (Public-Private Partnerships). PPP se definuje jako dlouhodobý smluvní vztah mezi veřejným a soukromým subjektem, přičemž soukromý subjekt vynakládá vlastní zdroje a nese část rizika spojeného s investicí (Evropský účetní dvůr, 2018). Nejčastější formou PPP je smlouva typu DBFMO (Design-Build-Finance-Maintain-Operate), která partnerovi ze soukromého sektoru svěřuje všechny fáze projektu od návrhu po výstavbu, provozování a údržbu infrastruktury, včetně získávání finančních prostředků. PPP zahrnuje soukromé financování, výstavbu a správu objektu výměnou za příslib budoucích plateb z veřejného sektoru nebo příslib koncese na vybírání poplatků ze poskytované služby (Evropský účetní dvůr, 2018).

PPP lze využít například při řešení výstavby parkovacích domů s uplatněním zásad HDV. Zde je možnost využít kombinace soukromého kapitálu s dotacemi z evropských fondů z příslušných regionálních operačních programů. V zahraničí fungují dále například PPP projekty výstavby administrativních budov. V České republice ovšem nejsou PPP projekty příliš rozšířeny a na příkladech ze zahraničí je možné ukázat některé problematické aspekty uvedeného modelu spolupráce mezi veřejným a soukromým sektorem (Ježek a kol., 2020).

Podrobně bylo provedeno vyhodnocení využívání přímé podpory v České republice s důrazem na přímou veřejnou podporu, která je v gesci MŽP v oblasti HDV, otevření diskuse a stanovení možných dopadů přímé podpory v kontextu HDV na našem území. Přímá veřejná podpora může mít formu grantu, dotace nebo subvence a v kontextu HDV je jejím cílem podpora projektů, díky kterým dochází ke zlepšení životního prostředí, zde konkrétně využívání vhodných opatření a nástrojů pro efektivní HDV a zajištění kvalitního prostředí pro život. Přímá veřejná podpora rozšiřuje možnosti realizace vhodných opatření jak z hlediska rozsahu, kvality tak času. Jinými slovy přímá veřejná podpora zde hraje roli ekonomického nástroje, který zajišťuje, aby možné zlepšení životního prostředí, HDV bylo vůbec možné realizovat či ve větší kvalitě, větším rozsahu nebo v kratším časovém horizontu (Hejduková & Kureková, 2022).

Na základě rozboru překážek a příležitostí zavádění HDV do praxe byl sestaven komplexní přehled nástrojů prosazování HDV z pohledu veřejné správy. Zde představený přehled je podrobně zpracován do *Katalogu opatření efektivního hospodaření se srážkovou vodou na rozvojových plochách urbanizovaných území* (dostupné na <https://www.fzp.czu.cz/rwm>). Využití komplexního přehledu souvisí s požadavky a konkrétními fázemi rozvoje území od strategického plánování přes aktualizaci územního plánu, stanovení vhodných nástrojů prosazování, tvorbu územní studie až po projektovou přípravu, vlastní realizaci a udržitelnou správu systému HDV. Nástroje jsou prioritně určeny pracovníkům veřejné správy odborů životního prostředí, vodního hospodářství a územního plánování. Ekonomické nástroje se přitom stávají důležitým prvkem prosazování vhodného opatření HDV. Návrh systému HDV musí respektovat také ekonomickou stránku variant řešení. Ekonomická optimalizace by přitom měla zahrnovat i přínosy ekosystémových služeb přírodě blízkých prvků modro-zelené infrastruktury.

3.4 Přímá podpora HDV v České republice

3.4.1 Vybrané koncepční dokumenty a přímá podpora

V roce 2023 byla schválena *Koncepce ochrany před následky sucha pro území České republiky na období 2021–2027*¹ (gestor MZe). HDV je zmiňováno v souvislosti s celou řadou opatření, přičemž stěžejní je opatření „Podpora hospodaření se srážkovými vodami“ a pro účinné zavádění tohoto opatření je dle MZe mj. nutné vytvořit motivační prostředí a cíleně poskytovat ekonomickou a metodickou podporu.

Opatření na podporu hospodaření se srážkovými vodami jsou dále podrobně zpracována v *Národním akčním plánu adaptace na změnu klimatu*² (NAP AZK – gestor MŽP). Pro podporu realizace opatření tohoto akčního plánu se mají využívat i nadále ekonomické nástroje, stávajícími ekonomickými nástroji byly především dotace, dotační tituly a podpory. Těmito nástroji jsou národní programy prostřednictvím nichž jsou finanční prostředky na podporu adaptačních opatření poskytovány ze státního rozpočtu. Komplementárně k těmto programům jsou pak nastaveny intervence programů, které čerpají finanční prostředky z EU fondů (zejména Evropského fondu pro regionální rozvoj a Fondu soudržnosti). Z komunitárních nástrojů (financovaných přímo z rozpočtu EU) je třeba zmínit především programy Horizon Europe a LIFE.

¹ [https://eagri.cz/public/web/mze/voda/zvladani-sucha-a-stavu-nedostatku-vody/koncepce-ochrany-pred-nasledky-sucha-pro/koncepce-ochrany-pred-nasledky-sucha-pro.html](https://eagri.cz/public/web/mze/voda/zvladani-sucha-a-stavu-nedostatku-vody/koncepce-ochrany-pred-nasledky-sucha-pro/koncepce-ochrany-pred-nasledky-sucha-pro)

² Akční plán rozpracovává rámec opatření pro roky 2021–2025 uvedený v adaptační strategii do konkrétních úkolů, kterým přiřazuje gesci, termíny plnění, relevanci opatření k jednotlivým projevům změny klimatu a zdroje financování.

Novým zdrojem financování adaptačních opatření je tzv. *Národní plán obnovy* (NPO) z prostředků unijního fondu RRF (Recovery and Resilience Facility), který má členskými státy pomoci řešit hospodářské a sociální dopady pandemie koronaviru. V rámci tohoto plánu má být financována tzv. komponenta „Podpora biodiverzity a boj se suchem“, v rámci této komponenty by se měly realizovat investice do hospodaření se srážkovými vodami v městských aglomeracích. Kromě využívání stávajících ekonomických nástrojů existuje možnost využívat i perspektivní ekonomické nástroje jako pojištění či platby za ekosystémové služby.

3.4.2 Přehled přímé podpory v ČR

V tabulce 3.4 je zpracován přehled dotačních titulů, které jsou svázány s problematikou HDV, a dále jsou uvedeny příklady možných žadatelů o tuto podporu.

I. Finančních zdroje EU pro období 2021–2027

Základním pilířem, ze kterého vychází potřeba finanční podpory vybraných aktivit, je politika soudržnosti³ Evropské unie, která se mimo jiné podílí na zlepšování kvality života, kam HDV naprosto bez diskuse patří. Politika soudržnosti plní politické priority Evropské unie, mezi jejíž priority se pro roky 2021–2027 řadí zelená transformace a řešení problémů v kontextu klimatických změn. Nejvíce viditelným nástrojem politiky soudržnosti v České republice je přímá podpora plynoucí z Evropských fondů, kdy Evropské fondy podpořily velké množství široké palety projektových záměrů jak na úrovni soukromých podniků, neziskových organizací, tak municipalit. Zde má důležité postavení například Operační program Životní prostředí, který jako zásadní témata v kontextu HDV uvádí ochranu a zlepšení stavu vody a vodního hospodářství či řešení sucha a povodňovou prevenci (více MMR, 2022a).

Operační program Životní prostředí 2021–2027 (OP ŽP) je základním dotačním programem v oblasti ochrany životního prostředí. V rámci tohoto operačního programu bylo definováno 6 specifických cílů, které mají být podpořeny, přičemž za nejvíce relevantní směr k podpoře HDV lze považovat specifický cíl 1.3. Adaptace na změnu klimatu, v rámci které je podporována aktivita 1.3.4 Realizace opatření ke zpomalení odtoku, pro vsak, retenci a akumulaci srážkové vody, zelené střechy, opatření pro využití šedé vody a řízenou dotaci podzemních vod.

Operační program spravedlivá transformace (OP ST) je další program v gesci MŽP, cílem podpory je umožnit regionům a lidem řešit sociální, hospodářské a environmentální dopady transformace, která je zaměřena na dosažení cílů Unie v oblasti energetiky a klimatu pro rok 2030 a klimaticky neutrálního hospodářství Unie do

³ Politika soudržnosti je strategie Evropské unie usilující o prosazování a podporu „celkového harmonického rozvoje“ členských států a regionů. Cílem politiky soudržnosti, která je zakotvena ve Smlouvě o fungování Evropské unie (čl. 174), je posílení ekonomické a sociální soudržnosti vyrovnáváním rozdílů v míře rozvoje různých regionů. Tato politika se zaměřuje na klíčové oblasti, které EU pomohou čelit výzvám 21. století a zachovat si konkurenceschopnost v globálním měřítku.

Tab. 3.4 Přehled přímé podpory s vazbou na HDV a příklady žadatelů

		Gesce	Příklady žadatelů				
			obce města kraje	vysoké školy výzkumné instituce	podnikatelské subjekty malé a střední podniky	nestátní neziskové organizace	domácnosti soukromé osoby
Finanční zdroje EU							
Operační program Životní prostředí 2021–2027 (OP ŽP)	Evropský fond pro regionální rozvoj	MŽP	x	x	x	x	
Operační program spravedlivá transformace (OP ST)		MŽP	x	x	x	x	
Integrovaný regionální operační program 2021–2027 (IROP)		MMR	x	x	x	x	
Operační program technologie a aplikace pro konkurenceschopnost (OP TAK)		MPO		x	x		
Nová zelená úsporám Dešťovka	Národní plán obnovy/ Modernizační fond	MŽP	x				x
Horizont Evropa	Unijní programy	MŠMT		x	x	x	
LIFE		MŽP		x	x		
		Gesce	Příklady žadatelů				
			obce města kraje	vysoké školy výzkumné instituce	podnikatelské subjekty malé a střední podniky	nestátní neziskové organizace	domácnosti soukromé osoby
Národní programy							
Národní program Životní prostředí		MŽP	x	x	x	x	
Program obnovy přirozených funkcí krajiny		MŽP					
Podpora opatření pro zmírnění dopadů sucha – projektová příprava a realizace nezbytných investic		MZe	x		x		
Program Prostředí pro život	Národní programy výzkumu, vývoje a inovací	MŽP (TA ČR)		x	x		

Zdroj: vlastní zpracování

roku 2050. Podpora z tohoto OP je určena pouze pro tři územní celky, jimiž jsou Karlovarský, Moravskoslezský a Ústecký kraj. Ačkoliv tento program není přímo zaměřen na podporu HDV bylo by zde možné podpořit např. projekty s inovativními řešeními hospodaření s dešťovou vodou.

Integrovaný regionální operační program 2021–2027 (IROP) má v gesci MMR a je určen pro zlepšování a zvyšování kvality života obyvatel ve 13 krajích ČR (vyjma Prahy). Výjimku tvoří velké systémové projekty institucí (např. registry nebo software), které sídlí v hlavním městě, ale projekty mají dopad na celou zemi, některé projekty pražských nemocnic a nově také projekty v rámci nové oblasti zelená infrastruktura měst a obcí.

Operační program technologie a aplikace pro konkurenceschopnost (OP TAK) je program, jehož řídicím orgánem je MPO. V rámci tohoto programu má být podpořeno pět oblastí, jednou z nich je Efektivnější nakládání se zdroji, v rámci které jsou alokovány prostředky mj. na jímání, akumulaci a využívání dešťové vody.

Nová zelená úsporám je program MŽP administrovaný Státním fondem životního prostředí ČR. Tento program navazuje na poměrně úspěšný program Zelená úsporám, který přispěl na energetické úspory více než 74 tisícům příjemců, a to celkem 16 miliardami korun. Od roku 2021 byly prostředky na program Nová zelená úsporám poskytovány nejprve z Národního plánu obnovy, od konce roku 2022 je program financován z Modernizačního fondu. Fond podporuje investice do modernizace energetiky v regionu Východní Evropy. Nová zelená úsporám je zaměřena na úspory energií v rodinných a bytových domech, což souvisí i s HDV, konkrétně jsou podporována tato opatření: akumulací nádrže na zachytávání dešťové vody a zelené střechy. Od září 2021 byl do tohoto schématu začleněn dotační program **Dešťovka**, který byl nejprve vyhlášen v rámci Národního programu Životní prostředí. Cílem programu je motivovat vlastníky a stavebníky rodinných a bytových domů v celé ČR k udržitelnému a efektivnímu hospodaření s vodou a snížit tak množství odebírané pitné vody z povrchových a podzemních zdrojů. Mezi lety 2016–2021 byly vypláceny dotace na dvě oblasti: 1.5.B Akumulace a využití srážkových vod v segmentu obytných domů a 1.5.C Akumulace a využití vyčištěné odpadní vody v segmentu obytných domů. Každá z těchto oblastí má dvě aktivity: 1.5.B.1 Systémy pouze pro zálivku; 1.5.B.2 Komplexní systémy pro využití srážkové vody jako vody užitkové; 1.5.C.1 Systémy pro využití vyčištěné odpadní vody bez využití srážkových vod a 1.5.C.2 Systémy pro využití vyčištěné odpadní vody s využitím srážkových vod.

Horizont Evropa je rámcový program Evropské unie pro výzkum a inovace na období 2021–2027. Cílem tohoto programu je posílit vědeckotechnickou základnu EU, mimo jiné rozvojem řešení politických priorit, jako je ekologická a digitální transformace. Program rovněž přispívá k dosažení cílů udržitelného rozvoje a podporuje konkurenceschopnost a růst, kam patří i výzkumné a inovativní projekty, které míří na řešení problematiky HDV. Je nutné podotknout, že tento program je určen příjemcům podpory z výzkumného a vývojového prostředí, nicméně výsledky těchto projektů mohou být významné z hlediska dalšího rozvoje technologií a řešení pro zavádění opatření HDV (více Evropská rada, 2023).

Program LIFE je unijní finanční nástroj pro oblast životního prostředí a klimatu. Žadatelem o podporu může být každá právnická osoba se sídlem v EU. U projektů

LIFE je základním rysem inovativnost a kreativita při praktickém řešení environmentálního problému, na který se projekt zaměřuje. Do této množiny spadají i projekty týkající se HDV. Tyto projekty tak poskytují příležitost pro propojení výzkumné sféry a byznysu, dále dávají možnost testovat prototypní/inovativní řešení v reálných podmínkách a uplatnit výsledky projektu na trhu.

II. Národní programy

A. Gesce MŽP

Ochrana životního prostředí a rozvoj nových trendů a postupů v dané oblasti spadá do gesce MŽP, proto jsou dále představeny konkrétní programy poskytující přímou podporu na úrovni MŽP (MMR, 2022b; MŽP, 2022a; MŽP, 2022b).

Národní program Životní prostředí (NPŽP)⁴ je financován z prostředků SFŽP ČR. Poslední schválená verze má definováno celkem 9 oblastí, přičemž pro analýzu podpory HDV je důležitá prioritní oblast č. 1 „Voda“, dále oblast 1.5. Udržitelné a efektivní hospodaření s vodou v obcích a aktivity: 1.5.A – Akumulace a využití srážkových vod u obytných domů a jiných typů budov; 1.5.B – Akumulace a využití odpadních vod vyčištěných na požadovanou kvalitu na území obce nebo u obytných domů a jiných typů budov na území obce se nacházejících; 1.5.C – Akumulace a zpracování kalů vznikajícího při čištění odpadních vod k jeho dalšímu využití; 1.5.D – Projektová příprava pro projekty zaměřené na hospodaření se srážkovou vodou. V rámci NPŽP je dále definována prioritní oblast č. 7: Inovativní a demonstrační projekty, přičemž co se týká HDV je relevantní oblast 7.1 Podpora inovativních a demonstračních projektů s pozitivním dopadem na životní prostředí a 7.1.A – Voda.

Program obnovy přirozených funkcí krajiny je určen na realizaci opatření vyplývajících z plánovacích a koncepčních dokumentů, a dále je podpora zaměřena na opatření přispívající k adaptaci krajiny na změnu klimatu. Program je členěn na 6 podprogramů, přičemž jeden z nich je zaměřen na podporu Adaptace vodních ekosystémů na změnu klimatu.

B. Gesce MZe

Podpora opatření pro zmírnění dopadů sucha – projektová příprava a realizace nezbytných investic je program, který reaguje na potřebu řešení nedostatku vodních zdrojů v důsledku dlouhodobých období sucha. Hlavním cílem programu je realizace průzkumných prací pro dokončení projektové přípravy pro plánovaná a související opatření v oblastech postihovaných suchem a realizace investic a přípravných prací souvisejících s plánovanou výstavbou vodního díla, které je nutné realizovat

⁴ V roce 2021 byl NPŽP rozšířen o podporované aktivity financované z dotace poskytnuté SFŽP ČR z Národního plánu obnovy (NPO). Z hlediska podpory hospodaření se srážkovou vodou je nově definována aktivita: 1.5.E – Hospodaření se srážkovými vodami v intravilánu obcí (financováno z NPO). Podporovaná aktivita 1.5.E odpovídá aktivitě 2.9.2 Hospodaření se srážkovými vodami v intravilánu v rámci komponenty NPO 2.9 Podpora biodiversity a boj se suchem

ještě před jeho samotnou výstavbou. V rámci přípravy se nejedná jen o vodní dílo samotné, ale rovněž o soubor vyvolaných a doprovodných investic, změn infrastruktury, změn využití území a provedení opatření zajišťujících dlouhodobé užívání nově vzniklého vodního zdroje a stabilizaci změněných poměrů v území. Žadatelé mohou být státní podniky Povodí a obce dotčené připravovaným vodním dílem.

C. Programy výzkumu, vývoje a inovací

Vláda ČR na návrh Rady pro výzkum a vývoj schválila svým usnesením č. 287 ze dne 26. března 2008 Reformu systému výzkumu, vývoje a inovací v České republice. Cílem této reformy bylo zjednodušit veřejnou podporu VaVal v ČR a snížit tak počet rozpočtových kapitol, proto účelová podpora v případě některých rozpočtových kapitol (tj. včetně MŽP) přešla pod **Technologickou agenturu ČR**. Od roku 2008 TA ČR poskytovala řadu programů podpory aplikovaného VaVal, ve kterých se problematika životního prostředí potažmo HDV objevovala průřezově.

Program Prostředí pro život byl schválen v roce 2019, jehož cílem je přinést nová řešení v oblasti životního prostředí, stabilizovat a rozšířit znalostní základnu, která výrazně přispěje k zajištění zdravého a kvalitního životního prostředí v České republice a k udržitelnému využívání jejích zdrojů, minimalizuje negativní dopady lidské činnosti na životní prostředí včetně dopadů přesahujících hranice státu a podpoří tak zlepšování kvality života v Evropě i v globálním kontextu.

3.4.3 Analýza využití přímé podpory

Následující analýza vychází ze zpracované studie Hejduková & Kureková (2022), která se zabývala přímou podporou aktivit přispívajících k efektivnímu HDV. K analýze přímé podpory byly vybrány programy MŽP jakožto jednoho z hlavních poskytovatelů přímé veřejné podpory. Role MŽP v podpoře HDV je v ČR velmi významná. Vedle tradičních programů přímé veřejné podpory v gesci MŽP byly analyzovány programy potažmo projekty Technologické agentury ČR (TA ČR), která je poskytovatelem účelové podpory na výzkum, vývoj a inovace v gesci MŽP. Do analýzy byly zahrnuty projekty, u nichž byla vyplacena první dotace v období mezi lety 2016–2021, přičemž byla sledována celková podpora na jednotlivá relevantní opatření v rámci vybraných programů přímé veřejné podpory. Do analýzy byly zahrnuty celkem tři programy MŽP: (i) Národní program životního prostředí a (ii) Program Dešťovka a (iii) Operační program Životní prostředí a dále pak zmíněné programy aplikovaného výzkumu, vývoje a inovací TA ČR.

U projektů či dotací je možné mj. sledovat celkovou výši dotace, prioritní oblast podpory, datum proplacení dotace, dále v jakém kraji byla dotace vyplacena a kdo byl příjemce dotace. Jako datové zdroje byly využity údaje o rozhodnutích o dotacích v národních programech, které zveřejňuje MŽP, dále údaje o rozhodnutích o dotacích v operačním programu, které zveřejňuje Ministerstvo pro místní rozvoj a dále byly zkoumány projekty výzkumu, vývoje a inovací, které jsou zveřejňovány v informačním systému výzkumu, vývoje a inovací (IS VaVal).

Na základě dostupných dat byla provedena analýza vyplacených dotací ve výše zmíněných schématech přímé veřejné podpory. V případě národních programů NPŽP a Dešťovka bylo možné přímo sledovat tematické navázání projektů přes dané aktivity. Postup výběru uvedených projektů a dotací v případě OP ŽP a TA ČR byl realizován s využitím klíčových slov: „dešťová“, „srážková“, „hospodaření“ a „management“. Pomocí těchto klíčových slov a jejich modifikací a logických vazeb byly identifikovány projekty OP ŽP a projekty výzkumu, vývoje a inovací (VaVal) podpořené TA ČR, jejichž tematické zaměření se týká oblasti hospodaření s dešťovou vodou.

V následujícím textu jsou prezentovány výsledky analýzy podle jednotlivých titulů přímé veřejné podpory, přičemž hlavní těžiště přímé podpory HDV, které cílí na fyzické osoby, se nachází u Programu Dešťovka, přímá podpora pro obce je pak koncentrována v Operačním programu Životní prostředí 2014–2020. Co se týká inovativních a demonstrativních projektů a projektů VaVal, objevují se v řádu jednotek, nicméně lze považovat za velmi důležité pro udržitelnost životního prostředí, a tedy fungování budoucích generací.

Národní program Životního prostředí (NPŽP)

Z tabulky 3.5 je patrné, že mezi lety 2016–2021 byl v rámci NPŽP největší objem podpory vyplacen v prioritní oblasti Voda, v této prioritní oblasti bylo vyplaceno 12 mld. Kč, tj. 72 % z celkové podpory, přičemž bylo podpořeno přes 2 tis. projektů (Obr. 3.5).

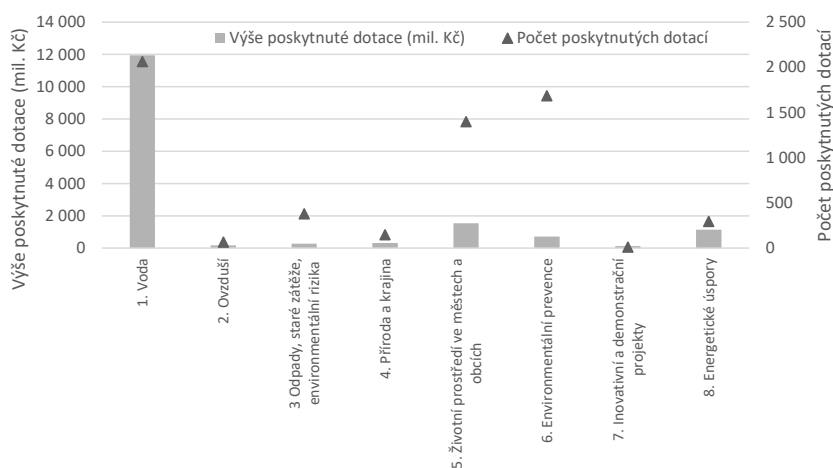
Pokud se podíváme detailněji na podporu aktivit v oblasti 1.5 Udržitelné a efektivní hospodaření s vodou v obcích (viz Tab. 3.6, Obr. 3.6), ukazuje se, že v rámci NPŽP představovala pouze zlomek vyplaceného objemu dotací. Tento opticky nízký podíl na celkové podpoře Prioritní oblasti Voda je dán tím, že v roce 2017 byl vyhlášen Program Dešťovka, kam se přesunulo těžiště přímé veřejné podpory na hospodaření s dešťovou vodou. Data o projektech z NPŽP ukazují, že celkem bylo podpořeno 436 projektů v rámci oblasti 1.5, přičemž největší počet podpořených projektů byl v rámci aktivity 1.5.B, vysoký zájem o tuto aktivitu byl také jedním z důvodů zavedení Programu Dešťovka. Dále je vidět, že podpora aktivit 1.5.A a 1.5.D míří na finančně náročnější projekty, jejichž příjemci jsou především obce.

Program Dešťovka

Jak je uvedeno v tabulce 3.7, mezi lety 2017–2021 v rámci Programu Dešťovka byl největší objem podpory vyplacen v rámci aktivit B1 Systémy pouze pro zálivku a B2 Komplexní systémy pro využití srážkové vody jako vody užitkové (Obr. 3.7). V rámci těchto aktivit bylo podpořeno přes 8.5 tis. projektů v celkové výši 332,3 mil. Kč. O velkém zájmu o toto schéma přímé veřejné podpory ze strany fyzických osob svědčí, že v roce 2017 při vyhlášení 1. výzvy s alokací 100 mil. Kč, během 28 hodin od spuštění výzvy bylo přijato 2 279 žádostí a v případě 2. výzvy vyhlášené taktéž v roce 2017 byla pro vysoký zájem navyšována alokace až na 440 mil. Kč. Nejvyšší objem podpory byl pak vyplacen v letech 2020 a 2021, z tohoto pohledu je patrné, že dochází k časové prodlevě mezi vyhlášením výzvy, podáním žádosti a skutečným vyplacením podpory.

Tab. 3.5 Přehled dotací NPŽP v rámci prioritních oblastí

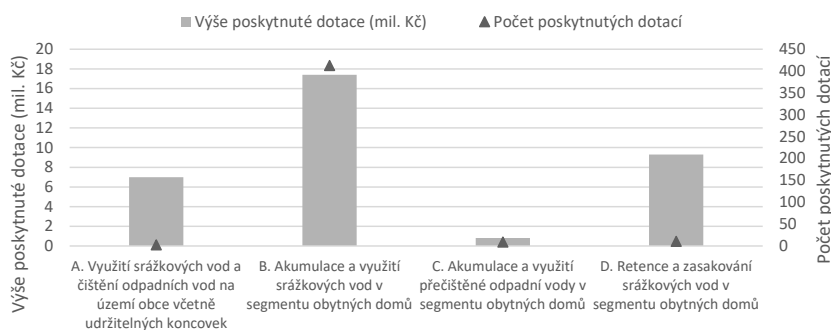
Prioritní oblast	Počet poskytnutých dotací	Výše poskytnuté dotace (mil. Kč)	Podíl na celkové poskytnuté dotaci	Průměrná výše poskytnuté dotace (tis. Kč)	Minimální výše poskytnuté dotace (tis. Kč)	Maximální výše poskytnuté dotace (tis. Kč)
1. Voda	2 066	11 952,8	72 %	5 785,5	9,7	170 148,4
2. O vzduší	67	174,5	1 %	2 603,7	180,0	10 000,0
3 Odpady, staré zátěže, environmentální rizika	380	268,8	2 %	707,3	6,5	32 085,0
4. Příroda a krajina	148	314,5	2 %	2 125,0	20,0	33 000,0
5. Životní prostředí ve městech a obcích	1 401	1 535,6	9 %	1 096,1	10,0	400 000,0
6. Environmentální prevence	1 687	706,8	4 %	419,0	0,8	4 999,4
7. Inovativní a demonstrační projekty	11	130,5	1 %	11 861,3	1 255,9	50 000,0
8. Energetické úspory	295	1 135,9	7 %	3 850,6	10,0	76 170,0
9. Příprava projektů	10	4,0	0 %	398,6	385,5	400,0
Nezařazené	4	349,2	2 %	87 290,9	4 976,0	285 000,0
Celkem	6 069	16 572,5	100 %			



Obr. 3.5 Přehled dotací NPŽP v rámci prioritních oblastí. Zdroj: MŽP (2022a), vlastní zpracování

Tab. 3.6 Přehled aktivit v oblasti 1.5 Udržitelné a efektivní hospodaření s vodou v obcích

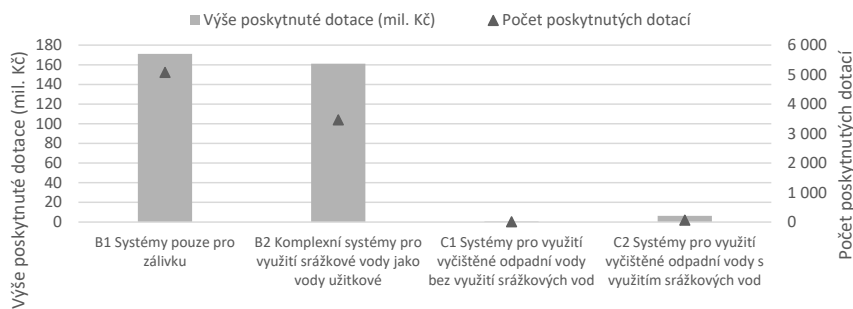
Aktivity v oblasti 1.5	Počet poskytnutých dotací	Výše poskytnuté dotace (mil. Kč)	Podíl na celkové poskytnuté dotaci	Průměrná výše poskytnuté dotace (tis. Kč)	Minimální výše poskytnuté dotace (tis. Kč)	Maximální výše poskytnuté dotace (tis. Kč)
A. Využití srážkových vod a čištění odpadních vod na území obce včetně udržitelných koncovek	3	7,0	20 %	2 344,3	801,0	4 974,0
B. Akumulace a využití srážkových vod v segmentu obytných domů	413	17,4	50 %	42,1	9,7	65,0
C. Akumulace a využití přečištěné odpadní vody v segmentu obytných domů	9	0,8	2 %	90,0	71,0	105,0
D. Retence a zasakování srážkových vod v segmentu obytných domů	11	9,3	27 %	846,6	392,0	2 680,8
Celkem	436	34,5	100 %			



Obr. 3.6 Přehled aktivit v oblasti 1.5 Udržitelné a efektivní hospodaření s vodou v obcích. Zdroj: MŽP (2022a), vlastní zpracování

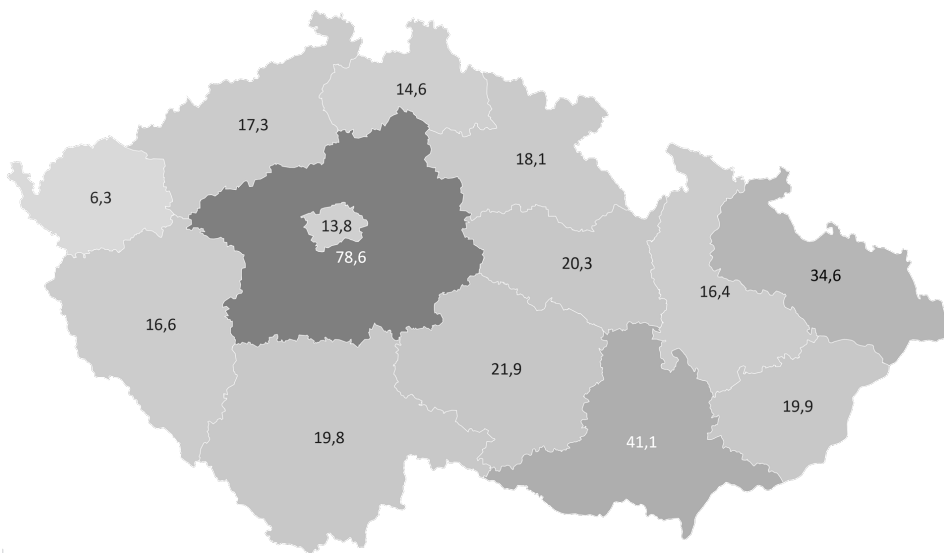
Tab. 3.7 Přehled aktivit podpořených v rámci Programu Dešťovka

Prioritní oblast	Počet poskytnutých dotací	Výše poskytnuté dotace (mil. Kč)	Podíl na celkové poskytnuté dotaci	Průměrná výše poskytnuté dotace (tis. Kč)	Minimální výše poskytnuté dotace (tis. Kč)	Maximální výše poskytnuté dotace (tis. Kč)
B1 Systémy pouze pro zálivku	5 077	171,1	50 %	33,7	1,3	55,0
B2 Komplexní systémy pro využití srážkové vody jako vody užitkové	3 470	161,2	48 %	46,5	1,2	65,0
C1 Systémy pro využití vyčištěné odpadní vody bez využití srážkových vod	11	0,7	0 %	59,2	35,1	90,0
C2 Systémy pro využití vyčištěné odpadní vody s využitím srážkových vod	72	6,3	2 %	87,3	28,7	105,0
Celkem	8 630	339,3	100 %			



Obr. 3.7 Přehled aktivit podpořených v rámci Programu Dešťovka. Zdroj: MŽP (2022b), vlastní zpracování

Pokud se podíváme detailněji na vyplacenou podporu v jednotlivých krajích ČR, je patrné, že největší objem podpory získaly subjekty ze Středočeského kraje, následují pak kraje Jihomoravský a Moravskoslezský (Obr. 3.8). Nejmenší objem podpory pak získaly subjekty z Karlovarského kraje.



Obr. 3.8 Přehled vyplacené podpory z programu Dešťovka v jednotlivých krajích ČR (mil. Kč, 2017–2021). Zdroj: MŽP (2022b), vlastní zpracování

Operační program Životní prostředí 2014–2020

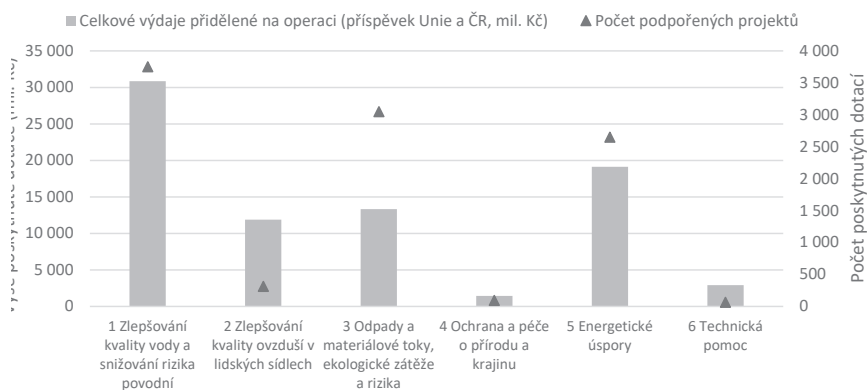
Z tabulky 3.8 je patrné, že mezi lety 2016–2021 v rámci OP Životní prostředí 2014–2020 byl největší objem podpory vyplacen v rámci prioritní oblasti 1 Zlepšování kvality vody a snižování rizika povodní. Téměř 40 % podpory celkových způsobilých výdajů z Evropské unie a z národních veřejných zdrojů směřovalo právě do této oblasti (Obr. 3.9).

Co se týká oblasti hospodaření s dešťovou vodou, tak prostupuje napříč všemi oblastmi intervencí v první prioritní oblasti. Proto v rámci této prioritní oblasti, byly pomocí klíčových slov ze souhrnu projektu identifikovány projekty, které spadají tematicky do podpory směřované na HDV. Celkem takto bylo identifikováno 276 s celkovou výší podpory 1,6 mld. Kč. Hlavními příjemci byly především obce (celkem 225), jim připadla podpora ve výši téměř 1,0 mld. Kč. Pokud se podíváme detailněji na vyplacenou podporu v jednotlivých krajích ČR, je patrné, že největší objem podpory získaly subjekty z Olomouckého kraje následované krajem Jihomoravským a Středočeským (Obr. 3.10). Nejmenší objem podpory pak získaly subjekty z Ústeckého a Karlovarského kraje.

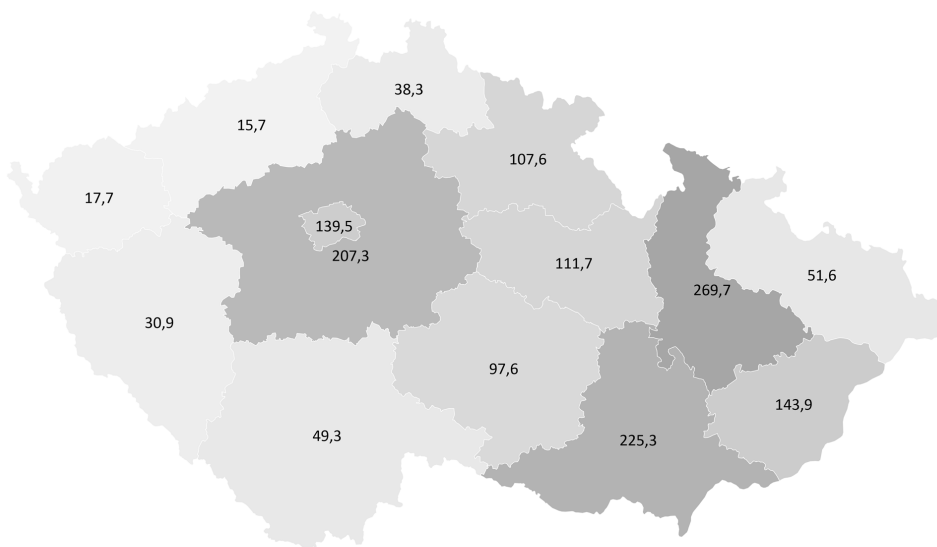
Tab. 3.8 Přehled prioritních oblastí podpořených v letech 2016–2021 v rámci OP Životní prostředí 2014–2020

Prioritní oblast	Počet podpořených projektů	Celkové výdaje přidělené na operaci (příspěvek EU a ČR, mil. Kč)	Podíl na celkovém příspěvku	Průměrný příspěvek (tis. Kč)	Minimální příspěvek (tis. Kč)	Maximální příspěvek (tis. Kč)
1 Zlepšování kvality vody a snižování rizika povodní	3 754	30 862,6	39 %	8 464,8	85,0	886 127,0
z toho oblast intervence:						
Poskytování vody pro lidskou spotřebu	144	4 172,0	5,2 %	29 800,0	1 556,7	886 127,0
Hospodaření s vodou a skladování pitné vody	37	138,4	0,2 %	3 844,2	207,8	26 483,8
Čištění odpadních vod	417	13 494,4	17,0 %	33 155,8	809,3	407 118,8
Ochrana a obnova biologické rozmanitosti, ochrana přírody a ekologická infrastruktura	2 165	8 538,6	10,7 %	4 103,1	85,0	342 010,2
Opatření pro přizpůsobení se změně klimatu, předcházení rizikům a řízení rizik souvisejících s oblastí klimatu, jako jsou například eroze, požáry, záplavy, bouře a sucha, včetně zvyšování povědomí, civilní ochrany a systémů a infrastruktur řízení katastrof	213	1 559,8	2,0 %	7 463,3	264,8	383 593,5
Předcházení rizikům a řízení přírodních rizik nesouvisejících se změnou klimatu (zemětřesení) a rizik souvisejících s lidskou činností, včetně zvyšování povědomí, civilní ochrany a systémů a infrastruktur řízení katastrof	778	2 959,3	3,7 %	3 828,3	223,1	78 082,9
2 Zlepšování kvality ovzduší v lidských sídlech	314	11 886,3	15 %	42 450,9	106,1	891 480,0
3 Odpady a materiálové toky, ekologické zátěže a rizika	3 049	13 330,4	17 %	4 482,3	99,0	563 451,5

4 Ochrana a péče o přírodu a krajinu	96	1 442,5	2 %	15 025,7	167,4	111 100,7
5 Energetické úspory	2 650	19 119,8	24 %	8 393,2	120,4	410 556,3
6 Technická pomoc	65	2 930,7	4 %	46 518,7	36,2	264 500,0
Celkem	9 928	79 572,2	100 %	8 522,2	36,2	891 480,0



Obr. 3.9 Přehled prioritních oblastí podpořených v letech 2016–2021 v rámci OP Životní prostředí 2014–2020. Zdroj: MMR (2022b), vlastní zpracování



Obr. 3.10 Přehled vyplacené podpory na hospodaření s dešťovou vodou z OP Životní prostředí v jednotlivých krajích ČR (mil. Kč, 2016–2021). Zdroj: MMR (2022b), vlastní zpracování

Poznámka: V případě 3 projektů s celkovou podporou 79,1 mil. Kč docházelo k čerpání v rámci dvou či více krajů, s ohledem na skutečnost, že v získaném data setu z MMR (2022b) nebyly údaje o poměrném rozložení podpory v jednotlivých krajích, nejsou tyto 3 projekty zahrnuty do grafického zpracování rozložení podpory.

Inovativní a demonstrační projekty a projekty VaVal

V oblasti hospodaření s dešťovou vodou je také důležité hledání nových inovativních řešení, proto v rámci NPŽP byla definována prioritní oblast 7 Inovativní a demonstrační projekty, přičemž 4 projekty tematicky spadaly do oblasti Voda a zbylých 7 projektů pak do oblasti Energetické úspory a chytrá řešení v energetice. Co se týká projektů se zaměřením na oblast Voda, celková přidělená podpora činila 36,6 mil. Kč a jednalo se o tyto projekty: Zadržování vody v horských oblastech pomocí podzemních stěn; Polyfunkční soustava autonomně regulovatelných drobných vodních nádrží a mokřadních systémů umožňující i difuzní čištění in situ; Ekologické hospodaření s odpadní vodou v obci Chlumětín s využitím nízkoenergetické technologie; Ekologické odstranění amoniaku pomocí unikátního typu vertikálního filtru s vegetací.

Další možností pro hledání nových řešení v oblasti hospodaření s dešťovou vodou jsou investice do VaVal. V rámci projektů VaVal financovaných z kapitoly TA ČR a se zahájením řešení mezi lety 2016–2021 bylo v IS VaVal (2022) identifikováno celkem 10 projektů, jejichž cílem je přispět k efektivnímu HDV. Celková veřejná podpora činí 69,7 mil. Kč. Z celkového objemu veřejné podpory na VaVal se jedná o velmi nízký podíl, který naznačuje, že v případě VaVal existuje prostor pro hledání takových projektů, jejichž výsledky by mohly přispět k efektivnímu HDV.

3.4.3 Shrnutí politiky přímé podpory

Jak politika EU, tak národní strategie v oblasti životního prostředí, jednotně ukazují, že je třeba řešit dopady klimatických změn na životní prostředí, vytvořit kvalitní prostor pro život a dbát na udržitelnost lidských aktivit s ohledem na budoucí generace. Vedle evropských i národních programů i jiné finanční nástroje nabízejí zajímavé možnosti přímé podpory týkající se životního prostředí.

Ukazuje se, že v gesci MŽP je poměrně široké portfolio programů přímé veřejné podpory pro oblast HDV – NPŽP, Program Dešťovka a OP Životní prostředí. Z hlediska objemu je podpora oblasti Vody v národních programech i v operačním programu jednou z nejvyšších. Pro projekty na podporu HDV cílicí na fyzické osoby byl zaveden speciální Program Dešťovka. Jako odrazující faktor čerpání podpory z tohoto programu může být pro žadatele časová prodleva. Pro obce je zase z pohledu HDV důležitý OP Životní prostředí. Ale při detailnějším rozboru projektů se ukázalo, že bylo podpořeno pouze 225 obcí, což je ale z pohledu počtu obcí v ČR poměrně malé množství. Obecně lze říci, že kraje Středočeský a Jihomoravský mají jednu z nejvyšších čerpaných podpor v rámci Programu Dešťovka a OP Životní prostředí. Naopak Ústecký a Karlovarský kraj patří co do výše objemu k méně úspěšným krajům.

Neméně důležitou přímou podporou je i podpora tzv. inovativní a demonstrační projekty a projektů VaVal.

S ohledem na provedenou analýzu a její hodnocení na úrovni programů MŽP však nelze opomenout skutečnost, že existují i další poskytovatelé přímých veřejných podpor ve zkoumané oblasti, a to například MZe. Zde by bylo poté možné vyhodnotit případné překryvy a nalézt případné synergie v oblasti podpory HDV.

Na základě provedené analýzy přímé podpory lze uvést příklady možných efektů přímých dotací v oblasti HDV:

- a) Úspora nákladů na vodu:** podpora investic do infrastruktury pro sběr a využití dešťové vody pomáhá snížit náklady na užívání vody pro domácnosti, podniky či veřejné instituce (viz např. dotační titul Dešťovka).
- b) Zlepšení dostupnosti vody:** podpora investic HDV v oblastech s omezeným přístupem k vodnímu zdroji, jako jsou suché regiony nebo oblasti s nedostatečnou vodní infrastrukturou, přispívá ke zlepšení dostupnosti vody pro místní obyvatele, zemědělce či další subjekty. Dále podpora investic do HDV přispívá ke snížení spotřeby pitné vody a tedy jejímu využití k zavlažování, mytí aut apod. (viz Programy MZe a MŽP).
- c) Udržitelné využívání vodních zdrojů:** podpora implementace opatření zaměřených na akumulaci a využití dešťové vody pomáhá snižovat závislost na tradičních zdrojích vody, jako je například podzemní voda nebo zásobování z vodovodní sítě, a přispívá k udržitelnému hospodaření s vodou (viz Programy MZe a MŽP).
- d) Ochrana životního prostředí:** podpora investic do opatření v oblasti s HDV zmírňuje dopady sucha či snižuje riziko povodní, dále přímá podpora opatření HDV může přispět k ochraně přírodních ekosystémů např. mokřadů a vodních toků (viz programy MŽP).
- e) Podpora výzkumu, vývoje a inovací:** podpora výzkum, vývoj a inovace v oblasti HDV, včetně vývoje nových technologií, zařízení a postupů pro sběr, odklon a využití dešťové vody může přispět k rozvoji a uplatnění řešení v boji proti klimatickým změnám (viz Inovativní a demonstrační projekty a projekty výzkumu, vývoje a inovací v gesci TA ČR).

4 Typologie rozvojových ploch z hlediska hospodaření se srážkovou vodou

4.1 Úvod

Koncepci hospodaření se srážkovou vodou na rozvojových lokalitách ovlivňují záměry městského úřadu, rámcově vymezené územním plánem nebo ideálně definované územní studii, dále představy investorů, projektantů či majitelů pozemků a v neposlední řadě též místní fyzicko-geografické podmínky a stávající stav využití rozvojové lokality (Gimenez-Maranges a kol., 2021). Plánování HDV by mělo zohlednit množství odtékající vody a možnosti jejího využití, vsakování nebo bezpečného odvedení, potenciál tvorby veřejných prostranství a možnou podporu biodiverzity (Woods-Ballard a kol., 2015; Kopp a kol., 2021b; Sýkorová a kol., 2021).

Doporučujeme při tvorbě koncepcí využívat typologie rozvojových ploch z hlediska HDV. Charakteristiky základních funkčních typů rozvojových ploch jsme odvozovali ve čtyř krocích:

1. Na základě rozboru modelových území a českých zkušeností jsme doplňovali a ověřovali typologické přístupy dostupné v literatuře (např. Woods-Ballard a kol., 2015; Faltermaier a kol., 2016; Simperler a kol., 2018, Sýkorová a kol., 2021).
2. Provedli jsme geostatistický rozbor struktury ploch jednotlivých základních typů využití území na modelovém příkladu města Plzně a na jeho základě odvozovali a diskutovali předpokládané environmentální parametry území, charakterizující podmínky pro hospodaření s dešťovou vodou a modro-zeleňou infrastrukturu. Použitá typologie jistě nepokrývá seznam kategorií ploch s rozdílným způsobem využití podle vyhlášky č. 501/2006 Sb., ale některé další typy ploch je možné přiřadit k uvedeným pěti typům s jistou mírou příbuznosti podmínek. U dalších typů je třeba hledat oporu ve zdrojích literatury uvedené v bodě 1).
3. Na pilotních lokalitách byla testována parametrizace a ověřována specifika jednotlivých funkčních typů rozvojových ploch. 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 a kol., 2021b).

4. Zobecnění výsledků se potom stalo základem pro obecnou specifikaci podmínek hospodaření s dešťovou vodou na jednotlivých typech rozvojových ploch. Podrobná specifikace ve formě popisu, doporučení rozvoje HDV a environmentálních parametrů se stala součástí katalogu (Kopp a kol., 2022a) a je též integrována do softwarové aplikace (RWM).

4.2 Rozbor typologických přístupů

Typologické přístupy k návrhu systému HDV používají některé zahraniční komplexnější metodiky, jako jsou například metodiky integrující HDV do problematiky adaptace na klimatickou změnu nebo do rozvoje modro-zelené infrastruktury (Woods-Ballard a kol., 2015; Loos & van Vliet, 2016; Faltermaier a kol., 2016; Simperler a kol., 2018; WEF, 2014; Slaney, 2017; Iwaszuk a kol., 2019).

Typologii využívá například koncepce Sustainable urban drainage systems (SuDS, Woods-Ballard a kol., 2015), která je přizpůsobena britským podmínkám místních dopadů klimatické změny, urbanistickému stavu britských měst, vývoji infrastruktury vodního hospodářství, specifikům místních společenských potřeb, úrovni společnosti, podnikatelskému prostředí, dostupným místním technologiím a vlastním organizačním strukturám. Motivace, cíle a nástroje koncepce SuDS jsou směřovány ke čtyřem klíčovým tématům (Woods-Ballard a kol., 2015): množství vody, kvalitě vody, požitkům pro obyvatele (amenities) a biodiverzitě. Ke každému z tematických cílů jsou definována kritéria pro výběr nástrojů z podrobného katalogu opatření v souvislosti s typem městské zástavby.

Našemu geografickému prostředí jsou bližší německé metodiky hospodaření s vodou ve městech, které také využívají typologické přístupy. Například byly pro Berlín vypracovány koncepce hospodaření s dešťovou vodou KURAS (Konzepte für urbane Regenwasserbewirtschaftung und Abwassersysteme) a Strategický plán rozvoje Klima KONKRET (Schmidt, 2010; Faltermaier a kol., 2016). Metodiky jsou uplatňovány při výstavbě nových či přestavbě stávajících městských lokalit. Koncept KONKRET cílí na omezení městského tepelného ostrova (město adaptované na horko) a eliminaci dopadů přivalových srážek (město citlivé k vodě). Nástroje nabízené manuálem jsou specifikovány podle základních funkčních typů městské zástavby, které se především z urbanistických důvodů liší potenciálem HDV a klimatickými opatřeními.

Plánování rozvoje systému HDV a modro-zelené infrastruktury vychází ze současného stavu a potenciálu území, pro které se dělá návrh s ohledem na cílové požadavky environmentální kvality (Voskamp & van de Ven, 2015; Bacchin a kol., 2016; Derkzen a kol., 2015). Klíčovým prvkem tohoto procesu jsou environmentální ukazatele ploch (Antoszewski a kol., 2020; Mattanovich a kol., 2018). Environmentální ukazatele ploch umožňují kvantifikovat současný stav nebo cílové limitní požadavky rozvojové plochy. Přitom je samozřejmě nutné rozlišovat, zda se jedná o plánování nové výstavby „na zelené louce“ nebo doplnění a vylepšení současného stavu ve prospěch inovací v oblasti modro-zelené infrastruktury (Szulczewska a kol., 2014; Mattanovich a kol., 2018).

Vazby mezi funkčním typem plochy a možnostmi rozvoje HDV zprostředkovává poměr nepropustných a propustných ploch. Ten mimo jiné rámcově určuje interval hodnot pro odtokový koeficient území (Woods-Ballard a kol., 2015; WEF, 2014; Slaney, 2017). Podle zastoupení typů budov a uličních profilů je možné navrhnout doporučená uplatnění vegetačních prvků. Tato specifika funkčních typů zástavby zásadně ovlivňují použití regulativů, jako jsou indexy zeleně (Kopp a kol., 2020) nebo indexy modro-zelené infrastruktury (Vítek a kol., 2018; City of Helsinki Environment Centre, 2016; Juhola, 2018). Charakter využití ploch určuje možné riziko znečištění odtékající vody (Vítek a kol., 2015; Kopp a kol., 2017) nebo potenciál využití vody pro technologické účely či zavlažovací systémy.

Typologie ploch také do jisté míry kategorizuje možné nástroje adaptace na dopady klimatické změny (Faltermajer a kol., 2016; Simperler a kol., 2018). Typologii pro účely HDV je proto možné částečně navázat na etablovanou klasifikaci lokálních klimatických zón (LCZ), jejíž předností je celosvětově standardizovaná parametrizace typů městské krajiny (Stewart a kol., 2014). Klasifikace LCZ byla již aplikována i na některá česká města (Geletič & Lehnert, 2017). Byla také prokázána vazba mezi parametry odtoku a typem LCZ (Kopp a kol., 2021a).

Velmi důležitým kritériem při výběru nástrojů prosazování HDV je možnost ovlivnění rozvoje městskou správou prostřednictvím vlastnictví pozemků. Funkční typy zástavby se v tomto směru právě liší v podílu veřejné správy na vlastnictví pozemků, na investorské činnosti, na využití a na správě ploch dané lokality.

4.3 Struktury ploch funkčních typů zástavby

Aby bylo možné rozlišit typické vlastnosti typů zástavby, které jsou závislé na struktuře ploch, byla provedena geostatistická analýza na území města Plzně. Důvodem takového postupu byla dostupnost podrobných geodat z projektu ekohydrologického hodnocení městské krajiny města Plzně (Kopp a kol., 2017; Kopp a kol., 2020). Kromě funkční typologie území zahrnují geodata také potřebné rozlišení struktury ploch pro celé území katastru města, což umožnilo zpracování statistického vzorku dat v potřebném detailu (Kopp a kol., 2022b). Identifikace a určení vlastností elementárních ploch s rozlišením 1 až 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). Dalším důvodem, proč byly typické struktury ploch ověřovány na území města Plzně, je dostatečně reprezentativní počet vzorků v území, zajišťujících větší statistickou průkaznost výsledků (Kopp a kol., 2022b).

Pro analýzu struktury typů povrchu byly jako základní jednotky statistického souboru voleny čtverce rastru o ploše 50 x 50 m. Ve vodohospodářské praxi se přitom pro modelové výpočty odtokového koeficientu většinou používá vzorků zástavby o ploše 1 ha (100 x 100 m). Jemnější rastr ovšem lépe zajistil pokrytí jednotlivých pěti typů zástavby bez zbytečných přesahů do jiného typu území. Metodicky je třeba zdůraznit, že volba rastrové reprezentace pro analýzu povrchu území obecně

zahrnovala nejen pozemky daného funkčního využití, ale i příslušné části navazující sítě komunikací či jiných kontaktních ploch. Tento přístup vystihuje podmínky pro HDV v celém rozvojovém území, včetně navazujících ploch. Výsledky ovšem nevystihují strukturu ploch zástavby definovanou pouze pozemkem daného typu bez obslužných komunikací apod. Čisté vymezení jen daného funkčního typu se přitom může pro některé účely hodit lépe (Derkzen a kol., 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 (Zarecor, 2015). Nejméně vhodných vzorků rastru ($n = 378$) poskytli typ občanské vybavenosti, který jsme specifikovali jako podtyp komerční (typicky střediska nákupů a služeb, která se vyskytují i na malých městech). S ohledem na řešenou problematiku rozvojových ploch jsme se z ploch rekreace soustředili jen na parky a parková náměstí, nikoliv na plochy individuální rekreace (Kopp a kol., 2022b). Největší počet vzorků poskytli typ ploch výroby a skladování ($n = 2\ 664$).

Vymezené tři základní funkční typy areálů urbanizované krajiny se odlišují strukturou ploch, s významnými rozdíly v poměru mezi zastavěnými a nepropustnými plochami na jedné straně a plochami zeleně různé skladby na druhé straně (Tab. 4.1, Obr. 4.1). Vysokým podílem nepropustných ploch a střech budov se vyznačují zejména plochy výroby a skladování a plochy občanské vybavenosti komerčního typu. To klade vyšší požadavky na zpracování přímého odtoku dešťových vod. Rekreční parkové plochy, ale též plochy zástavby individuálního bydlení mají charakteristický vysoký podíl zeleně, což zvyšuje jejich potenciál infiltrace dešťových vod, výparu (transpirace) a dalších ekosystémových služeb (Kopp a kol., 2022b).

Výsledky statistik ukazují také velkou variabilitu struktury povrchů, což souvisí nejen s rozptylem fyzického stavu uvnitř typů zástavby, ale také metodicky s volbou relativně malé plochy jednotkového čtverce rastru (Tab. 4.1). Například u obou typů bydlení (individuálního i hromadného) je variabilita podílu zeleně závislá na velikosti pozemků, resp. hustotě zástavby. Lze také vyvodit, že již ve fázi územní studie rozvojových ploch, kdy se rozhoduje o hustotě zástavby a prostorovém uspořádání ploch v detailu lokality, vznikají podmínky, které se potom významně projevují v nárocích a možnostech řešení systému HDV (Kopp a kol., 2022b).

Mezi typické doporučované prvky modro-zelené infrastruktury patří povrchové retenční nádrže přírodě blízkého typu. Ze statistiky stávající zástavby vyplývá, že 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 (typicky na území Plzně). Úkolem plánování systému HDV na nových rozvojových lokalitách je hledat možnosti pro vytváření přírodě blízkých retenčních ploch i v jiných typech zástavby, zejména tam, kde se mohou stát součástí veřejných prostranství.

Podrobnější studie hodnotící retenční nádrže v příměstské krajině Plzně (Kopp & Preis, 2019) ukázaly, že jsou jejich primární vodohospodářské funkce sice stejné – regulovat odtok ze zastavěného území při intenzivních srážkách, ale navzájem se liší z hlediska uplatnění přírodě blízkých prvků a také mírou zapojení do veřejných prostranství. Lze doporučit, aby územní plánování věnovalo pozornost modro-zelené

Tab. 4.1 Statistiky pokryvu ploch a vlastnictví města podle jednotlivých typů území Plzně

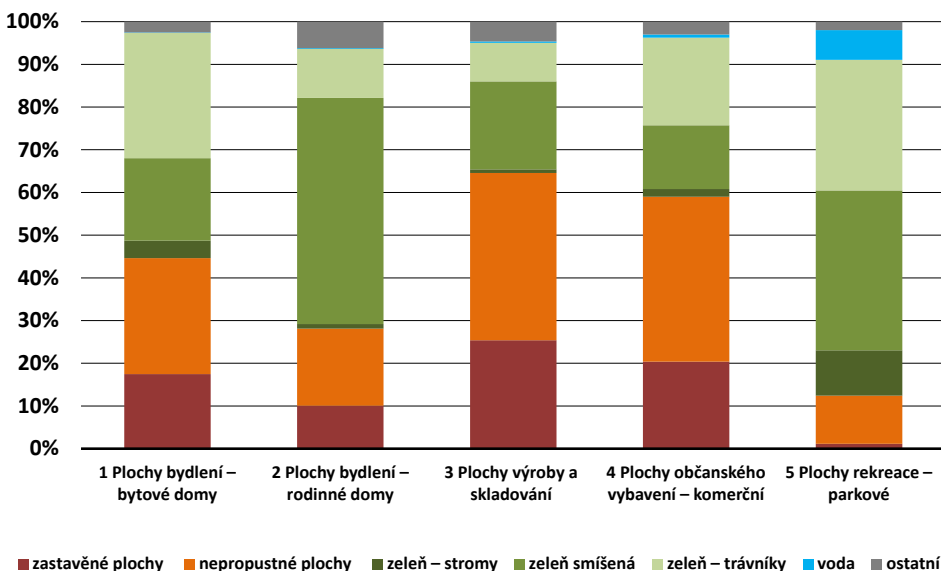
Funkční typ území	Plochy bydlení – bytové domy		Plochy bydlení – rodinné domy		Plochy výroby a skladování		Plochy občanské vybavenosti – komerční		Plochy rekreace – parkové	
	MEAN	MEDIAN	MEAN	MEDIAN	MEAN	MEDIAN	MEAN	MEDIAN	MEAN	MEDIAN
zastavěné plochy (%)	17,48	16,92	10,07	9,73	25,40	18,48	20,40	15,71	1,15	0,00
nepropustné plochy (%)	27,13	26,68	18,07	16,64	39,18	38,33	38,62	37,50	11,29	3,81
zeleň – stromy (%)	4,11	0,97	1,05	0,00	0,83	0,00	1,80	0,00	10,61	0,00
zeleň smíšená (%)	19,31	15,27	52,97	52,61	20,59	15,01	14,92	9,69	37,44	31,59
zeleň – trávníky (%)	29,32	29,15	11,43	8,80	9,05	4,11	20,52	17,59	30,57	26,66
voda (%)	0,11	0,00	0,20	0,00	0,31	0,00	0,72	0,00	6,95	0,00
holá půda a ostatní (%)	2,54	1,45	6,22	5,14	4,64	2,23	3,03	1,13	1,99	0,36
vlastnictví města (%)	63,07	73,99	12,62	7,76	13,16	0,00	45,60	42,51	69,95	89,29
počet vzorků území		n = 478		n = 798		n = 2664		n = 378		n = 1251

MEAN – průměrná hodnota, MEDIAN – hodnota mediánu

Zdroj: vlastní zpracování, podkladová data Kopp a kol. (2017, 2022).

infrastruktury také na plochách výroby a skladování či obchodu a služeb (Kopp & Preis, 2019).

Pro plánování, realizaci a správu prvků HDV je důležitý podíl pozemků ve vlastnictví města (případně jiné veřejné instituce), umožňující realizovat koordinovanou koncepci hospodaření s vodou. Kromě rekreačních areálů mají větší potenciální podíl ploch ve veřejné správě také areály občanské vybavenosti (včetně komerčních) a areály bydlení hromadného typu. V těchto třech typech území je potenciálně významný podíl veřejných komunikací a veřejných prostranství v režii městské správy. Při rozvoji nových lokalit zástavby je stěžejní koordinovat tvorbu systémů HDV tak, aby následně bylo možné bezproblémově předávat tyto plochy včetně prvků modro-zelené infrastruktury do správy města.



Obr. 4.1 Struktura pokryvu ploch podle jednotlivých typů území města Plzně. Zdroj: vlastní zpracování, podklady Kopp a kol. (2017); Kopp a kol. (2022b)

4.4 Environmentální parametry funkčních typů zástavby

Environmentální parametry, jako např. koeficienty zeleně nebo hodnoty specifického odtoku, jsou vhodné jako regulační nástroje pro rozvojové plochy, a to se zohledněním jejich funkčního typu, podlažních ploch budov apod. Na úrovni města mohou být zavedeny v rámci městských standardů, případně v příslušné části územního plánu. Ve vazbě na konkrétní rozvojové území pak mohou být součástí regulačních podmínek, např. definovaných regulačním plánem nebo jako součást smlouvy s investorem.

Environmentální parametry mohou také plnit funkci podmínky pro environmentální podporu, být součástí ekolabelingu budov či areálů nebo sloužit k definování cílů strategie rozvoje území. Výhodou použití environmentálních parametrů je přesné definování podmínek přizpůsobené lokální úrovni. Existuje řada inspirací a metodik pro použití koeficientů ze zahraničí. Ve světě používané koeficienty vázané k zelené infrastruktuře (např. Biotope Area Factor, Green Space Factor) (Becker a kol., 1990; Kazmierczak & Carter, 2010; Szulczewska a kol., 2014; Peroni a kol., 2020) jsou rozvíjeny a doplňovány v důsledku zájmu o propojení modré a zelené infrastruktury o další parametry zohledňující hospodaření s vodou (např. Helsinki Green Factor) (City of Helsinki Environment Centre, 2016; Juhola, 2018). Environmentální ukazatele ploch jsou důležitým indikátorem kvality území, ale často při jejich použití nejsou zohledněny prostorové vazby, např. konektivita systému modro-zelené infrastruktury (Liu a kol., 2022). Kromě hodnocení a plánování fyzického stavu městské krajiny je přitom třeba věnovat pozornost také vnímání potřeb uživatelů území (Bacchin a kol., 2016; Macháč & Louda, 2019). Požadavky na plánování adaptačních opatření, které vyplývají z fyzického stavu území, se nemusí shodovat s požadavky obyvatel města (Lehnert a kol., 2021a, Lehnert a kol., 2023).

Tab. 4.2 Základní environmentální parametry typů rozvojových ploch

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
Součinitel 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

Poznámky: koeficient zastavěných ploch – poměr mezi součtem výměr všech staveb k výměře stavebního pozemku, koeficient zeleně – podíl započítávaných ploch zeleně k výměře pozemku, součinitel odtoku – podle ČSN 75 9010 a ČSN 75 6101, místní klimatická zóna – podle Geletič & Lehnert (2017)

Zdroj: vlastní zpracování na základě statistiky ploch a rozboru citované literatury

V domácí praxi je však použití environmentálních parametrů v městském plánování zatím méně prosazované. Jedním z argumentů proti použití environmentálních parametrů je jejich normativní charakter, který omezuje ekonomickou optimalizaci řešení. V každém případě je doporučeno používat environmentální parametry diferencovaně podle typu zástavby. V tabulce 4.2 jsou environmentální parametry ploch uvedeny v relativně širokých intervalech. V praxi je možné doporučené hodnoty

zpřesňovat podle specifických podmínek města, například sklonitosti území, místních podmínek zástavby podle územních plánů atd. Použití dalších environmentálních parametrů (Tab. 4.3) je diskutováno v následujícím přehledu.

Tab. 4.3 Přehled environmentálních parametrů

Parametry	Doporučené použití	Zdroje
Maximální specifický odtok	městské standardy, stavební předpisy	TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami
Koeficient zeleně	městské stavební předpisy, regulační studie	Útvar rozvoje hl. m. Prahy, 2002 studie
Koeficient evapotranspirace	doplňková parametrizace termoregulační funkce zeleně, posouzení variant řešení	Allen a kol., 1998; Bandaragoda a kol., 2003; Kopp a kol., 2017
Biotope Area Factor	městské standardy zelené infrastruktury, posouzení variant řešení	Becker a kol., 1990; Peroni a kol., 2020; Kučera a kol., 2023
Helsinki Green Factor	podrobná parametrizace modro-zelené infrastruktury včetně prvků HDV	City of Helsinki Environment Centre, 2016; Juhola, 2018
Koeficient modro-zelené infrastruktury	městské standardy modro-zelené infrastruktury, posouzení variant řešení	odvozen autory na základě Helsinki Green Factor

Zdroj: vlastní zpracování s odkazy na zdroje parametrů

4.4.1 Maximální specifický odtok

Základním příkladem environmentálního parametru pro systémy HDV je maximální specifický odtok, který vychází z principu ochrany navazujících odvodňovacích systémů. TNV 75 9011 (Hospodaření se srážkovými vodami) doporučuje hodnotu $3 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{ha}^{-1}$, ale požadavky jednotlivých měst jsou v praxi obvykle mírnější (Vítek a kol., 2015). Pro výpočet specifického odtoku je třeba znát návrhové hodnoty srážek, strukturu ploch odvodňovaného území a hodnoty součinitele odtoku.

Splnění podmínky maximálního specifického odtoku se v mnoha případech dosahuje zřízením retenčních nádrží s regulovaným odtokem. Splnění normativní podmínky odtoku však neurčuje, zda retenční prvek přináší další ekosystémové služby. Povinnost je plněna například podpovrchovými retenčními nádržemi, které s vyššími náklady na výstavbu vedou k úspoře místa v plánu zástavby.

Součinitel odtoku (koeficient odtoku) udává podíl přímého, povrchového odtoku na hodnotě celkového množství srážek (Baiamonte, 2020). Stanovení odtokového koeficientu umožňuje počítat objem odtékající srážkové vody a na základě toho navrhovat kapacitu opatření modro-zelené infrastruktury, například retenčních nádrží, objektů umožňujících infiltraci nebo bezpečnostní prvky nouzového odtoku (Woods-Ballard a kol., 2015). Pro návrh bezpečného zpracování srážkových vod se používá tzv. špičkový součinitel odtoku podle kategorií ploch a jejich sklonitosti ČSN 75 9010 (Vsakovací zařízení srážkových vod) a ČSN 75 6101 (Stokové sítě a kanalizační

přípojky). Pro kategorie ploch v územní studii uvádíme hodnoty součinitele odtoku v tabulce 4.4. Pro stanovení potenciální akumulace srážkových vod pro jejich další využití je případně používán střední objemový součinitel odtoku, který zohledňuje odtok ze srážek v rámci jejich celkového ročního režimu.

4.4.2 Koeficient zeleně

Pro základní stanovení struktury ploch lze použít základní ukazatele, jako je koeficient zeleně (podíl započítávaných ploch zeleně k výměře pozemku) nebo koeficient zastavěných ploch (poměr mezi součtem výměr všech staveb k výměře stavebního pozemku). Standardy hodnoty pro území města by měly vycházet z místních podmínek. Podrobnější koeficient zeleně byl v české praxi zaveden například v metodice pro potřeby Územního plánu sídelního útvaru hlavního města Prahy (Útvar rozvoje hl. m. Prahy, 2002). Koeficient zeleně stanovuje minimální podíl započítatelných ploch zeleně v území, v praxi je hodnota závislá též na podlažnosti budov. Zápočet ploch zeleně v území vyplývá z podrobné kalkulace zeleně na rostlém terénu a ostatní zeleně mimo rostlý terén, na budovách apod.

4.4.3 Biotope Area Factor

Pro hodnocení zohledňující míru ekosystémových služeb zeleně bylo několik parametrů vyvinuto v zahraničí. Příkladem jsou Biotope Area Factor (Becker a kol., 1990; Peroni a kol., 2020) nebo Green Space Factor (McCulloch & Robertson, 2015; Kruuse, 2011) a další obdobné ukazatele (Szulczewska a kol., 2014; Keeley, 2011; Mattanovich a kol., 2018). Biotope Area Factor (BAF) se používá jako referenční index pro hodnocení zelené infrastruktury urbanizovaného území. Nástroj byl vyvinut již v roce 1997 v Berlíně a později vzniklo několik jeho dalších modifikací (Becker a kol., 1990; Peroni a kol., 2020). Kategorizace ploch nesouvisí jen s vegetačním krytem na povrchu, ale také s vazbou na přírodní půdní pokryv nebo umělé souvrství. BAF lze proto použít na hodnocení ploch metodami dálkového průzkumu jen orientačně (Kopp a kol., 2017). Parametry BAF vystihují do jisté míry ekosystémové služby zeleně (Keeley, 2011). Nepřímo pak slouží BAF také pro základní relativní ohodnocení podmínek pro HDV z hlediska infiltrace a evapotranspirace. Index BAF je aktuálně doporučován také v české praxi, konkrétně v metodice vymezení zelené infrastruktury v územně plánovací dokumentaci (Kučera a kol., 2023).

4.4.4 Koeficient evapotranspirace

Celkový výpar neboli evapotranspirace je spolu s retencí klíčovým procesem, kterým vegetace ovlivňuje fungování modro-zelené infrastruktury jako nástroje adaptace na klimatickou změnu. Potřeba podpory termoregulačního účinku modro-zelené infrastruktury prostřednictvím výparu (evapotranspirace) v rámci adaptace měst na

změnu klimatu vede ke snahám používat indexy zohledňující právě výpar jako jeden z environmentálních parametrů. Odvození takového parametru v závislosti na struktuře ploch je ovšem omezeno na podmínky potenciální evapotranspirace (výparu za ideální dostupnosti vody). Pro české podmínky byl teoreticky odvozen index evapotranspirace (Kopp a kol., 2017), který vyjadřuje relativní vztah k tzv. referenční evapotranspiraci podle metodiky FAO, vycházející z potenciální evapotranspirace normovaného travního porostu (Allen a kol., 1998; Bandaragoda a kol., 2003; Kopp a kol., 2020). Podle metodiky FAO jsou hodnoty tzv. referenční evapotranspirace blízké idealizovanému travnímu porostu a počítatelné na základě meteorologických podmínek (Allen a kol., 1998). Koeficient evapotranspirace (crop coefficient) se v detailním použití mění podle ročních fází vegetačního růstu rostlin, které jsou zohledněny třemi dílčími koeficienty: K_c ini – pro fázi před růstem rostlin, K_c mid – pro vegetační fázi, K_c end – pro posklizňovou část sezóny. Pro hodnocení městské zeleně je ovšem reálná evapotranspirace závislá například na faktorech jako je míra zavlažování, frekvence kosení trávníků nebo vlastnosti podloží z hlediska vazby na podpovrchovou vodu. Použití koeficientu evapotranspirace je tedy pro území celého města omezené dostupností dat v potřebném detailu a slouží spíše k orientačnímu a relativnímu vyjádření potenciálu vegetace nikoliv k výpočtu reálné bilance výparu.

4.4.5 Koeficient modro-zelené infrastruktury

V české praxi se v posledních letech ukazuje potřeba používat kromě ukazatelů zeleně i indexy modro-zelené infrastruktury v sídlech, zohledňující podrobněji kategorie zeleně a jejich přínos pro HDV (Pěstuj prostor, 2018). Jak ukazují zahraniční zkušenosti, použití komplexnějších environmentálních ukazatelů modro-zelené infrastruktury je limitováno náročností zpracování pro rozsáhlejší území celého města (Szulczewska a kol., 2014; Peroni a kol., 2020; Juhola, 2018). Volba podrobnosti ukazatele je nutným kompromisem mezi odbornou dokonalostí složitých konstrukcí indexů a možností získat dostatečně podrobné informace pro rozsáhlejší území (Mattanovich a kol., 2018). Zejména zahrnutí prvků hospodaření s dešťovou vodou neumožňuje využívat pouze geodat z dálkového průzkumu Země (Derkzen a kol., 2015; Sulzer, 2016).

V zahraničí se etabloval pro hodnocení zeleně v souvislosti s HDV ukazatel Helsinki Green Factor. Tento komplexní ukazatel tvoří individuální skóre a expertní skóre. Individuální skóre zahrnuje kromě kategorií ekologie, funkčnost, městská krajina a údržba také kategorii srážková voda (zachycení a čištění srážkové vody) (City of Helsinki Environment Centre, 2016; Juhola, 2018).

Ukazatel Helsinki Green Factor jsme testovali jeho aplikací na území kampusu Západočeské univerzity v Plzni. Pro potřeby obecného použití se jako výhoda ukázalo, že na rozdíl od ukazatelů zelené infrastruktury zohledňuje podrobně i prvky HDV. Na základě ukazatele Helsinki Green Factor (City of Helsinki Environment Centre, 2016; Juhola, 2018) jsme navrhli pro potřeby hodnocení rozvojových ploch v českých městech koeficient modro-zelené infrastruktury. Úprava použití indexu Helsinki Green Factor zohledňuje možnosti zadání struktury ploch ve fázi územní

studie, využívá tedy praxi přiměřenou klasifikaci ploch (Tab. 4.4). Na rozdíl od Helsinky Green Factoru neumožňuje upravený koeficient modro-zelené infrastruktury (KMZI) detailní zadání jednotlivých stromů a dále neuplatňuje řadu bonusových položek vázaných na detailní prvky, jako je zastínění budovy stromem nebo prvky podporující městské zahradničení, biodiverzitu hmyzu nebo estetické podmínky.

Koeficient modro-zelené infrastruktury (KMZI) hodnotí statistiku ploch v území z hlediska ekosystémových funkcí zeleně (např. mikroklima, biodiverzita, pobytové prostředí) a funkcí přirozeného oběhu vody (retence, vsakování, výpar a čištění vody). KMZI zohledňuje i přidané prvky HDV, které pomáhají zlepšit úroveň modro-zelené infrastruktury. Tabeleární hodnoty indikovaných úrovní KMZI (nedostatečná, základní, velmi dobrá, výborná) závisí na zvoleném funkčním typu území (Tab. 4.5). Hodnotící stupnice koeficientu modro-zelené infrastruktury pro jednotlivé funkční typy ploch byla nastavena na základě geostatistik modelového území Plzně (Kopp a kol., 2022b) a testování na pilotních lokalitách vybraných menších měst. Je třeba také doplnit, že vzhledem k úpravě klasifikace hodnot KMZI neodpovídají intervaly doporučeným hodnotám původní metodiky pro Helsinky Green Factor (City of Helsinki Environment Centre, 2016; Juhola, 2018).

Tab. 4.4 Hodnoty environmentálních parametrů ploch a prvků modro-zelené infrastruktury – koeficient modro-zelené infrastruktury a součinitel odtoku

Kategorie urbanizovaných ploch (P) a další prvky modro-zelené infrastruktury (MZI)		Koeficient MZI KMZI /m ²	Součinitel odtoku podle sklonu území		
			méně než 1 %	1–5 %	více než 5 %
P	zastavěné plochy – střechy (bez retenční funkce)	0	0,95	0,95	0,95
P	komunikace – zpevněné	0	0,7	0,8	0,9
P	komunikace propustné (zatravněovací dlažba)	1	0,2	0,3	0,4
P	šterkové plochy	1,4	0,3	0,4	0,5
P	komunikace nezpevněné	1,2	0,5	0,6	0,7
P/MZI	zeleň doplněná zpevněnými plochami	1,4	0,1	0,15	0,2
P/MZI	zeleň – trávníky	1,1	0,05	0,1	0,15
P/MZI	zeleň – bylinné louky	1,8	0,05	0,1	0,15
P/MZI	zeleň – smíšená, zahrady, uliční zeleň	2	0,05	0,1	0,15
P/MZI	zeleň – zapojené stromy, les	2,2	0	0,05	0,1
P/MZI	vodní plochy	2	0	-	-
P/MZI	vodní toky	2	1	1	1
MZI	zelené střechy – extenzivní	1,5	0,5	0,6	0,7
MZI	zelené střechy – intenzivní	1,8	0,3	0,4	0,5

MZI	suchá (detenční) nádrž	2	0	-	-
MZI	povrchová retenční nádrž	2	0	-	-
MZI	dešťové zahrádky	2,8	0	0,05	0,1
MZI	bylinné záhony	1,6	0,05	0,1	0,15
MZI	výsadba stromů a keřů	1,4	0,05	0,1	0,15
MZI	podélné vsakovací prvky	1,4	0	0,05	0,1
MZI	systémy plošného vsakování	2,3	0	0,05	0,1
MZI	tůň/mokřad v urbanizované krajině	2,8	0	-	-
MZI	akumulace srážkových vod (povrchová, podpovrchová)	1,4 /m ³	bonus za objem (m ³) nádrže, tůně, vsakovací galerie nebo drénu		
MZI	zelené fasády	0,9 /m ²	bonus za vertikální plochu (m ²)		

Zdroje: součinitel odtoku použit podle ČSN 75 9010 (Vsakovací zařízení srážkových vod), ČSN 75 6101 (Stokové sítě a kanalizační přípojky), vlastní odvození koeficientu modro-zelené infrastruktury vysvětleno v textu

Tab. 4.5 Hodnotící úrovně koeficientu modro-zelené infrastruktury (KMZI)

Úroveň modro-zelené infrastruktury	1 Plochy bydlení v bytových domech	2 Plochy bydlení v rodinných domech	3 Plochy výroby a skladování	4 Plochy občanského vybavení – komerční	5 Plochy rekreace – parkové
nedostatečná	méně než 0,80	méně než 1,00	méně než 0,40	méně než 0,60	méně než 1,40
základní	0,80–1,10	1,00–1,30	0,40–0,70	0,60–0,90	1,40–1,70
velmi dobrá	1,10–1,40	1,30–1,60	0,70–1,00	0,90–1,20	1,70–2,00
výborná	více než 1,40	více než 1,60	více než 1,00	více než 1,20	více než 2,00

Zdroj: vlastní zpracování

4.5 Potenciál typů rozvojových ploch pro hospodaření se srážkovou vodou

Pro stanovení regulativů a na podporu plánování HDV byly odvozeny charakteristiky typů rozvojových ploch určující potenciál pro optimální návrh hospodaření se srážkovou vodou (Tab. 4.6). Charakteristiky v tabulce 4.6 a potenciál HDV vychází ze zkušeností z pilotních měst a také z rozboru literatury (Woods-Ballard a kol., 2015; Faltermaier a kol., 2016; Simperler a kol., 2018; Sýkorová a kol., 2021; Vítek a kol., 2015; Kopp a kol., 2017; WEF, 2014; Slaney, 2017). Na základě rozboru byla určena preference jednotlivých kategorií opatření podle vhodnosti pro určitý typ rozvojové

plochy. Potenciál HDV také směřuje k výběru doporučených nástrojů prosazování pro městskou správu. Možnosti plánování HDV například ovlivňují vazby mezi zástavbou a jejím potenciálem zvyšovat teplotu městského prostředí nebo mezi podílem území veřejných prostranství v majetku města a potenciálem pobytových funkcí apod. (WEF, 2014; Iwaszuk a kol., 2019). Grafická ilustrace jednotlivých typů území a doporučených prvků HDV spolu s podrobnějším popisem je dostupná ve zpracovaném katalogu (Kopp a kol., 2022a). Příklady opatření HDV též uvádí Obr. 4.2 a přílohy této publikace (A–D).

Tab. 4.6 Charakteristiky typů rozvojových ploch určující potenciál hospodaření s dešťovou vodou

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
Potenciál vyšších teplot	●	●	●●●	●●	
Riziko znečištění odtoku	●	●	●●●	●●	
Potenciál vegetace na budovách	●●	●	●●	●●●	
Potenciál pobytových funkcí	●●	●●		●	●●●
Význam uličních koridorů	●●●	●●●	●	●●	
Podíl veřejných prostranství	●●●	●		●●	●●●

● málo významné ●● významné ●●● velmi významné

Zdroj: Kopp a kol., 2022b, na základě rozboru citované literatury

Typ 1: Plochy bydlení v bytových domech

Struktura ploch je závislá na hustotě a výšce zástavby (resp. koeficientu podlažních ploch). Hromadnosti bydlení odpovídají požadavky na zastoupení ploch zeleně a počet parkovacích ploch. Řešení parkování (venkovní, v parkovacích domech nebo v podzemních či přízemních částech domů) ovlivňuje míru zastavění a také prostor pro zastoupení zeleně v celkové struktuře.

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 (např. dětská hřiště). Společné sdílení majetku a veřejných prostranství nabízí plánované sdílené funkce pro HDV (sdílení pobytové vegetační střechy, společné vsakovací nebo retenční objekty pro bloky zástavby, společné parkovací domy s vegetačními prvky apod.).

Pro realizaci vsakovacích nebo retenčních objektů lze kapacitě využít veřejná multifunkční prostranství, například plochy rekreace sloužící jako akumulční a vsakovací plošné prvky v době přívalových srážek. Území má potenciál realizace větších umělých mokřadů podporujících retenci a čištění vody a zároveň biodiverzitu. Je doporučena aplikace zelených střech a ozelenění balkónů. Přebytečná voda je při extrémních srážkových situacích odváděna nouzovými cestami centralizovaným způsobem. Společné řešení a management HDV jsou podmíněny spoluprací mezi investory, vlastníky bytových jednotek a majitelem ploch mezi budovami, často například městskou správou.

Typ 2: Plochy bydlení v rodinných domech

Zásadní vliv má velikost stavebních pozemků – od rozvolněné zástavby příměstského typu s vysokým podílem zeleně po individuální bydlení v hustě zastavěném prostoru (např. řadové domy) s nízkým podílem zeleně. Podíl nepropustných ploch je také významně ovlivněn efektivitou navržené uliční sítě a parametry uličního profilu. Poměr propustných a nepropustných ploch by měly ovlivňovat regulační podmínky určující např. koeficient zeleně nebo koeficient zastavěných ploch.

Návrh HDV je vázán primárně na pozemky jednotlivých staveb, což omezuje efektivní řešení bez plánovitého zapojení prostoru obslužných ulic. Při plánování rozvojových ploch je vhodná podpora množství zeleně či polopropustných povrchů na úkor nepropustných ploch v uličním profilu. Zvýšení podílu polopropustných povrchů je vhodné v místech využívaných s nízkou zátěží, např. občasného parkování osobních automobilů. Akumulované srážkové vody lze využít pro provoz domu nebo na závlaku zahrady, efektivitu zajišťují kvalitní systémy řízené akumulace a čerpání podle provozních podmínek. Rozsáhlé zahrady se soukromým využitím potenciálně ovlivňují HDV provozem bazénů (potřeba vody, výpar) nebo instalací zahradních jezírek (možnost kombinace s akumulací srážkové vody). Specifická řešení odtoku za extrémních situací vyžadují rozvojové plochy zástavby na svažitých pozemcích.

Typ 3: Plochy výroby a skladování

Ve struktuře ploch těchto areálů funkčně převládají zastavěné plochy a nepropustné plochy skladové, manipulační a obslužné funkce. Nízké zastoupení zeleně může být v provozní části areálu částečně kompenzováno udržovanou zelení na přilehlých zbytkových plochách pozemků nebo zelenými střechami. Hodnoty koeficientu zeleně jako regulativu potom ovlivňuje rozsah celkové plochy pro jeho výpočet, kdy celkový podíl zeleně může být podpořen právě díky zápočtu extenzivně využitých ploch areálu. Vzhledem ke struktuře a konkrétnímu využití provozních ploch je třeba dbát zvýšeného rizika znečištění odtékající vody.

Výhodu může být, že velké investiční celky a podnikový provoz zaměřený na efektivitu umožňují na větších pozemcích komplexní řešení systémů HDV. Přestože vysoký podíl nepropustných ploch zatěžuje systémy HDV, zmírnění intenzity odtoku přináší plochý reliéf těchto areálů. Vhodné je preferovat povrchové akumulční prvky posilující možnost výparu a zapojení areálů do systému modro-zelené infrastruktury

krajiny. Podle typu provozu je možnost zavádění recyklace provozní vody a případného řízeného využití srážkových vod v provozech se zohledněním jejího specifického znečištění. U budov lze zvážit aplikaci fasádové zeleně, zelených nebo modrých střešních konstrukcí v závislosti na statických poměrech střešních konstrukcí a jejich dalším plánovaným využitím (ventilační systémy a fotovoltaika). Plánování a kontrola HDV probíhá v souvislosti s environmentální politikou podniků a jejich systémy environmentálního managementu. Ovlivnění kvality HDV je možné z pozice státu nebo městské správy dosáhnout vhodnými ekonomickými nástroji. Efektivnost řešení závisí na kvalitě spolupráce investorů s městskou správou.

Typ 4: Plochy občanského vybavení – komerční

Vysoký koeficient zastavěných ploch a míra nepropustných ploch se u ploch občanského vybavení komerčního typu blíží charakteru areálů výroby a skladování. U komerčních ploch občanského vybavení je charakteristická snaha maximálně využít rozvojové plochy pro zástavbu nebo příslušné (povinné) plochy parkovišť, což lze ovlivnit regulačními podmínkami nebo efektivní motivací investora v plánovacím procesu. Z pohledu výběru nástrojů je důležitý charakter vlastnictví. Většinou se jedná o polosoukromé prostory, tedy navštěvované veřejností v soukromých rukou. U objektů veřejného vlastnictví, které někdy komerční areály doplňují (např. pošty a úřady), je vhodné prezentovat vzorová opatření HDV směrem k veřejnosti.

Řešení HDV bývá limitováno nedostatkem prostoru pro plošné prvky povrchové retence nebo infiltrace. Je třeba volit vhodný systém polopropustných povrchů, předčištění a zpracování odtékající vody. Možností může být odvodnění do retenčních či vsakovacích průlehlů a rýh, tedy uplatněním liniových prvků. Podobně lze podpořit zavádění fasádové zeleně, zelených nebo modrých střešních konstrukcí. U prvků HDV je proto důležitý také jejich vliv na pobytové funkce – ovlivnění klimatu a estetiky, což je v souladu s marketingovými záměry provozovatelů. Je možné též investovat do zatraktivnění vstupních prostor vodními prvky a vhodným pěstováním zeleně. Specificky lze prvků HDV využít pro marketing prodejen zahradního a stavebního sortimentu.

Typ 5: Plochy rekreace – parkové

Areály městské zeleně mají zásadní význam pro zmírnění vlivů tepelného ostrova, přitom mohou evapotranspirační potenciál podpořit návrhy vodních ploch a umělých mokřadů. Výhodou je, že jsou tyto plochy převážně v majetku a péči správy města. Vzhledem k převládajícímu vegetačnímu pokryvu případně doplněnému propustnými povrchy cestní sítě je koeficient odtoku nízký. Potenciál vyššího povrchového odtoku a riziko eroze v liniích soustředěného odtoku se může vyskytovat v případě svažitých parkových ploch nebo v místech ovlivněných přítokem z okolních zastavěných území města. U návazných chodníků či parkovacích míst na okrajích parků je třeba též preferovat použití polopropustných povrchů.

Návrh koncepce hospodaření s dešťovou vodou by měl podporovat území jako ohnisko městské biodiverzity a jeho ekosystémové služby posilující rekreační význam. Srážkové vody jsou zadržovány nejen přirozenou intercepcí a plošným vsakováním,



1 Plocha bydlení – bytové domy: pobytový prostor s akumulací vody (Modřice)

2 Plocha bydlení – rodinné domy: společná dešťová kanalizace (Erlangen)

3 Plocha výroby a skladování: vertikální zeleň výrobní haly LIKO-Vo (Slavkov u Brna)

4 Plocha občanského vybavení – komerční: extenzivní zelené střechy (Plzeň)

5 Plocha rekreace – parková: dešťová retenční nádrž (Plzeň)

Obr. 4.2 Příklady opatření HDV na jednotlivých funkčních typech ploch. Zdroj: foto autoři

ale též v navrhovaných povrchových retencích většího rozsahu. Na rozlehlých plochách lze při návrhu vycházet ze zásad vodního režimu neurbanizované krajiny (odvodnění nezpevněných komunikací, protierozní prvky na svazích, péče o lesní porosty). Pro parková náměstí je typická mozaika stromů, keřů, trávníků a záhonů doplněná případně o drobné vodní, hrací a estetické prvky zvyšující atraktivitu pro pobyt, ale také pozitivně působící na zmírnění pocitové teploty návštěvníků v letních měsících. Za vhodných podmínek lze část ploch potenciálně využít jako místa retence nebo vsakování odtoku dešťové vody ze sousedních urbanizovaných ploch.

4.6 Doporučení pro praxi

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 a kol., 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 a kol., 2021b; Sýkorová a kol., 2021).

Použití environmentálních parametrů, jako je koeficient zeleně, koeficient modro-zelené infrastruktury či dalších podobných používaných v zahraničí (Szulczewska a kol., 2014; Peroni a kol., 2020; Juhola, 2018), je problematizováno nutným kompromisem mezi odbornou dokonalostí složitých konstrukcí indexů a nekomplikovaným použitím pro plánovací a stavební praxi.

Pro stanovení regulativů území doporučujeme využívat diferenciované přístupy podle typologie zástavby. 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 $3 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Doporučujeme při tvorbě koncepcí využívat typologie rozvojových ploch z hlediska HDV. V textu představujeme potenciál HDV pěti základních typů rozvojových ploch a odkazujeme na další typologické přístupy. Na základě ukazatele Helsinky Green Factor jsme navrhli pro potřeby hodnocení rozvojových ploch v českých městech vlastní koeficient modro-zelené infrastruktury. V kapitole jsou jednak prezentované hodnoty tohoto koeficientu pro jednotlivé typy povrchů a prvky HDV, a dále je také uvedena hodnotící tabulka k posouzení kvality modro-zelené infrastruktury pro jednotlivé funkční typy ploch.

Jsme si vědomi omezené možnosti stanovit univerzálně platné hodnoty parametrů pro rozvojové plochy zástavby v pestrých přírodních a urbanistických podmínkách v rámci Česka. Pro potřeby stanovení environmentálních parametrů doporučených jako standardů výstavby v jednotlivých městech je vhodné vycházet z místních aktualizovaných rozborů zástavby.

5 Využití modelování odtoku pro návrh systému hospodaření se srážkovou vodou

5.1 Zásady návrhu hospodaření se srážkovou vodou

Urbanizovaná území se vyznačují vysokým podílem nepropustných ploch (např. komunikace, střechy budov, parkovací plochy atd.), který v centrech městských aglomerací často přesahuje 70 %. Dešťová voda dopadající na povrch povodí se nemůže přirozeně vsakovat do podzemních vod a je většinou z povrchu přímo odváděna kanalizačním systémem. Rovněž míra evapotranspirace je oproti přirozeným podmínkám nižší (Howe & Mitchell, 2012).

Cílem hospodaření se srážkovou vodou (HDV) je zajistit obnovení přírodě blízkého vodního režimu ve stávající zástavbě a snaha o uplatnění přirozeného režimu při plánování nové zástavby. Mezi hlavní cíle patří ochrana urbanizovaného území před záplavami při přívalových srážkách, prevence sucha a ochrana vodních zdrojů, ochrana jakosti vody, hydromorfologie a zachování vodních ekosystémů (Stránský a kol., 2021a).

Preferovaným způsobem HDV je decentralizovaný způsob odvodnění, tedy zpracování srážek v místě vzniku a jejich následné navrácení do přirozeného oběhu vody. Přírodě blízká opatření by měla podporovat výpar, infiltraci do půdy, případně a rovnoměrnější povrchový odtok. Mezi preferovaná opatření patří systémy umožňující akumulaci a užívání srážkové vody, či působící zadržováním a regulováním odtoku srážek do vodního toku nebo stokové sítě (WEF, 2014; Vítek a kol., 2018).

Při vsakování vod je však také nutné řešit znečištění srážkových vod, a to oddělováním mírně znečištěných a silně znečištěných srážkových vod, jelikož je potřeba chránit povrchové i podzemní vody a půdní horizonty. Silně znečištěné srážkové vody je pak nutné speciálně čistit (Stránský a kol., 2021a). Zvláště důležité je zachycení „prvního splachu“ kontaminantů, tedy látek, které jsou během bezdeštného období deponovány na povrchu z různých zdrojů a aktivit (atmosférické depozice, doprava, skladování látek, aplikace chemických přípravků atd.). Srážky a odtok z povrchu následně smyjí většinu těchto látek, což vede k většímu počátečnímu znečištění odtékající vody (Anglian Water Services Ltd., 2011). Míra znečištění v povrchovém odtoku závisí na řadě faktorů, zejména na typu území (průmyslové a urbanizované oblasti mají většinou více znečištěný povrchový odtok), délce bezdeštného období (doba akumulace znečištění na povrchu) a době trvání a intenzitě dešťové srážky. V případě jednotné stokové sítě hraje roli i vyplavení sedimentů usazených ve stoce během bezdeštného období a míšení srážkové vody s vodou splaškovou (Woods Ballard a kol., 2015). Předčištění srážkových vod podle charakteru odvodňované plochy

a podle cílového recipientu je důležité např. z důvodu ochrany vodních ekosystémů, půdních horizontů nebo podzemních vod (Anglian Water Services Ltd., 2011).

Při zástavbě na rozvojových plochách se naskytá velká příležitost hospodařit s dešťovou vodou lépe, než tomu bylo doposud s využitím konvenčních systémů odvodnění. Je ovšem velmi důležité již během přípravy a procesu plánování přesně definovat principy a opatření hospodaření s dešťovou vodou. Proces návrhu odvodnění území přírodě blízkým způsobem se stává součástí celého projektu (Sýkorová a kol., 2021). Je více než vhodné, aby se na HDV nahlíželo ze všech směrů jako je urbanistický, architektonický a technický návrh předmětného území či stavby. Již od počátku je nutná koordinace zejména urbanisty, architekta, krajinářského architekta a vodohospodáře, případně též dalších dotčených profesí (dopravní inženýr, městský inženýr atd.). Důraz by měl být kladen na návrh krajinářských úprav s vodohospodářským řešením podle principů a zásad systémů HDV (Stránský a kol., 2021a). Důležitým aspektem je též otázka realizačních a provozních nákladů.

Hospodaření se srážkovou vodou zahrnuje široké spektrum opatření. Systém HDV je tvořen jedním nebo více technickými či přírodě blízkými opatřeními, které se realizují v různých úrovních preference podle lokalizace a rozsahu řešeného území. HDV opatření jsou často kombinována tak, aby bylo dosaženo požadovaného efektu v celém systému (Anglian Water Services Ltd., 2011). Výsledkem je individuální řešení, tj. řešení přizpůsobené místně specifickým podmínkám. Principy HDV nejlépe naplňují objekty decentralizovaného systému odvodnění. Kromě funkčnosti je jejich výhodou to, že jako součást modro-zelené infrastruktury přispívají ke kvalitě života ve městech (Vítek a kol., 2018; Sýkorová a kol., 2021).

V rámci koncepční fáze projektu je hlavním úkolem projektantů připravit návrh systému HDV tak, aby byla koncepce v souladu s požadavky vymezenými plánovací dokumentací, strategickými dokumenty, oborovými generely a standardy, platnou legislativou a technickými normami. Je nutné včas koordinovat návrh přírodě blízkého způsobu odvodnění a implementace HDV s celým projektem. To totiž poskytuje projektantům možnost vymyslet systém, který bude odpovídat místním podmínkám a charakteru zástavby (Sýkorová a kol., 2021). Včasnou integrací systému HDV do řešeného prostoru lze posílit multifunkční význam opatření, například zlepšit klimatickou odolnost a biologickou rozmanitost, snížit nároky na stávající odvodňovací systém (stokovou síť, povrchové vody), efektivně využít veřejný prostor (posílit rekreační a vzdělávací funkce), a také podpořit přirozené začlenění vegetace a vody do veřejného prostoru (Woods Ballard a kol., 2015).

Mezi výchozí koncepční dokumenty pro přípravu projektu patří např. územně plánovací podklady – ÚPP, politika územního rozvoje – PÚR, územně plánovací dokumentace – ÚPD, platná legislativa a technické normy. Na státní úrovni dosud bohužel nevznikl metodický pokyn, který by poskytl návod, jak provázat přírodě blízký způsob odvodnění s územními plány měst (Vítek a kol., 2018). Problematiku řeší oborové generely jako je například generel odvodnění, koncepce odtokových poměrů, generel modro-zelené infrastruktury, nebo plán odvádění extrémních srážek.

Na řešeném území by měla nejprve proběhnout analýza lokálních podmínek a následně pak teprve vlastní návrh koncepce odvodnění. V rámci této analýzy je zjištěn potenciál a případné limity území pro aplikaci systému HDV. Tato fáze je velmi

důležitá a zásadně ovlivňuje podobu výsledného řešení HDV v dotčeném území. Mezi jednotlivé průzkumy území patří např. hydrogeologický průzkum se vsakovací zkouškou, analýza hydrologického režimu, rozbor technické a dopravní infrastruktury, posouzení majetkových vztahů atd. (Stránský a kol., 2021a).

Mezi základní priority HDV patří minimalizace srážkového odtoku u zdroje, tedy měly by být co nejvíce minimalizovány nepropustné povrchy, zavedeny propustné povrchy s vegetačním krytem a využito vhodné množství keřů a stromů (Woods Ballard a kol., 2015). Zpevněné povrchy by měly být primárně navrhovány jako propustné povrchy s vegetací, a střechy by měly být navrhovány jako vegetační, aby naplňovaly funkci klimatickou. U srážek, které budou odváděny, je upřednostňována akumulace srážek pro další využití, dále pak odvádění srážkového odtoku k vegetačním prvkům nebo vsakování srážkového odtoku do půdního a horninového prostředí. Dále pak mohou být srážky zadrženy a následně regulovaně odváděny do povrchových vod, v poslední řadě mohou být srážky zadrženy a regulovaně odváděny do jednotné kanalizace. Priority musí být posouzeny v daném pořadí, a to na základě přípustnosti a proveditelnosti (Stránský a kol., 2021a).

Výběr vhodných opatření v závislosti na podmínkách lokality je podrobněji komentován v kapitole 6, kde je též představen nástroj RWM využívající princip multi-kriteriální analýzy. V této kapitole se zaměřujeme na možnosti využití srážko-odtokových modelů a příklady jejich použití při návrhu systémů HDV.

5.2 Srážko-odtokové modely

5.2.1 Přístupy ke klasifikaci modelů

Hydrologické modelování se zabývá hydrologickým systémem převážně fyzikálních procesů. Hydrologický model reprezentuje vazby, kterými hydrologický systém působí na vstupní proměnné tak, že je transformuje ve výstupní veličiny. V matematickém vyjádření jde o algoritmus řešení soustavy rovnic, které popisují strukturu a chování systému (Clarke, 1973).

Hydrologické modely slouží k analýze prostorově proměnného hydrologického chování námi zvoleného celku. Zvolit správný model může být pro rozsáhlá povodí obtížné, neboť v takových případech pracujeme s velkým množstvím dat. Nepřesný výběr může vést k nejistotě, která nám přinese jen větší množství práce. Proto je důležité hydrologické modely stanovovat přesně, abychom se vyhnuli těmto problémům (Shrestha, 2003).

Matematická reprezentace srážko-odtokového procesu má dlouhou historii, ale teprve zhruba od 80. let minulého století se díky postupnému rozvoji počítačových technologií stává významným nástrojem hydrologů a vodohospodářů, ať už pro operativní předpověď, nebo pro návrhové účely.

Matematický model srážko-odtokového procesu představuje zjednodušený kvantitativní vztah mezi vstupními a výstupními veličinami určitého hydrologického systému (Daňhelka a kol., 2003).

Do dnešní doby byla vyvinuta celá řada modelů, které se od sebe odlišují různými přístupy k jednotlivým komponentám srážko-odtokového procesu nebo ke struktuře zkoumaného povodí často v důsledku toho, za jakým účelem a pro jakou oblast byl model vyvíjen. Postupem času se ukázaly podobnosti nebo naopak odlišnosti v jednotlivých pojetích, podle kterých se pak hydrologické modely začlenily do různých kategorií. Klasifikace by měla uživateli pomoci s výběrem vhodného modelu, který je použitelný pro řešení konkrétní problematiky. Zde uvedená klasifikace podle WMO (World Meteorological Organisation) vychází z několika principů (Becker & Serban, 1990):

- účel aplikace modelu,
- typ systému, který je simulován,
- zohlednění hydrologického procesu, který je modelován,
- princip příčiny a důsledku,
- míra časové a prostorové diskretizace.

Rozdělení dle účelu aplikace dělí modely na tři kategorie:

1. modely používané v operativní hydrologii,
2. modely aplikované pro návrhovou a projekční činnost v oblasti vodního hospodářství,
3. modely využívané ve výzkumu.

Podle klasifikace z hlediska typu systému a hydrologického procesu lze modely dělit na elementární a komplexní. Přehled jednotlivých typů podle WMO je uveden v tabulce 5.1. Přehled rozdělení modelů podle typu simulovaného procesu je uveden v tabulce 5.2.

Tab. 5.1 Typy hydrologických systémů

Číslo	Typ simulovaného systému	ID
1.	Elementární systém	
1.1	Hydrotop (elementární jednotka s konstantními charakteristikami)	HU
1.2	Méně až středně velké odtokové plochy	SA
1.3	Zvodnělé vrstvy	AQ
1.4	Říční síť	RR
1.5	Nádrže a jezera	RL
2.	Komplexní systémy	
2.1	Systém říčních sítí, nádrží a jezer	CS
2.2	Povodí nebo velké odtokové plochy	CB

Zdroj: WMO in Daňhelka a kol., 2003

Tab. 5. 2 Hydrologické procesy a související proměnné použité při klasifikaci modelů (Podle WMO in Daňhelka a kol., 2003)

Číslo	Hydrologické parametry a procesy	ID
1.	Vlhkost půdy, evapotranspirace	ES
2.	Podzemní voda, hladina, průtok	SG
3.	Průtok a vodní stav v korytě	
3.1	– s časovým krokem < 1 den	QF
3.2	– s časovým krokem > 1 den	QM
4.	Teplota vody, ledové podmínky a další proměnné	TW
5.	Splaveniny a související parametry	QS
6.	Kvalita vody	WQ

Zdroj: WMO in Daňhelka a kol., 2003

5.2.2 Klasifikace podle stupně kauzality

Podle kritéria stupně kauzality se modely dělí na deterministické a stochastické. Kauzalita je vyjádřena vztahem příčina – důsledek.

I. Deterministické modely

Modely této kategorie jsou popsány vztahem závislých proměnných (výstupní veličiny) a nezávislých proměnných (vstupní stavové veličiny):

$$y = f(x, a)$$

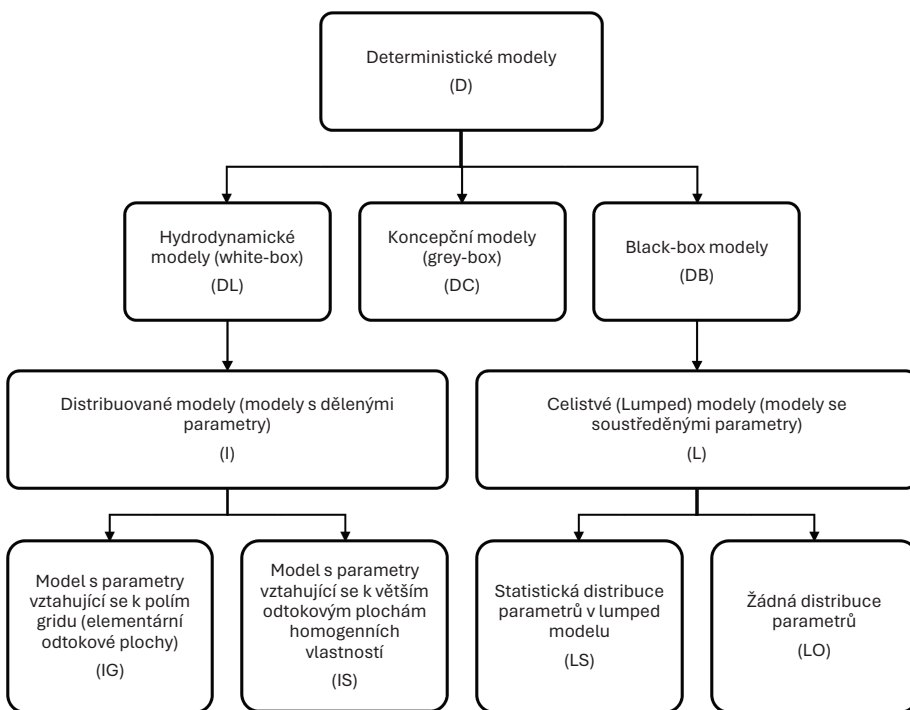
kde a jsou koeficienty nebo parametry popisující chování systému.

Existuje celá řada deterministických modelů, které se od sebe odlišují svojí strukturou, fyzikálním přístupem, či časovou a prostorovou diskretizací. Zde jsou uvedeny hlavní skupiny deterministických modelů:

- **DL (Deterministic, Hydrodynamic Laws)** – tyto modely jsou založeny na fyzikálním popisu srážko-odtokového procesu a snaží se respektovat zákony zachování hmoty, hybnosti a energie (Kulhavý & Kovář, 2000). Mohou využívat teoretické poznatky z hydrodynamiky, termodynamiky, chemie, nebo biologie (Daňhelka a kol., 2003). Označují se také jako „white-box“ modely.
- **DC (Deterministic, Conceptual)** – tento přístup reflektuje fyzikální zákony ve zjednodušené (konceptní) formě a obsahuje i určitou dávku empiricky odvozených vztahů (Becker & Serban, 1990). Konceptní modely potlačují prostorovou složku a předpokládají, že ke změnám stavových parametrů dochází v určitých reprezentativních bodech (Kulhavý & Kovář, 2000). Původně spojený

system je tímto prostorově diskretizován. Modely se poté řeší pomocí obyčejných diferenciálních rovnic. Díky spojení fyzikálního a empirického přístupu je tato skupina označována jako „grey-box“ modely.

- **DB (Deterministic, Black-box)** – modely neberou v úvahu řídicí zákony, ale používají pouze empiricky odvozený vztah mezi vstupními a výstupními veličinami. Procesy probíhající uvnitř systému zůstávají skryty (odtud pojmenování „black-box“). Ukazuje se, že použití těchto modelů pro operativní účely je výhodné spíše u malých povodí, se zvětšující se dobou předpovědi (cca 6 hod) se jeví již výhodnější aplikace fyzikálně strukturovaných koncepčních modelů (Buchtele, 2002). Klasickým příkladem DB modelů jsou neuronové sítě.



Obr. 5.1 Klasifikace deterministických modelů. Zdroj: podle Becker & Serban, 1990

II. Stochastické modely

Stochastické modely primárně neobsahují vazbu mezi příčinou a důsledkem. Lze je rozdělit do dvou základních skupin (Becker & Serban, 1990):

- **SP (Stochastic Probabilistic)** – pravděpodobnostní modely. U těchto modelů jsou jednotlivé hydrologické parametry, jako například maximální či minimální

průtok, vodní stavy nebo podzemní odtok, charakterizovány určitým pravděpodobnostním rozdělením.

- **ST (Stochastic Time series generation)** – modely generování časových řad. Použití těchto modelů je možné při extrapolaci časových řad pozorovaných parametrů, přičemž se zachovávají jejich statistické charakteristiky. Příkladem mohou být ARMA modely (Autoregressive Moving Average).

Z uvedeného vyplývá, že parametry získávané ve stochastických modelech jsou obvykle vztaženy ke konkrétním bodům (stanicím), na kterých jsou měřeny. Již jen v obecnější formě jsou začleňovány do jednotlivých systémů uvedených v tabulce 5.1. Naproti tomu jsou proměnné v deterministickém přístupu vztahovány k přímo k těmto definovaným systémům.

V praxi se dost často využívá obou přístupů. Stochastická složka je přítomna nejen ve většině modelů v oblasti plánování a projekční činnosti vodohospodářských staveb, ale někdy se využívá i v operativní hydrologii, zejména pro dlouhodobé předpovědi (Daňhelka a kol., 2003). Obecně lze ale říci, že deterministický přístup v současnosti převažuje.

V komplexním, deterministickém přístupu lze jen stěží postihnout všechny vstupní parametry a proměnné, které ovlivňují výstupní veličiny. Každý takový model je zatížen určitou chybou, která je složena ze dvou dílčích chyb – vlastní chyba modelu a chyba měřených veličin. Obě je možné popsat určitým pravděpodobnostním rozdělením (Jeníček, 2007).

5.2.3 Klasifikace podle míry časové a prostorové diskretizace

I. Časová diskretizace

Míra časové diskretizace je většinou určována podle způsobu použití modelu. Pro operativní předpovědi, povodňové studie, modelování šíření znečištění nebo transportu plavenin či splavenin se běžně užívá hodinový až denní krok, pro bilanční modely může být délka výpočtového kroku i vyšší (týden, měsíc). Je třeba zdůraznit, že i jednotlivé časové proměnné mohou mít různý časový krok, stejně tak nemusí být stejný ani časový krok týž vstupních a výstupních veličin.

Jiné rozdělení vychází z časové kontinuity výpočtu. Rozlišeny jsou modely:

- **Epizodní** (událostní) modely jsou určeny pro výpočty odtoku z jediné srážkové události. Tyto modely jsou vhodné především pro malá povodí, ve kterých jsou největší povodně způsobeny krátkodobými (přivalovými) srážkami vysoké intenzity. Vzhledem ke krátkému časovému období výpočtu mohou být některé důležité hydrologické procesy (evapotranspirace, oběh podzemní vody) epizodním modelem zanedbány. Proto je většina epizodních modelů ve srovnání s kontinuálními modely méně náročná na množství vstupních dat.
- **Kontinuální** modely simulují odtokové poměry během dlouhého časového období. Výhodou kontinuálních modelů je lepší odhad počátečních podmínek

předcházejících srážko-odtokové události. Jsou proto vhodné především pro velká povodí, ve kterých souvisejí největší povodňové události s déletrvajícím regionálními srážkami nízké intenzity (Daňhelka a kol., 2003). Kromě délky období simulace je důležitý i časový krok výpočtu.

II. Prostorová diskretizace

Problematika prostorové diskretizace je poněkud složitější. Uživatel výběrem vhodného modelu vlastně vytváří jeho topologii. V zásadě se rozlišují dvě hlavní kategorie – distribuované a celistvé (lumped) modely. V poslední době se také vyčleňují kategorie modelů semi-distribuovaných.

- **Celistvé modely** označované také jako lumped modely. Parametry charakterizující povodí (stavové veličiny i časové řady) jsou vztahovány k celému nebo dílčímu povodí. Protože se většinou jedná o bodově měřené hodnoty (srážky na stanici, průtoky v závěrovém profilu), využívá se nejrůznějších geostatistických metod pro jejich převedení na hodnoty plošné.
- **Distribuované modely** označující se také jako modely založené na distribuovaných parametrech. Tento přístup bere v úvahu prostorovou variabilitu vstupních parametrů, které jsou transformovány na parametry výstupní, vykazující také variabilitu v prostoru. V tomto pojetí, které přesněji vystihuje skutečné chování systému, je povodí rozděleno sítí – gridem (čtvercovým nebo i trojúhelníkovým) na elementární odtokové plochy. Pro každé políčko gridu existuje charakteristická hodnota parametru. Velikost gridu bývá různá, maximálně však do jednoho kilometru, aby byla zaručena platnost řídicích rovnic (Becker & Serban, 1990).
- **Semi-distribuované modely** tvoří přechod mezi distribuovanými a celistvými modely. Princip semi-distribuovaných modelů spočívá v rozdělení povodí na elementární odtokové plochy (hydrotopy), které se (na rozdíl od předchozí kategorie) vyznačují homogenními prostorovými parametry, například stejným půdním druhem a vegetačním pokryvem. Semi-distribuované modely se stále častěji aplikují, protože představují optimální kombinaci obou výše uvedených přístupů. Při určování odtokových ploch semi-distributivních modelů je třeba vzít v úvahu jednak prostorovou distribuci jednotlivých parametrů hydrologického systému (povodí), a také je třeba respektovat rozdělení územních charakteristik ovlivňující odtokový režim, jako například topografii, půdní podmínky, vegetační pokryv nebo hydrogeologii.

5.3 Základní komponenty hydrologických modelů

Komponenty modelů se používají k simulaci hydrologické odezvy v povodí. Základními komponentami modelu jsou:

- a) model povodí,
- b) meteorologický model.

Simulace vypočítává srážko-odtokovou odezvu v modelu povodí vzhledem ke vstupním údajům z meteorologického modelu. Řídící specifikace definují čas a časový krok simulačního běhu.

V modelech povodí a meteorologických modelech jsou jako parametry nebo okrajové podmínky často vyžadovány složky vstupních dat, jako jsou data časových řad, párová data a data v síti.

a) Model povodí

Modely povodí jsou jednou z hlavních součástí hydrologických modelů. Jejich hlavním účelem je převést atmosférické podmínky na průtok v určitém místě povodí. Hydrologické prvky modelu jsou dílčí povodí, jejich propojení (povrchový tok, vodní toky, kanalizace), soutoky, nádrže, odklony, zdroje a odběry. Tyto prvky jsou propojeny v síti, která reprezentuje model řešeného povodí (Hydrologic Engineering Center, 2023).

Hydrologicky přispívající prvky jsou základními stavebními kameny modelu povodí. Prvek představuje fyzikální proces, například povodí, tok nebo soutok. Každý prvek přispívá k celkové odezvě povodí na atmosférické vlivy.

Základními prvky modelu povodí jsou:

- **Dílčí povodí:** Prvek dílčího povodí se používá k reprezentaci fyzického povodí. Vzhledem ke srážkám se odtok z prvku dílčího povodí vypočítá odečtením srážkových ztrát infiltrací, převedením přebytečných srážek na průtok v dílčím povodí a přičtením základního odtoku.
- **Propojení:** Prvek propojení se používá k převodu vody po proudu v modelu povodí. Přítok do prvku může pocházet z jednoho nebo mnoha prvků na horním toku. Odtok z propojení se vypočítá tak, že se zohlední translace a útlum hydrogramu přítoku. Propojení může charakterizovat povrchový tok, proudění korytem vodního toku, proudění kanalizací apod.
- **Soutok:** Prvek soutoku se používá ke spojení průtoku z hydrologických prvků umístěných před prvkem soutoku, tj. z propojení a dílčích povodí.
- **Zdroj:** Prvek zdroje se používá k zavedení průtoku do modelu povodí.
- **Odběr:** Prvek odběru se používá k reprezentaci odtoku z povodí.
- **Nádrž:** Prvek nádrže se používá k modelování zadržení a transformace hydrogramu způsobeného nádrží.
- **Odklon:** Prvek odklonu slouží k modelování průtoku, který opouští hlavní koryto.

b) Meteorologický model

Hlavním účelem meteorologického modelu je příprava meteorologických okrajových podmínek pro dílčí povodí.

5.4 Přístupy k návrhu systému hospodaření se srážkovou vodou

5.4.1 Varianty řešení rozvojových ploch

Pro vybrané rozvojové lokality byly typově řešeny 3 varianty nakládání se srážkovými vodami, resp. využití prvků HDV. Prvky HDV byly voleny dle navrhovaného využití rozvojové lokality. Pro každý typ rozvojové plochy jsou typické a vhodné jiné prvky HDV (podrobněji uvádíme v kapitole 4).

Varianty rozvojových ploch je možné seřadit od nejméně vhodné po nejhodnější následovně:

- Varianta 1 – Konvenční návrh odvodnění,
- Varianta 2 – Návrh opatření, která mají minimální požadavky a omezení pro investora,
- Varianta 3 – Ideální návrh HDV.

Varianta 1 – bez návrhu

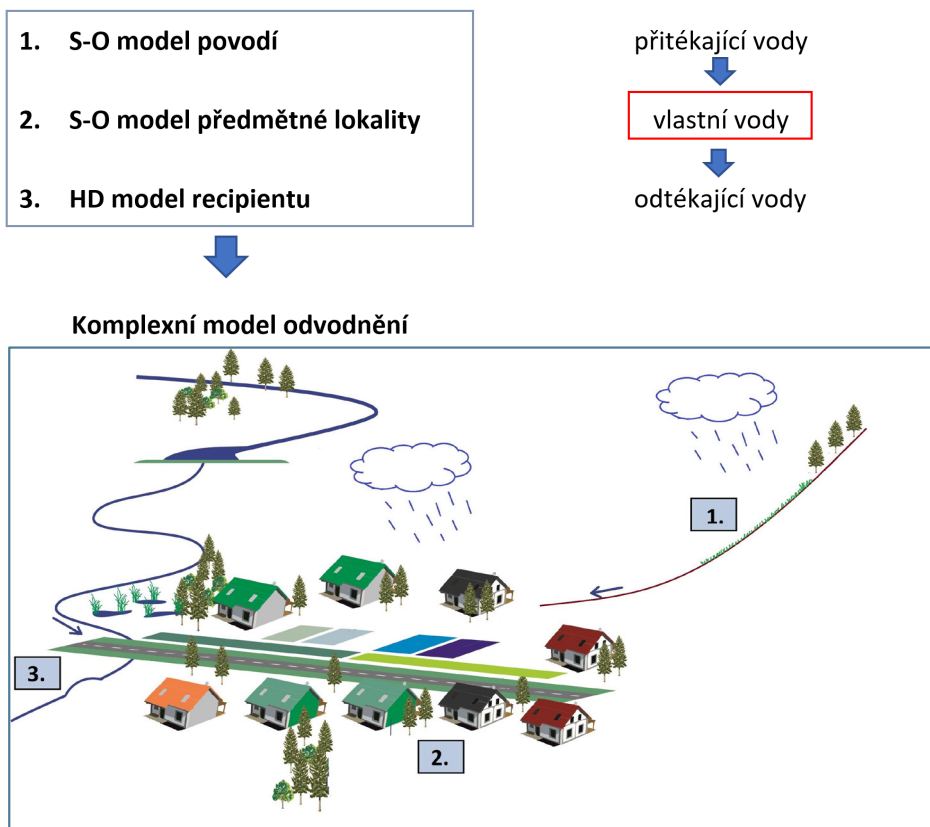
Nejméně vhodné řešení HDV rozvojové plochy počítá s přímým odváděním srážkových vod dešťovou kanalizací bez jakýchkoliv opatření ke snižování množství, retenci či retardaci odtoku. Jedná se v dnešní době spíše o teoretickou variantu, která má sloužit ke srovnávacím účelům a vyzdvihnout účelnost návrhu HDV.

Varianta 2 – minimalistický návrh HDV

Minimalistický návrh HDV odpovídá návrhu s minimálním omezením investora, tj. minimalizace nákladů na realizaci, provoz a zejména minimalizace záboru rozvojové plochy na prvky HDV. Pro zajištění efektivního snížení odvádění srážkových vod mohou být navrženy retenční nádrže povrchové či podzemní.

Varianta 3 – ideální návrh HDV

Ideální návrh HDV na rozvojové ploše počítá s využitím celé škály prvků HDV. Opatření na budovách (zelené střechy, zelené fasády apod.), v uličním profilu (dešťové záhony, zasakovací průlehy, propustné povrchy) a veřejné zeleni (retenční nádrže, plošné vsakování, výsadba zeleně apod.) mají nároky na zábor rozvojové plochy, investiční náklady a náklady na jejich údržbu. Motivací k těmto opatřením jsou



Obr. 5.2 Schéma oblastí řešení simulačními modely. Zdroj: vlastní zpracování

pozitiva, která s sebou nesou v podobě adaptace na klimatické změny, zlepšování mikroklimatu, zvyšování standardu veřejného prostoru apod., což zvyšuje kvalitu a cenu rozvojové plochy.

5.4.2 Příklady použití srážko-odtokových modelů

Pro detailní návrh prvků HDV je vhodné uplatnit **srážko-odtokové modely**, které dokáží simulovat srážko-odtokové procesy i navazující odtok a nakládání se srážkovou vodou. Řešené lokality i navržené prvky HDV mohou být různého charakteru, rozsahu a složitosti. Proto existují různé přístupy k řešení od jednoduchých výpočtů po komplexní řešení odvodnění širších území. Praktické využití simulačních modelů lze rozdělit do základních tří kategorií, resp. rozsahu komplexnosti (Obr. 5.2).

Každý z výše uvedených modelů se detailně zaměřuje na jinou problematiku odvodnění, a proto je možné využít při detailním řešení konkrétních lokalit pouze některý z uvedených modelů příp. využít kombinaci všech a simulovat komplexní odvodnění.

Pro rozsáhlé lokality se složitějším řešením HDV, kde může hrát významnou roli časový průběh, souběhy přítoků z různých lokalit a zdrojů a návaznosti dalšího nakládání s odtékající vodou, mohou být vhodnou volbou komplexní modely, které dokáží simulovat spřažené modely kombinující srážko-odtokové procesy, proudění po povrchu, proudění kanalizací a proudění ve vodních tocích.

Z hlediska návrhu HDV pro rozvojové plochy je však nejdůležitější řešení vlastních vod, tj. srážkové vody na předmětné lokalitě.

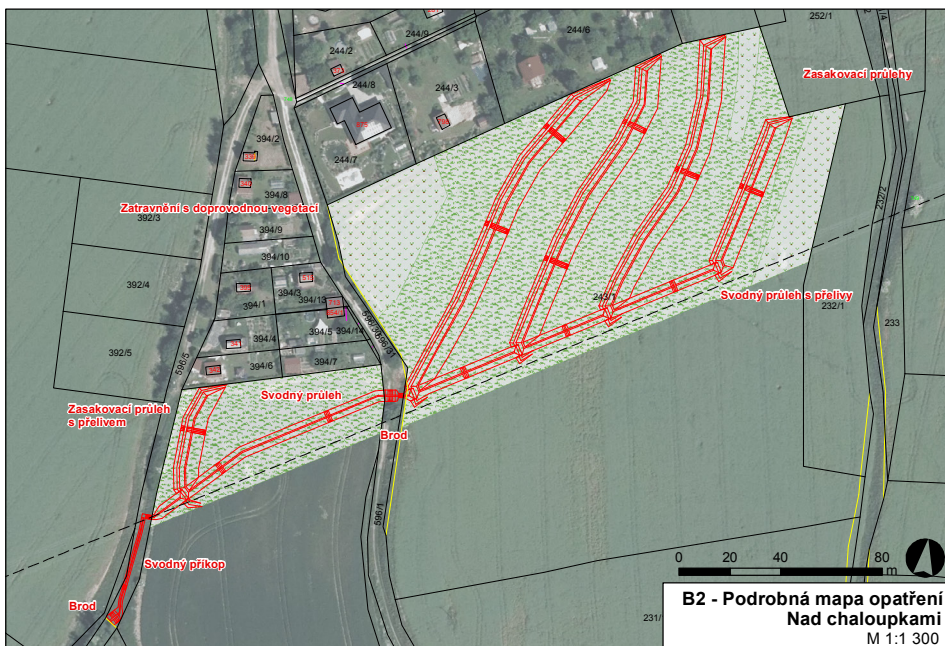
S-O modely povodí mají využití zejména v rozvojových lokalitách, u kterých je riziko ohrožení povrchovým odtokem z povodí. Často může být povrchový odtok doprovázen erozí, jak je ilustrováno na následujících obrázcích (Obr. 5.3). Při vstupu zvýšeného množství povrchového přítoku do intravilánu zástavby, jejíž způsob odvodnění (kanalizace, příkopy apod.) není dostatečně kapacitní, vzniká povodňové ohrožení. Na základě znalosti povrchového přítoku (kulminační průtok, objem, hydrogram) lze navrhnout prvky HDV, které tyto vody odvedou, retenují, retardují či zasáknou a ochrání stávající příp. rozvojovou lokalitu (Obr. 5.4).



Obr. 5.3 Příklad lokality vhodné pro návrh opatření na podkladu S-O modelu povodí (foto vpravo – následek povrchového přítoku s erozí z povodí). Zdroj: foto autoři

S-O model předmětné lokality se využívá k plánování, analýzám a návrhům týkajících se odtoku srážkových vod, kanalizace a dalších odvodňovacích systémů v městských oblastech. Jedná se o simulační modely s využitím modelování jedné srážkové události nebo dlouhodobé simulace. V rámci řešené lokality lze detailně řešit odvodňované plochy, návaznost odvodňovaných ploch na sebe a na odvodňovací systém a návrh a posouzení prvků HDV (Obr. 5.5). Simulační modely umožňují plánovat a posuzovat opatření modro-zelené infrastruktury, též v rámci koncepce LID (LID – Low Impact Development).

Hydrodynamické modely recipientu mohou sloužit pro posouzení kapacity recipientu s ohledem na možnosti zaústí srážkových vod, aby nedocházelo jejich vlivem ke zhoršení odtokových poměrů. Případně lze simulovat proudění vodoteče nebo suchého koridoru v předmětné lokalitě, které slouží k povrchovému odvodnění řešené lokality, k retenci či retardaci odtoku.

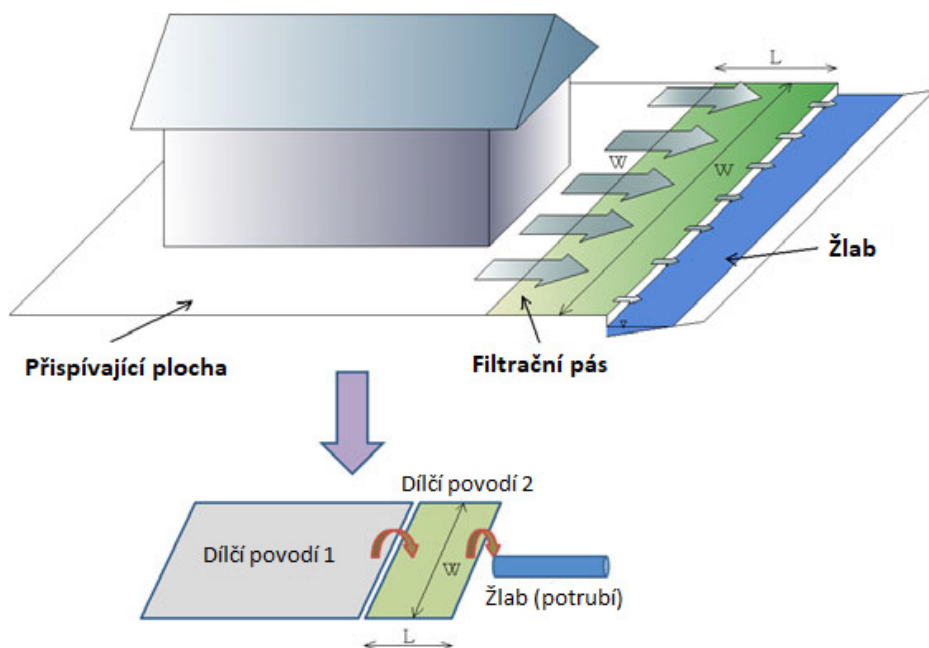


Obr. 5.4 Ukázka návrhu soustavy zasakovacích průlehů. Zdroj: Urban, 2016

Komplexní řešení srážko-odtokových procesů s návrhem opatření je vhodné využít při simulacích přívalových dešťů, kde klasické jednorozměrné (1D) simulační modely nemohou postihnout celý komplikovaný srážko-odtokový proces, a při kterém dochází k výronu vod na povrch povodí, k transportu vod po tomto povodí a k případnému nátoku těchto vod zpět do kanalizace v jiných místech stokové sítě (Obr. 5.6, Obr. 5.7, Obr. 5.8).

Pro lepší porozumění chování srážkových vod na povrchu urbanizovaného povodí je třeba 1D simulační model napojit na dvourozměrný (2D) simulační model, popisující procesy pohybu vody na povodí. Tento systém 1D a 2D simulačního modelu spojený do jednoho celku (výpočet probíhá souběžně v obou modelech při vzájemné výměně dat v každém časovém kroku) zvaný „coupling“ umožňuje sledovat a analyzovat pohyb srážkových vody v kanalizaci, výron srážkových vod na povodí, postup těchto vod po povodí ovlivněný morfologií terénu a nátok srážkových vod zpět do kanalizace v závislosti na kapacitních podmínkách ve stokové síti.

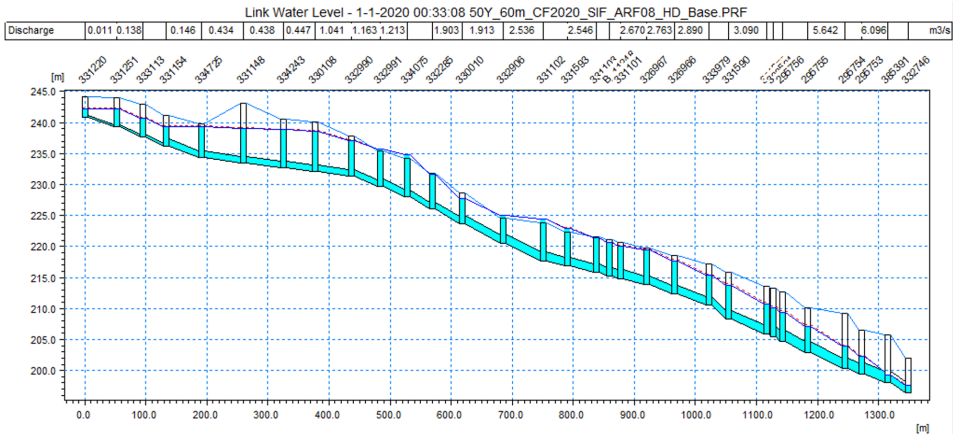
Dvourozměrný simulační model je vytvořen na základě digitálního modelu terénu a popisuje proudění po povrchu. Propojení 1D a 2D simulačního modelu je provedeno propojením modelů v místech šachet, kde během výpočtu dochází k přenosu dat (vody) mezi oběma modely. Vodní toky mohou být schematizovány 2D modelem, příp. zjednodušeným 1D modelem, u kterého je propojení s 2D modelem povrchového odtoku přes břehové hrany koryt vodních toků.



Obr. 5.5 Schematická reprezentace přispívající plochy na filtrační pás při detailním řešení. Zdroj: SWMM, 2022



Obr. 5.6 Foto povodně na křížení ulic Husitská a Prokopova v Praze v důsledku výronu vody z kanalizační sítě. Zdroj: foto autoři



Obr. 5.7 Podélný profil stoky při simulaci srážkové události. Zdroj: vlastní zpracování



Obr. 5.8 Mapa hloubek zaplavení ulic vývěrem z kanalizace a proudění uličním profilem z výsledku simulačního modelu. Zdroj: Metelka & Urban, 2022

Pro posouzení variant řešení je v případě větších areálů, komplikovanější struktury ploch nebo většího počtu prvků HDV vhodné uplatnit srážko-odtokové modely, které dokáží simulovat srážko-odtokové procesy i navazující odtok a nakládání se srážkovou vodou. Řešené lokality nebo navržené prvky HDV mohou být různého charakteru, rozsahu a složitosti. Proto jsou diskutovány různé přístupy k řešení od jednoduchých výpočtů po komplexní řešení odvodnění širších území. Obecný přehled srážko-odtokových modelů s příklady použití může pomoci veřejné správě v rozhodování, jakou úroveň podrobnosti a náročnosti výpočtů požadovat při zpracování návrhů či posuzování variant externím dodavatelem.

Klimatická změna přináší významné vlivy na odtokových proces – zvyšuje riziko sucha i extrémních srážek. Z výsledků klimatických studií vyplývá nejistota v plánování HDV s ohledem na možné scénáře vývoje dopadů změny klimatu. Tyto nejistoty ve vstupních parametrech je třeba zohlednit při použití hydrologických modelů.

6 Multikriteriální analýza podmínek hospodaření se srážkovou vodou s využitím softwarové aplikace RWM

Následující kapitola uvádí rozbor podkladů použitých pro výběr vhodného opatření HDV, komentuje jejich vyhodnocení pomocí techniky multikriteriální analýzy a ukazuje možnosti využití softwaru RainWaterManager (RWM). Výběr nástrojů prosazování je založen na komplexním přehledu, který jsme prezentovali v kapitole 3. Použití environmentálních parametrů vychází z rozborů a analýz uvedených v kapitole 4. Pro pochopení přístupu k návrhu systému HDV na rozvojových plochách s využitím softwarové aplikace RWM nejprve vysvětlíme obecné principy multikriteriální analýzy. Pro uživatelskou praxi je potom důležité se seznámit s funkcionalitou softwaru popisovanou v dalších částech kapitoly. Podrobnější informace k funkcionalitě softwaru RWM jsou uvedeny v jeho manuálu, který je stejně jako software dostupný na webové stránce <https://www.fzp.czu.cz/rwm>. Tato kapitola představuje především východiska tvorby a principy RWM. Ukázka použití softwaru pro hodnocení variant řešení je v této kapitole doplněna o verifikaci na základě hydrologického modelování, které bylo podrobně komentováno v kapitole 5.

6.1 Obecné principy multikriteriální analýzy

Multikriteriální analýzu (MCA) je možné v jednoduchosti definovat jako rozhodovací proces, který umožňuje na základě předem definovaných kritérií (kritéria, na jejichž základě chceme vybrat nejlepší variantu) nalézt nejvhodnější z alternativ řešení (přípustné výsledky, mezi nimiž se rozhodujeme). MCA umožňuje také vyhodnocení v případech, kdy jsou kritéria výběru tematicky a jednotkově různorodá. Kritéria mohou být kvantitativní nebo kvalitativní. Příkladem kvantitativních kritérií může být například cena, rozloha plochy nebo doba objem. Kvalitativním kritériem pak může být například pobytová kvalita nebo stupeň ekologické stability. Různý charakter kritérií bývá pro jiné hodnotící metody nepřekonatelnou překážkou. MCA toto řeší zavedením klasifikační stupnice a definuje, zda se jedná o minimalizační nebo maximalizační kritéria. Dalším specifikem MCA je, že můžeme definovat důležitost jednotlivých kritérií. To uživateli umožňuje rozlišovat míru preference (váhy) hodnotících kritérií. Tím do procesu MCA vnáší hodnotitel vlastní preference pro hodnocení nebo preference vyplývající z obecných požadavků na optimální řešení (Fiala a kol., 1997; Brožová a kol., 2009; Fotr a kol., 2009).

Obecný postup pro vyhodnocení metodou MCA se skládá z těchto základních kroků:

- I. Definice problému (identifikace alternativ),
- II. Stanovení hodnotících kritérií,
- III. Sestavení rozhodovacích matic,
- IV. Vyjádření preferencí mezi kritérii,
- V. Vyhodnocení.

I. Definice problému

Základním úkolem je identifikovat všechna přípustná řešení rozhodovacího procesu. Rozhodujeme se třeba mezi několika variantami řešení systému HDV. Každá varianta má konkrétní popis řešení.

II. Stanovení hodnotících kritérií

Při stanovení hodnotících kritérií je vytvořen konečný seznam obsahující kritéria, na jejichž základě bude vybrána nejvhodnější alternativa (v případě systému HDV např. míra řešení problému odtoku či sucha, kvalita veřejných prostranství atd.). Seznam těchto kritérií si obvykle definuje hodnotitel sám.

III. Sestavení rozhodovacích matic

Hodnotící kritéria mohou být značně různorodá, proto je nutná jejich transformace na srovnatelné jednotky. K tomu jsou využívány transformační stupnice a škály. Tato transformace se provádí v procesu zvaném sestavování rozhodovacích matic. Při tomto procesu přidáváme každému hodnotícímu kritériu číselnou hodnotu. K tomu je možné využít více metod, z nichž nejznámějšími jsou dle Brožové a kol. (2009):

- nominální,
- ordinární (klasifikační, bodovací),
- kardinální.

Nominální metoda

Nominální metoda patří k nejjednodušším. Při této metodě se uživatel rozhoduje, zda je hodnocené kritérium u dané varianty splněno či nikoliv. Do rozhodovací matice je zanesena obvykle hodnota 1 (splňuje) a 0 (nesplňuje). Nevýhodou tohoto přístupu je nemožnost vyjádřit sílu preference.

Ordinární metoda

Ordinální metoda zavádí uspořádací stupnice. Ty uspořádají kritéria dle stupnice na základě důležitosti. V zásadě jsou používány dvě stupnice klasifikační a bodovací. Klasifikační stupnice hodnotí kritéria dle známkování (např. jako ve škole,

1 = nejlepší a 5 = nejhorší). Bodovací stupnice pak kritéria boduje na základě zvolené bodovací škály (např. 1–100 bodů, 1 = nejnižší hodnota, 100 = nejvyšší hodnota).

Kardinální metoda

Využívá stupnice intervalové nebo poměrové. Intervalová stupnice je využívána pro hodnocení kvantitativního kritéria ve stanoveném intervalu (obvykle min – max). Poměrová stupnice je založena na definici vzájemných poměrů užítosti řešení vyjádřených objektivními jednotkami (veličinou). Od intervalové stupnice se liší vztahem k absolutní nule, která je definována fyzikální podstatou použité veličiny.

IV. Vyjádření preferencí mezi kritérii

Při vyjádření preferencí mezi kritérii je pro každé kritérium určena jeho relativní důležitost vzhledem k ostatním (např. dosažení nižšího specifického odtoku může být 2x důležitější než podpora biodiverzity). K tomuto účelu je možné použít opět více metod:

- aspirační úroveň,
- pořadí důležitosti,
- stanovení vah důležitosti.

Aspirační úroveň

Aspirační úroveň stanovuje, jaká může být minimální nebo maximální hodnota daného kritéria. Pokud klesne hodnota kritéria pod (nebo stoupne nad) tuto hodnotu, je varianta automaticky vyhodnocena jako nepřijatelná. Výhodou je rychlá eliminace variant ještě před samotným vyhodnocením MCA.

Pořadí důležitosti

Uživatel seřadí kritéria dle důležitosti k tomu lze opět využít bodovací stupnice a škály (viz *Sestavení rozhodovacích matic*).

Stanovení vah důležitosti

Je nejčastěji využívanou metodou pro vyjádření preferencí. Obvykle platí, že čím je kritérium významnější, tím je vyšší hodnota jeho váhy. Váhy můžeme přiřadit různými způsoby. Jednoduššími způsoby jsou metoda bodovací (hodnotitel přiřadí počet preferenčních bodů) a metoda pořadí (kritéria jsou seřazena dle preferencí od nejméně preferovaného po nejvíce preferované, jejich pořadí pak odpovídá počtu přiřazených bodů). Sofistikovanějším přístupem pak může být jejich výpočet například pomocí Saatyho metody párového porovnání (Brožová a kol., 2009).

V. Vyhodnocení

Pro vyhodnocení MCA existuje více hodnotících metod (Fiala a kol., 1997). Tyto metody se liší především vlastním mechanismem hodnocení, ale také svým požadavkem na vstupy. Často totiž vyžadují právě vektor vah, který je sestaven při definici preferencí mezi výběrovými kritérii. Hodnotící metody lze rozdělit do dvou základních skupin:

- metody založené na dílčím hodnocení variant,
- metody založené na párovém hodnocení variant.

Metody založené na dílčím hodnocení variant

Nejčastěji používanou variantou je bodovací metoda. Její výhodou je, že přímo reflektuje důležitost kritérií, a dále její jednoduchost. Zvláště vhodná je při hodnocení kvalitativních kritérií. Samotné vyhodnocení probíhá dle následujícího vzorce:

$$S_i = \sum_{j=1}^n v_j k_{i,j}$$

kde: S_i = skóre i-té alternativy, $i = 1, 2, \dots, m$,
 m = počet alternativ
 v_j = hodnota váhy j-tého kritéria, $j = 1, 2, \dots, n$,
 $k_{i,j}$ = hodnota daného prvku v rozhodovací matici
 n = počet kritérií

Metody založené na párovém hodnocení variant

Tento typ metod obvykle neposkytuje číselné ohodnocení jednotlivých variant. Výsledkem je rozklad souboru hodnocených variant na indifferenční třídy. Metody zařazené do stejné třídy lze považovat za rovnocenné. Tato skupina zahrnuje širokou paletu specifických metod, jejichž použití často závisí na konkrétní hodnocené situaci. Jako zástupce hodnotících metod pak můžeme uvést například metody IPA (analýza ideálních bodů), CDA (analýza shody a neshody), TOPSIS, ELECTRE, PROMETHEE (Fiala a kol.; 1997, Brožová a kol.; 2009, Fotr a kol., 2009).

6.2 Podklady pro multikriteriální analýzu podmínek hospodaření se srážkovou vodou

Otázka volby nejvhodnější varianty opatření HDV obvykle naráží na množství kritérií, na kterých samotná volba přímo nebo nepřímo závisí. Počet a typ kritérií je primárně ovlivňován konkrétními podmínkami v řešené situaci. Sekundárně pak mají vliv osobní preference investora. Počet výběrových kritérií se může pohybovat od

několika málo, v případě jednoduchých situací, až po jejich velké množství, v případě složitých a rozsáhlých projektů. Přesný počet kritérií a jejich povahu nelze obecně stanovit. I přes tuto skutečnost byl pro potřeby softwaru RainWaterManager (RWM) definován základní seznam otázek, které mají uživatelé pomoci s výběrem konkrétního opatření vhodného pro jím definovanou situaci.

Tyto otázky vycházejí z různých okruhů témat, jako jsou přírodní nebo technická omezení pro realizaci daného opatření HDV, náročnost na jeho zhotovení a údržbu, tematické zaměření nebo zohlednění funkčního typu rozvojové plochy. Vybrané přírodní, lokální a technické podmínky vyplývají zejména z požadavků norem ČSN 75 9010 – Vsakovací zařízení srážkových vod a TNV 75 9011 – Hospodaření se srážkovými vodami. Další kritéria pak byla zvolena na základě potřeby sledovat obecné společenské cíle (např. potřeba řešit sucho, povodně) či na základě komunikace s potencionálními uživateli (např. ekonomické hledisko realizace a údržby).

Pro každou otázku byl sestaven seznam přednastavených odpovědí, které uživatel volí z uvedené nabídky. Odpovědi jsou pak použity k bodovému ohodnocení opatření HDV. Toto ohodnocení vyjadřuje větší nebo menší vhodnost daného opatření pro podmínku, kterou reprezentuje zvolená odpověď. Některé otázky mají vylučující charakter. Znamená to, že pokud je volba odpovědi vyhodnocena jako neslučitelná s požadavky některého opatření HDV, dojde k jeho vyloučení. Celkem bylo zvoleno jednáct otázek, které byly rozděleny do pěti tematických okruhů, jimiž jsou: a) tematické zaměření, b) využití prostoru, c) přírodní podmínky, d) lokální omezení a e) náklady.

a) Tematické zaměření

Tematické zaměření zahrnuje kritéria zohledňující preferovaná (hydroklimatická) témata, na která mají opatření HDV reagovat, a funkční typ rozvojové plochy.

Pro volbu preferovaného tématu je definováno celkem sedm hydroklimatických situací nebo jejich kombinací: přehřívání, sucho, záplavy akumulace vody, přehřívání/sucho, přehřívání/akumulace, sucho/akumulace. Podmínka vychází z obecné potřeby adekvátně reagovat na hydroklimatickou situaci v daném území. V závislosti na tom jsou pro jednotlivá témata doporučována opatření HDV, která mají pomoci se zmírněním daného hydroklimatického jevu. Například při volbě sucha budou doporučována přednostně ta opatření HDV, která dokáží zadržovat srážkovou vodu, pro její pozdější využití.

Vzhledem k předpokládané struktuře funkčních ploch pro různé typy zástavby (funkční typy rozvojové plochy) jsou doporučována opatření HDV, která se svým charakterem (prostorovými dispozicemi) hodí do daného typu zástavby. Typ rozvojové plochy zohledňuje také požadavky normy ČSN 75 9010. Norma například uvádí povrchy, ze kterých je přímé zasakování srážkové vody nevhodné nebo podmíněčně přípustné. Takovéto povrchy je možné předpokládat například v průmyslových areálech (parkoviště u opraven automobilů, plochy pro hospodaření s odpady, ...). Definovány jsou tyto rozvojové typy funkčních ploch: bytové domy, rodinné domy, výroba a skladování, občanská vybavenost a rekreace a sport. Preference řešení HDV na jednotlivých typech rozvojových ploch jsou vysvětleny v kapitole 4. Bližší informace o typu funkční plochy je možné dohledat v *Katalogu opatření efektivního hospodaření se srážkovou vodou*

na rozvojových plochách urbanizovaných území (Kopp a kol., 2022a), který je jedním z hlavních výstupů projektu. Jeho digitální verze je součástí softwaru RWM.

b) Využití prostoru

Využití prostoru je zaměřeno na dostupnost vhodných ploch pro realizaci opatření HDV. Dále pak na orientační odhad poměru odvodňovaných ploch vůči plochám, které mohou být naopak použity pro zasakování.

Prostor pro realizaci HDV vychází z prostorových nároků na technickou realizaci jednotlivých opatření HDV. Tyto nároky vychází z projektových dokumentací pro jednotlivé typy opatření. Celkově lze zvolit šest variant převládajících charakterů ploch: liniový, bodový plošný a tři jejich kombinace. Tato podmínka má za cíl odlišit ta opatření, která mají jiné než zvolené (dostupné) prostorové nároky.

Odhadovaný poměr nepropustných a vsakovacích ploch vychází z normy TNV 75 9011. Ta definuje poměr redukovaných a vsakovacích ploch. Na základě tohoto poměru pak doporučuje, jaký typ opatření HDV je pro danou situaci vhodný. Pro uživatelské zjednodušení je rozloha redukovaných ploch nahrazena nepropustnou plochou. V praxi to znamená, že uživatel na základě projektové dokumentace (nebo vlastního odhadu) zjistí, jaký bude poměr mezi celkovou rozlohou všech nepropustných ploch a rozlohou ploch využitelných pro vsakování. Pokud bude tento poměr < 5 , bude mu doporučeno například plošné vsakování. Pokud bude poměr v rozmezí 5-15 (více nepropustných ploch), bude mu doporučen například vsakovací průleh. V případě, že bude poměr > 15 , bude uživateli doporučena například vsakovací nádrž (soustředěné povrchové vsakování s retencí).

c) Přírodní podmínky

Přírodní podmínky jsou jedním z nejvíce omezujících faktorů pro volbu opatření HDV. Ve vztahu k hospodaření se srážkovou vodou jsou pak nejdůležitějšími podmínkami propustnost půd, sklon terénu a výška hladiny podzemní vody.

Propustnost půd je důležitá z hlediska rychlosti vsaku. Při špatné propustnosti zejména u jílovitých půd je zasakování zcela neefektivní. Tato skutečnost pak značně omezuje použití vsakování, které má být pro likvidaci vod dle normy ČSN 75 9010 preferováno. TNV 75 9011 pak upozorňuje na to, že při neefektivním vsakování může docházet (např. u průlehů) k dlouhodobému nahromadění vody, což následně může vézt k odumírání vegetačního krytu.

Při sklonu terénu větším než 5 %, je dle normy TNV 75 9011 povrchové vsakování (zejména plošné) nevhodné nebo dokonce prakticky nemožné.

Výška hladiny podzemní vody je limitující pro technickou realizaci vsakovacích zařízení zejména technického typu. Norma ČSN 75 9010 definuje, že hladina podzemní vody má být minimálně 1 m pod základovou spárou takového zařízení. Spojíme-li tento požadavek s realizačními požadavky jednotlivých vsakovacích zařízení, dospějeme k závěru, že pokud je hladina podzemní vody méně než 2 m pod úrovní terénu, není možné některá vsakovací zařízení realizovat (např. vsakovací šachta, vsakovací nádrž).

d) Lokální podmínky

V tomto tematickém okruhu je uživatel dotazován na přítomnost staré ekologické zátěže a přítomnost recipientu. Nachází-li se v zájmové lokalitě místo se starou ekologickou zátěží, je vsakování dle normy TNV 75 9011 v takovýchto místech zakázáno. Veškeré uvažované vsakovací opatření budou v tomto případě odstraněna z výběru.

Přítomnost recipientu zohledňuje potřebu některých opatření HDV na likvidaci odtékající vody. Jedná se zejména o opatření s regulovaným odtokem (retenční a de-tenční nádrže), jejichž konstrukce předpokládá stálý odtok. Nádrže mají především transformační funkci.

e) Náklady

Pro potenciální uživatele bývá často velmi důležitá otázka pořizovacích nákladů či potřeby údržby při provozu opatření HDV. Oba tyto požadavky mohou být v rozporu s maximální efektivitou při likvidaci srážkové vody. Nicméně pokud mají vysoké náklady bránit v realizaci opatření HDV, je vhodné nabídnout levnější alternativu.

Potřeba údržby v praxi klade na provozovatele opatření HDV různě velké nároky. Někteří provozovatelé však nemají prostředky nebo ochotu se o dané opatření v budoucnu aktivně starat. Proto je do výběru opatření přidána možnost preferovat jen opatření s minimální potřebou údržby.

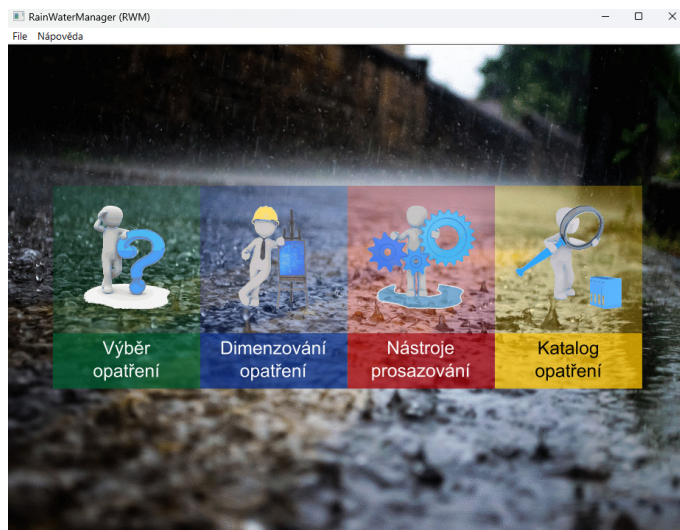
Cena opatření Kč/m² reflektuje (současnou) jednotkovou cenu realizace opatření HDV. Uživatel tak může ovlivnit, že při výběru mu budou nabídnuta především opatření s nižšími náklady na realizaci.

6.3 Možnosti využití softwarové aplikace RWM na podporu hospodaření se srážkovou vodou

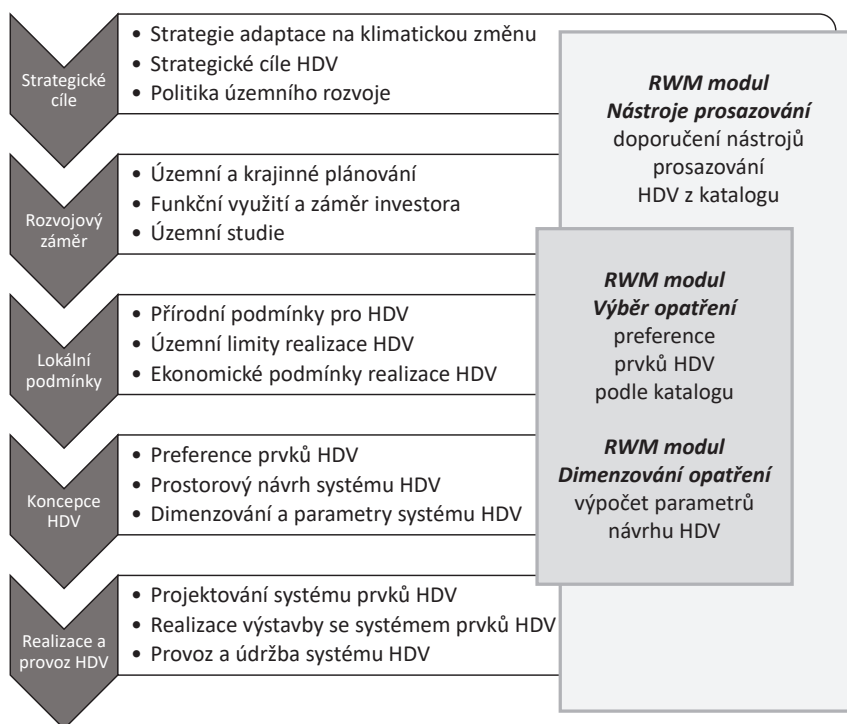
Software RainWaterManager (RWM) je koncipován jako samostatně spustitelná aplikace (*.exe) vyvinutá v programovacím jazyce C++. Před jeho spuštěním není vyžadována žádná instalace. Distribuční balík kromě samostatného programu s názvem RainWaterManager.exe obsahuje také složku HDV. Složka HDV v sobě obsahuje PDF soubory (*.PDF), na které se samotný software odkazuje nebo je přímo otevírá. Aplikace, která soubory PDF otevírá a zobrazuje, není součástí distribučního balíku.

Software RWM je koncepčně rozdělen do čtyř samostatných modulů, do kterých se přechází skrze úvodní okno (Obr. 6.1). Jedná se o moduly:

1. Výběr opatření,
2. Dimenzování opatření,
3. Nástroje prosazování,
4. Katalog opatření.



Obr. 6.1 Úvodní okno softwaru RWM. Zdroj: vlastní zpracování



Obr. 6.2 Využití modulů RWM v rámci plánování HDV na úrovni města a jednotlivých rozvojových lokalit. Zdroj: vlastní zpracování

6.3.1 Výběr opatření

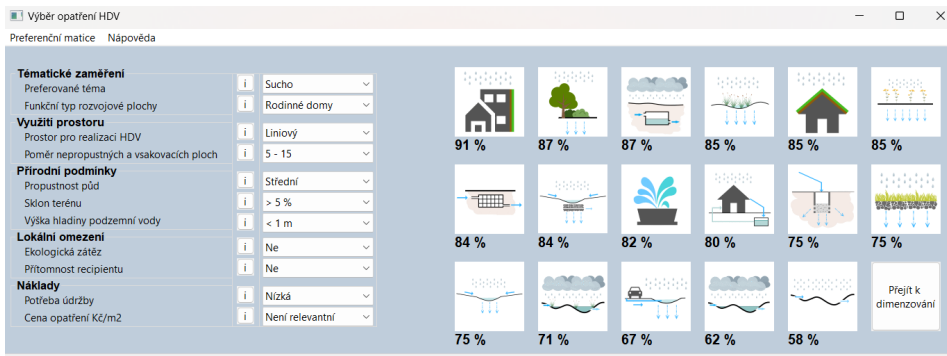
Tento modul pomáhá uživateli s výběrem opatření. Uživatel z příslušného seznamu volí odpovědi na 11 výběrových otázek. Odpovědi jsou pak použity jako kritéria pro výběr nejvhodnějšího opatření. Vyhodnocení je provedeno pro všechna opatření HDV obsažená v katalogu opatření (celkem 17 opatření). Hodnocení vhodnosti je realizováno prostřednictvím multikriteriální analýzy (MCA).

V softwaru RWM je pro sestavení rozhodovací matice použita bodovací metoda. Zvolená bodovací škála má rozsah od 1 do 5. Kde 5 znamená nejvhodnější variantu a 1 nejméně vhodnou variantu. Speciálním případem pak je zadání hodnoty 0. Tato hodnota způsobuje, že je dané opatření z dalšího hodnocení prakticky vyloučeno. Pro vyjádření preferencí mezi kritérii byla v softwaru RWM použita bodovací varianta přiřazení váhy. V rámci zachování objektivity byla každému kritériu přiřazena stejná váha. Jako metoda vyhodnocení pak byla použita, s ohledem na její jednoduchost, metoda bodovací.

V rámci softwaru RWM byly hodnoty rozhodovací matice přednastaveny po expertní diskuzi řešitelského týmu. Cílem diskuze bylo nastavení rozhodovací matice v co nejvíce objektivní míře. Finální rozhodovací matice je derivována ze zdrojové preferenční matice (Obr. 6.3). Preferenční matice v sobě nese bodové hodnocení pro všechny přípustné varianty volby kritérii. Na základě uživatelem zvoleného výběru kritérii jsou pak přeneseny sloupce odpovídající volbě z preferenční matice do použité rozhodovací matice. Rozhodovací matice má ve finálním tvaru 11 sloupců (11 kritérii) a je dále použita pro další hodnocení v procesu MCA. Hodnoty v preferenční matici může uživatel měnit. Tento krok mu umožňuje vnášet do matice vlastní ohodnocení vhodnosti opatření HDV pro dané kritérium výběru.

	Preferované téma					Funkční typ rozpočtové plochy		Přístroj pro realizaci HDV		Průměr neprůstřikných a vsakovacích ploch	Propustnost půd	Sklon terenu	Výška hladiny podzemní vody	Existence ekologické záplavové zóny	Přítomnost recepturu	Potřeba údržby	Cena opatření za m ²	
	Sucho	Přehlévání	Záplavy	Akumulace	Přehlévání / sucho	Přehlévání / akumulace	Sucho / akumulace	Bytové domy	Radniční domy									Výroba a skladování
Suchá (detenční) nádrž	2	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Retenční nádrž	5	4	5	5	5	5	4	3	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Podzemní retenční nádrž	1	5	3	5	3	5	5	5	4	3	3	5	5	5	5	5	5	5
Dešťový záhon	5	2	1	4	3	2	5	5	3	3	5	5	5	5	5	5	5	5
Zelené střechy	5	2	1	4	3	2	5	5	2	4	1	5	5	5	5	5	5	5
Systém plošného vsakování	2	3	1	3	2	2	5	5	2	4	1	3	1	5	5	5	5	5
Vsakovací podélné prvky	2	3	1	3	2	2	5	5	3	5	4	5	1	3	3	5	5	5
Saustředné povrchové vsakování	2	3	1	3	2	2	4	1	3	3	5	5	5	5	5	5	5	5
Vsakovací galerie	2	3	1	3	2	2	5	5	4	1	2	5	3	5	5	5	5	5
Vsakovací šachta	2	3	1	2	3	2	2	5	2	2	1	5	1	3	1	3	3	4
Podzemní vsakovací drén	1	3	1	1	2	1	2	5	2	5	2	5	1	5	3	3	5	3
Akumulace srážkové vody	1	1	1	5	1	3	5	5	3	3	5	5	5	5	5	5	5	5
Tůň / mokřad v urbanizované krajině	5	5	3	2	5	4	4	5	3	3	4	5	3	4	4	5	4	5
Bylinné záhony	5	2	1	4	3	2	5	5	3	3	5	5	5	5	5	5	5	5
Zelené fasády	5	2	1	4	3	2	5	5	3	3	5	5	5	5	5	5	5	5
Výsadba stromů a keřů	5	2	1	4	3	2	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5
Vodní prvky	5	2	1	2	4	4	2	5	3	3	4	5	5	5	5	5	5	5

Obr. 6.3 Zdrojová rozhodovací matice v software RWM. Zdroj: vlastní zpracování



Obr. 6.4 Presentace výsledků MCA v okně výběru opatření

Vysvětlivky infografiky – nejvýznamnější doporučené prvky HDV: Zelené fasády (91 %), Výsadba stromů a keřů, Podzemní retenční nádrž (87 %), Dešťový záhon, Zelené střechy, Bylinné záhony (85 %).

Zdroj: vlastní zpracování

Výsledky MCA jsou uživateli prezentovány grafickou a numerickou formou. Každé opatření HDV ze seznamu má svůj piktogram, který ho znázorňuje. Toho pak využívá grafická prezentace výsledků. Piktogramy jsou řazeny sestupně na základě skóre, kterého dané opatření HDV dosáhlo v rámci hodnocení MCA (Obr. 6.4). Při najetí kurzorem myši na piktogram se zobrazí jeho název. Při kliknutí na piktogram dojde k otevření PDF dokumentu (ze složky HDV) s detailními informacemi o daném opatření.

Pod každým piktogramem je navíc uvedeno skóre, kterého dané opatření HDV dosáhlo. Skóre je pro přehlednost uvedeno jako relativní hodnota. Hodnota 100 % pak značí ideální variantu.

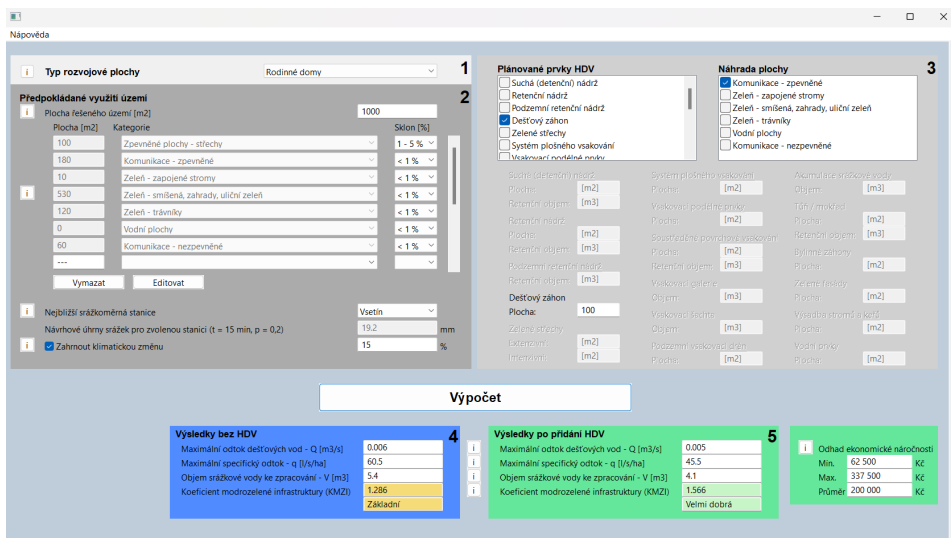
Použitím tlačítka *Přejít k dimenzování* je možné přenést část nastavení do modulu *Dimenzování opatření*.

6.3.2 Dimenzování opatření

Tento modul umožňuje zjednodušené posouzení srážko-odtokového procesu v rámci řešené lokality. Dále pak vyhodnocuje orientační vliv aplikace opatření HDV na tento proces (Obr. 6.5).

Zjednodušené posouzení srážko-odtokového procesu

Na základě popisu předpokládaného využití území dojde k výpočtu maximálního odtoku dešťových vod, maximálního specifického odtoku, objemu srážkové vody k likvidaci a výpočtu koeficientu modro-zelené infrastruktury. Popis předpokládaného využití území vyžaduje zadání údajů o plochách, kategoriích a sklonech dílčích ploch, které spolu tvoří celek zájmového území, pro který bude odhad hydrologických



Obr. 6.5 Grafické znázornění modulu dimenzování. Zdroj: vlastní zpracování

parametrů proveden. Další proměnnou pak je zadání hodnoty výpočetní srážky. Výšku srážky je možné zadat buď manuálně (nutnost znalosti výšky srážky pro déšť s dobou trvání $t = 15$ min a dobou opakování $p = 0,2$) nebo použít data z nejbližší srážkoměrné stanice, kterou lze volit z nabídky vytvořené na základě normy. Seznam srážkoměrných stanic program automaticky nabízí. Po výběru nejbližší stanice jsou srážková data doplněna automaticky. Ve výpočtu lze zohlednit také předpokládaný vliv budoucí klimatické změny. Samotný výpočet je pak realizován na základě racionálních metod (ČSN 75 6101).

Posouzení vlivu realizace opatření HDV na srážko-odtokový proces

Uživatel může dále zadat, jaký typ opatření a v jakém rozsahu bude realizován na zájmové lokalitě. Ze seznamu opatření HDV vybere taková opatření, která chce aplikovat a zadá jejich parametry (plochu, objem). Posledním krokem je pak volba náhrady plochy. Zde uživatel volí, která plocha z původního popisu území bude tímto opatřením nahrazována, resp. na kterém typu plochy bude opatření realizováno. Následně dojde k vyhodnocení vlivu opatření HDV. Uživatel tedy může sledovat, jak realizace opatření ovlivňuje zvolené výsledky (maximální odtok dešťových vod, maximální specifický odtok, objem srážkové vody k likvidaci a výpočet koeficientu modro-zelené infrastruktury) a jaká bude jeho cena. Toto posouzení nenahrazuje proces dimenzování vsakovacích zařízení ve smyslu normy TNV 75 9011. Má za cíl pouze posoudit a porovnat vliv zvolených opatření daného rozsahu na srážko-odtokový proces.

Popis jednotlivých výsledků modelu dimenzování

a) Maximální odtok dešťových vod

Jedná se o maximální odtok (průtok) vody (Q [m^3/s]), který odtéká z řešeného území po/během srážkové události. Výpočet je realizován dle normy ČSN 75 6101. Tento údaj je významný zejména z pohledu likvidace srážkových vod. Přebytečná voda, která nebyla v místě dopadu zadržena nebo zlikvidována vsakováním, dále odtéká ve směru hydraulického spádu do recipientu (dešťová kanalizace, vodní tok). Správce recipientu však může jako podmínku odvedení vody do recipientu vyžadovat dodržení maximální hodnoty nátoku.

b) Maximální specifický odtok

Specifický odtok (q [l/s/ha]) vyjadřuje, jaké množství vody odtéká za jednotku času z jednotky plochy povodí (zájmového území). Tento parametr navazuje na požadavky normy TNV 75 9011, která doporučuje, aby odtok srážkových vod nepřesahoval hodnotu specifického odtoku $3 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1} \text{ ha}^{-1}$.

c) Objem srážkové vody k likvidaci

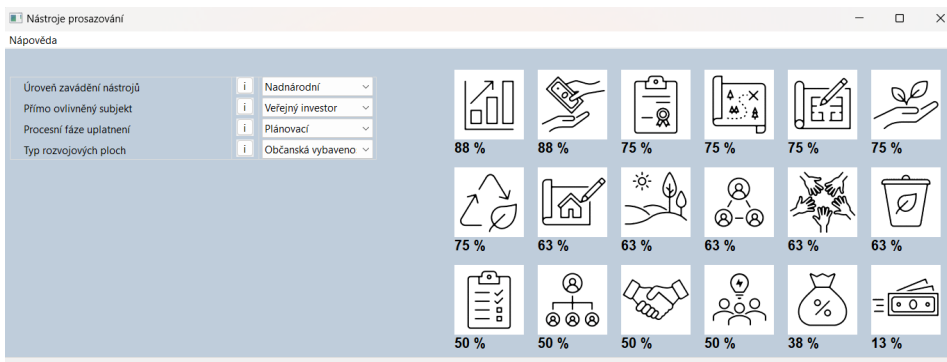
Jedná se o objem vody (V [m^3]), který odteče z řešeného území po/během srážkové události s dobou trvání 15 min. Výpočet tohoto objemu je proveden na základě racionální metody (ČSN 75 6101). Udává hodnotu objemu srážky, jaký nebyl zlikvidován (zadržen, zasáknut) a bude odtékat z pozemku.

d) Koeficient modro-zelené infrastruktury (KMZI)

KMZI hodnotí statistiku ploch v území z hlediska ekosystémových funkcí zeleně (např. mikroklima, biodiverzita, pobytové prostředí) a funkcí přirozeného oběhu vody (retence, vsakování, výpar a čištění vody). KMZI zohledňuje i přidané prvky HDV, které pomáhají zlepšit úroveň modro-zelené infrastruktury. Tabelární hodnoty indikovaných úrovní KMZI (nedostatečná, základní, velmi dobrá, výborná) závisí na zvoleném funkčním typu území, a jsou uvedeny v kapitole 4 (Tab. 4.5).

e) Odhad ekonomické náročnosti

Jedná se o orientační cenu za realizaci daných opatření HDV. Cena se počítá jako jednotková cena (Kč) za 1 m^2 (případně 1 m^3) realizace daného opatření HDV, násobena daným počtem jednotek. V případě volby více opatření se pak jedná o součet cen za realizaci jednotlivých opatření.



Obr. 6.6 Presentace výsledků MCA v okně nástrojů prosazování

Vysvětlivky infografiky – nejvýznamnější doporučené nástroje prosazování: 06 Strategické plány, 12 Přímá veřejná podpora (88 %), 01 Technické normy a právní předpisy, 03 Územní plánování, 05 Oborové generely, 14 Zelené bankovní produkty, 18 Zelený marketing a certifikace (75 %) (podrobněji viz Tab. 3.3).

Zdroj: vlastní zpracování

6.3.3 Nástroje prosazování

Modul nástroje prosazování pomáhá uživateli s nalezením nástrojů, kterými lze opatření HDV prosazovat. Výběr nástrojů je primárně určen pro uživatele z řad veřejné správy. Celkově je zpracováno 18 typů nástrojů rozdělených do čtyř kategorií. Pro výběr nejvhodnějšího nástroje je opět využito metody MCA (Obr. 6.6). Celkový postup hodnocení a prezentace výsledků jsou identické jako v modulu *Výběr opatření*. Jediným rozdílem je použití jiné bodovací stupnice (0–2) při sestavování preferenční matice.

6.3.4 Katalog opatření

Součástí software je i plnohodnotná digitální verze *Katalogu opatření efektivního hospodaření se srážkovou vodou na rozvojových plochách urbanizovaných území* (Kopp a kol., 2022a). Uživateli to poskytuje interaktivní vazbu na dokumentaci v Katalogu prvků efektivního hospodaření se srážkovou vodou, Katalogu funkčních typů rozvojových ploch a Katalogu nástrojů prosazování efektivního hospodaření se srážkovou vodou. Na katalog přímo odkazují jednotlivé výsledky vyhodnocení softwaru RWM. Uživatel tak dostává k výsledku možnost prostudovat detailní charakteristiky prvků HDV nebo nástrojů prosazování HDV na rozvojových plochách.

6.3.5 Předpokládání uživatelé programu RWM

Program RWM je primárně určen pro uživatele z řad pracovníků veřejné správy. Jeho cílem je pomoci těmto uživatelům zvýšit povědomí o možnostech využití jednotlivých opatření HDV a jejich vlivu na hydrologickou situaci v území, které spravují. Modul *Prosazování opatření* jim pak pomáhá s nalezením cest, jak tato opatření prosazovat z pozice veřejné správy.

Další skupinou uživatelů mohou být projektanti nebo stavební inženýři, kteří při plánování staveb potřebují znát orientační efektivitu nebo prostorové nároky na realizaci HDV u jimi řešených projektů. Dále pak mohou využít RWM drobní investoři, kteří chtějí na svém pozemku opatření HDV realizovat, ale nemají povědomí o jejich typech nebo efektivitě.

Program mohou také využívat studenti oborů (např. územní plánování, vodní hospodářství, geografie, ekonomie), kteří se s danou problematikou při svém studiu setkávají.

6.4 Zdroje informací pro zadání v programu RWM

Výpočty a vyhodnocení prováděné softwarem RWM jsou vázány na množství informací, které musí uživatel do softwaru vkládat nebo mezi nimi volit na základě nabídky. Některé z těchto informací mají obecnou povahu a závisí pouze na preferencích uživatele. V některých případech jsou ale pro rozhodování vyžadovány informace nebo znalosti, jimiž uživatel nemusí disponovat. V této kapitole je uveden přehled vybraných parametrů, pro jejichž volbu lze předpokládat specifické znalosti. Uvedeny jsou také zdroje, kde lze takovéto informace dohledat.

Funkční typ rozvojové plochy (Výběr opatření, Dimenzování opatření, Nástroje prosazování)

Definice funkčního typu rozvojové plochy závisí na charakteru zástavby a má vazbu na kategorie ploch s rozdílným využitím podle územního plánu. V případě nové zástavby bude tato informace také obsažena v projektové dokumentaci. Definice nabízených základních typů lokalit jsou uvedeny v *Katalogu opatření efektivního hospodaření se srážkovou vodou na rozvojových plochách urbanizovaných území*. Stručně je uvádí také přehled v kapitole 4 této publikace. V případě, že se jedná o plochy využití jiným způsobem, než nabízí pět základních typů, lze pokračovat v hodnocení záměru bez volby příslušného typu. Pro uživatele to následně vylučuje možnost automatického posouzení výsledného koeficientu modro-zelené infrastruktury na základě tabulárních hodnot.

Prostor pro realizaci HDV (Výběr opatření)

Některé typy opatření lze realizovat bodově a nevyžadují tak rozsáhlejší plochy pozemků. Některá opatření pro svou realizaci vyžadují pozemky s liniovým charakterem například prostor kolem chodníků nebo cest. Některá opatření potřebují pro svou realizaci rozsáhlejší plochy.

Poměr nepropustných a vsakovacích ploch (Výběr opatření)

Vsakovací plochy jsou takové, na kterých může docházet k vsakování dešťové vody (např. tráva, záhon, keře). Ostatní plochy jsou nepropustné (chodník, asfaltová cesta, střecha). Pokud se jedná o stávající plochu, do které budou opatření HDV nově přidána, může uživatel využít leteckých snímků na veřejných mapových portálech (např. www.Mapy.cz). Pokud se jedná o nově vznikající lokalitu, bude nutné nahlédnout do specifikace ploch v plánovací dokumentaci.

Propustnost půd (Výběr opatření)

Čím vyšší je propustnost půd, tím je lokalita vhodnější pro zasakování srážkové vody a naopak. Vysokou propustnost mají zejména štěrkové nebo písčité půdy. Střední propustnost mají hlinité půdy. Nízkou propustnost mají půdy s vysokým obsahem jílu. Více o propustnosti půd je možné najít např. na <https://geoportal.vumop.cz/>. Přesné hodnoty jsou pak výsledkem hydrogeologického průzkumu v řešené lokalitě s využitím vsakovacích zkoušek.

Sklon terénu (Výběr opatření, Dimenzování opatření)

U lokalit se sklonem větším než 5 % je povrchové vsakování (zejména plošné) často nevhodné či nemožné. Sklon 5 % odpovídá převýšení 1:20 (1 m převýšení na délce 20 m). Převládající sklon je možné odhadnout z topografických map nebo veřejných mapových portálů (např. <https://ags.cuzk.cz/av/> – Analýza výškopisu ČÚZK, orientačně též www.Mapy.cz). V případě nové výstavby je možné tuto hodnotu dohledat v projektové dokumentaci.

Výška hladiny podzemní vody (Výběr opatření)

Uživatel volí, jaká je přibližně vzdálenost mezi hladinou podzemní vody a povrchem terénu. Tuto vzdálenost můžete změřit například v nejbližší studni. Tato hodnota patří mezi standardní výsledky hydrogeologického průzkumu.

Ekologická zátěž (Výběr opatření)

Za ekologickou zátěž považujeme závažnou kontaminaci horninového prostředí, podzemních nebo povrchových vod, ke které v minulosti došlo nevhodným nakládáním s rizikovými látkami, jako např. ropnými látkami, pesticidy, PCB, chlorovanými a aromatickými uhlovodíky, těžkými kovy apod. V těchto místech je vsakování dešťových vod zakázáno normou TNV 75 9011. Více o ekologické zátěži je možné dohledat na https://www.mzp.cz/cz/stare_ekologicke_zateze, případně na www.sekm.cz.

Přítomnost recipientu (Výběr opatření)

Nachází se v zájmové lokalitě nebo v její blízkosti (max. do 500 m) vodní tok nebo dešťová kanalizace, do které je možné v případě potřeby přebytečnou srážkovou vodu odvádět?

Návrhový úhrn srážek – Místní údaje (Dimenzování opatření)

Informace jsou za úplaty poskytovány Českým hydrometeorologickým ústavem. Někdy je lze dohledat také v podkladech hydrogeologického průzkumu, nebo projektové dokumentaci.

6.5 Verifikace nástroje RWM s modelovým řešením

Pro vybranou rozvojovou lokalitu, konkrétně se jednalo o rozvojovou lokalitu Beroun, byl nástroj RWM verifikován s modelovým řešením S-O modelu. Předmětem verifikace byl počáteční stav, tj. současné využití lokality (varianta 0) a tři varianty s plánovaným využitím rozvojové lokality rozlišené rozsahem aplikace prvků HDV. Cílem verifikace je ověření a zhodnocení funkčnosti nástroje RWM, který představuje efektivní nástroj pro vyhodnocení srážko-odtokových poměrů a návrh prvků HDV.

6.5.1 Popis pilotní lokality a variant návrhu

Rozvojová lokalita Beroun je v současné době nezastavěná zatravněná oblast se zvýšenou sklonitostí zejména po svém obvodu. Plánované funkční využití lokality je bydlení v rodinných domech nízkopodlažní zástavby (do 2,5 nadzemního podlaží). Individuální pozemky u rodinných domů jsou využity pro smíšené funkce parkování, osobní rekreace, produkce ovoce a zeleniny apod. Příjezdy k domům řeší uliční síť s komunitní funkcí, částečně zajišťujících funkci parkování. Areály individuálního bydlení mohou doplňovat menší veřejná prostranství s urbanistickou zelení, dětskými hřišti, místní občanskou vybaveností apod.

Pilotní lokalita má rozlohu 5.068 ha s průměrným sklonem přes 5 %. Rozvoj lokality byl uvažován v následujících variantách (Obr. 6.7):

- **Varianta 0** – Současné využití pozemku,
- **Varianta 1** – Konvenční návrh odvodnění,
- **Varianta 2** – Návrh opatření, která mají minimální požadavky a omezení pro investora,
- **Varianta 3** – Ideální návrh HDV.

6.5.2 Výpočet nástrojem RWM

Postup práce s nástrojem RWM pro pilotní lokalitu s variantami navržených opatření bylo následující. Číslování v rámci postupu odpovídá číslování v rámci nástroje RWM:

1. Pro rozvojovou lokalitu byl vybrán **typ rozvojové plochy**. Možnosti výběru jsou:

- *Bytové domy*
- **Rodinné domy**
- *Výroba a skladování*
- *Občanská vybavenost*
- *Rekreace a sport*
- *Vlastní*

Vzhledem ke znalosti typu rozvojové plochy byla zvolena možnost „Rodinné domy“.

Návrhové úhrny srážek byly pro rozvojovou lokalitu převzaty ze srážkoměrné stanice Praha – Hostivař. Pro délku trvání deště $t = 15$ minut a pravděpodobnost výskytu $p = 0.2$ je srážkový úhrn 19.5 mm.

3. Po zadání předpokládaného využití území byl proveden výpočet, jaké množství srážkové vody bude nutné zpracovat, a zároveň je počítán maximální odtok. Tyto parametry následně slouží pro návrh parametrů plánovaných prvků HDV (Tab. 6.2, Obr. 6.8). Nejprve byly zadány změny ploch, v tomto případě se jednalo o změnu části zpevněné komunikace za vsakovací podélné prvky. Po jejich zadání byl znovu proveden výpočet, aby se zjistilo zbývající množství srážkové vody k likvidaci. Na tento objem se navrhly retenční nádrže s cílem, aby již nebylo žádné množství srážkové vody, které by nebylo zpracováno systémem HDV.

Tab. 6.2 Vybrané prvky zlepšujících opatření jednotlivých variant řešení

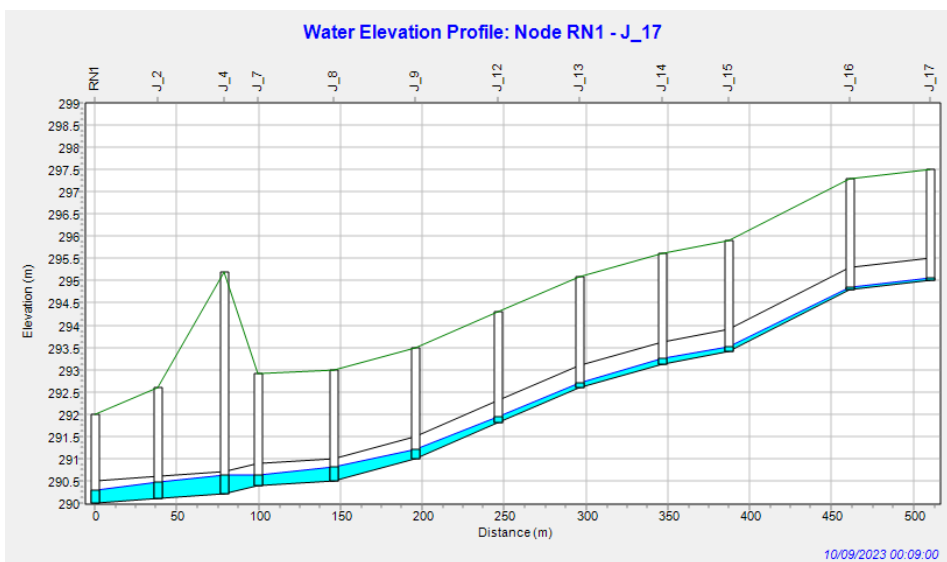
Plánované prvky HDV (m ²)	Varianta návrhu rozvojové lokality		
	Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3
Retenční nádrž (plocha, objem)		150 m ² 279 m ³	150 m ² 233 m ³
Vsakovací podélné prvky		2 177 m ²	1 757 m ²
Zelené střechy – extenzivní			4 351 m ²
Dešťový záhon			420 m ²
Výsadba stromů a keřů			715 m ²
Náhrada plochy			
Komunikace – zpevněné		ano	ano
Zeleň – smíšená, zahrada, uliční zeleň			ano

Zdroj: vlastní zpracování

Výsadbou stromů a keřů se rozumí intenzivní výsadba zahrnující i úpravu podloží (drenážní substrát, kořenový substrát, terénní práce, zálivkovou mísu). Nejedná se o výsadbu extenzivní, proto nelze při návrhu HDV počítat s rozsáhlou plochou parkových úprav apod., která by významně zvyšovala odhad investičních nákladů.



Obr. 6.9 Schematizace pilotní lokality v rámci S-O modelu. Zdroj: vlastní zpracování



Obr. 6.10 Podélný profil kanalizace v rámci S-O modelu. Zdroj: vlastní zpracování

6.5.4 Vyhodnocení

Do nástroje RWM a S-O modelu byla schematizována rozvojová lokalita a byly vypočítány parametry odtoku z lokality pro řešené varianty. Tyto výsledky jsou shrnuty v Tabulce 6.3. Návrh prvků HDV byl proveden tak, aby dokázal zadržet přesné množství vody určené k likvidaci bez HDV.

Tab. 6.3 Porovnání variant s využitím nástroje RWM a S-O modelu

	Varianta návrhu rozvojové lokality		
	Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3
RWM			
Maximální odtok dešťové vody (m ³ /s)	0,351	0,351	0,351
Objem srážkové vody k likvidaci bez HDV (m ³)	315	315	315
Objem srážkové vody k likvidaci s HDV (m ³)	–	0	0
Koeficient modro-zelené infrastruktury	1,537	1,605	1,796
Odhad průměrných nákladů (Kč)	–	4 598 125	22 654 926
S-O model			
Maximální odtok dešťové vody (m ³ /s)	0,351	0,301	0,247
Objem srážkové vody k likvidaci bez HDV (m ³)	315	279	233
Objem srážkové vody k likvidaci s HDV (m ³)	–	0	0

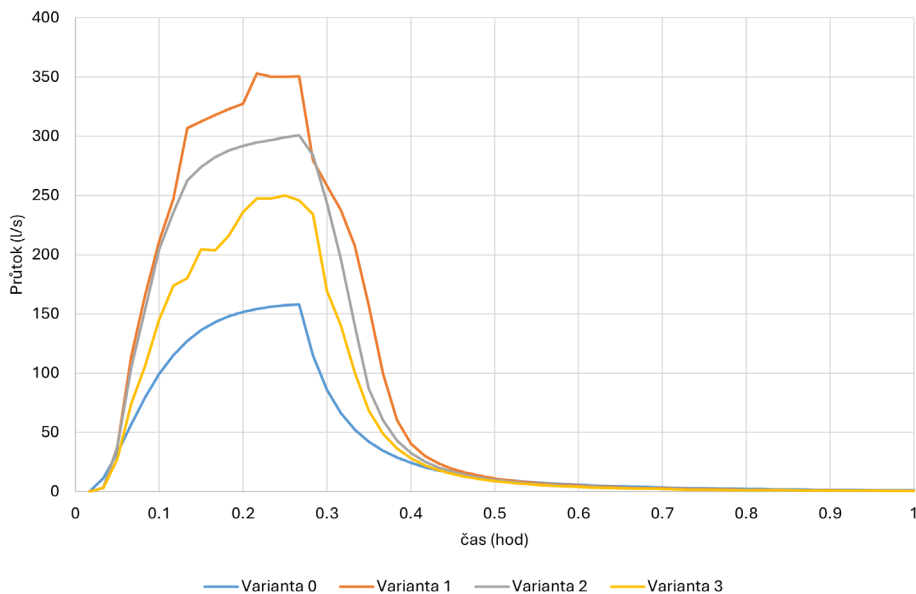
Zdroj: vlastní zpracování

Při porovnání výsledků z RWM a S-O modelu je vidět, že jsou výsledky obou hodnocení srovnatelné. Potvrzuje se, že RWM je efektivním nástrojem pro návrh prvků HDV pro rozvojové lokality. Efektivnost je dána jak jednoduchostí zadávání návrhového využití ploch, tak i jednoduchým návrhem opatření k likvidaci srážkových vod a odhadem investičních nákladů.

S-O modely mají samozřejmě své výhody spočívající v simulačním modelování (Obr. 6.11), které je důležité zejména pro rozsáhlejší lokality, kde délka trvání dotoku je delší než délka trvání deště, a pro opatření, která mají regulační charakter. Tyto výhody však pro rozvojové lokality nejsou významné, a proto lze pro rozvojové lokality efektivně využívat nástroj RWM.

Při použití RWM můžeme zároveň relativně hodnotit kvalitu řešení i z širšího než hydrologického pohledu, a to prostřednictvím koeficientu modro-zelené infrastruktury a orientačním výpočtem úrovně ekonomických nákladů. Nejnákladnějším opatřením HDV, které při variantě 3 několikanásobně zvyšuje náklady, jsou zelené střechy tvořící 2/3 celkových nákladů.

Hydrogram odtoku z rozvojové lokality



Obr. 6.11 Hydrogram odtoku z rozvojové lokality podle jednotlivých variant. Zdroj: vlastní zpracování

Představený rozbor podkladů pro výběr vhodného opatření HDV směřuje k jejich vyhodnocení pomocí techniky multikriteriální analýzy. Multikriteriální analýza se stala hlavním principem vyvinutého softwaru RainWaterManager (RWM).

Pro potřeby softwaru RWM byl definován seznam kritérií, které mají uživatelé pomoci s výběrem konkrétního opatření vhodného pro jím definované podmínky zájmové lokality. V softwaru RWM je pro sestavení rozhodovací matice a vyjádření preferencí použita bodovací metoda. Výsledky multikriteriální analýzy jsou uživatelé prezentovány grafickou a numerickou formou. Software umožňuje stanovit preferenční výběr prvků HDV nebo preferenční výběr nástrojů prosazování. V modulu dimenzování pak uživatel může posuzovat vhodnost jednotlivých variant řešení na základě hydrologických parametrů, koeficientu modro-zelené infrastruktury a nákladů na realizaci a údržbu. Software RWM spolu s manuálem a licenčními podmínkami použití jsou dostupné na webové stránce <https://www.fzp.czu.cz/rwm>.

7 Závěry a doporučení pro plánovací praxi z interdisciplinárního pohledu

7.1 Zavádění systémů HDV na úrovni města

Z výsledků strukturovaných rozhovorů vyplynulo, že **nejvýznamnější problémy zavádění HDV souvisejí s ekonomickými otázkami a vlastnickými poměry**. Významným směrem, který může napomoci k ekonomické optimalizaci variant, je snaha o hodnocení ekosystémových služeb (Macháč a kol., 2019, Macháč a kol., 2023). To umožňuje v rámci metodických možností provádět analýzu nákladů a výnosů (CBA) se zahrnutím celospolečenských přínosů opatření, která jsou převážně v neekonomické rovině.

S problémem fragmentace přístupů k HDV také souvisí deficit v plánování rozvoje urbanizovaných území. Strukturované rozhovory provedené v rámci našeho výzkumu ukázaly, že v praxi chybí promyšlení návaznosti etap rozvoje tak, aby HDV tvořilo v území funkční systém. Města by tedy měla **postupovat podle vlastních oborových generelů**, jako je například generel odvodnění, koncepce odtokových poměrů, generel modro-zelené infrastruktury nebo plán odvádění extrémních srážek (Stránský a kol., 2021b). V případě malých měst a obcí by mělo minimálně docházet alespoň ke koordinaci přístupu k rozvojovým plochám územního plánu z hlediska podmínek pro HDV.

Komplexní přehled možností prosazování HDV z pozice veřejné správy byl představen v kapitole 3. Nástroje prosazování mohou být zaměřeny na různé kategorie motivací k rozvoji HDV. Přehled je rozdělený na kategorie nástrojů: (1) normativní, (2) koncepční, (3) koordinační a organizační, (4) ekonomické a (5) dobrovolné a etické. Z přehledu vyplývá, že řešení systémů HDV je otázkou interdisciplinárního přístupu, na kterém se podílí řada odborností, například z oblasti urbanismu, vodního hospodářství, ekologie, krajinného inženýrství, ekonomie, geografie, sociologie, environmentální psychologie, managementu nebo práva. Nástroje obecně nejvíce působí ve fázi plánování záměru (Kopp a kol., 2022c). **Na národní úrovni jsou významné ekonomické nástroje, zatímco na městské a obecní úrovni jsou nejvýznamnější koncepční nástroje nebo podpora dobrovolných a etických nástrojů**. Sestavené portfolio ukazuje, že existují další možné nástroje prosazování HDV, které jsou zatím v naší praxi používané spíše okrajově, např. funkce koordinátora HDV, zelené bankovní produkty, projekty PPP (Public-Private Partnerships) nebo environmentální marketing a certifikace. Od roku 2022 je novým nástrojem environmentálního marketingu firem možnost získat certifikaci *Odpovědné hospodaření s vodou*. Firmy jsou hodnoceny MŽP podle kritérií, jako jsou například trendy ve spotřebě vody, využívání srážkových vod, recyklace technologické vody aj.

7.2 Zavádění systémů HDV na úrovni rozvojových ploch

Klimatická změna přináší významné vlivy na odtokových proces – v důsledku zvyšuje riziko sucha i extrémních srážek. Pro získání odhadů možných změn srážek v regionálním nebo lokálním měřítku jsou používány regionální klimatické modely. Z výsledků klimatických studií vyplývá nejistota v plánování HDV s ohledem na možné scénáře vývoje dopadů změny klimatu. Je třeba přistupovat k aktualizaci návrhových hodnot extremity srážek s ohledem na fakt, že se v normách uváděné hodnoty promítají do návrhu řešení HDV pro výstavbu areálů potenciálně sloužících i ve druhé polovině 21. století. **Pro posouzení návrhů systému HDV při větším rozsahu území a složitější struktuře pozemků je vhodné uplatnit srážko-odtokové modely**, které dokáží simulovat srážko-odtokové procesy i navazující odtok a podmínky pro nakládání se srážkovou vodou.

V publikaci byl představen postup **návrhu systému HDV na rozvojových plochách** (Obr. 7.1). **Doporučený postup je podpořen vyvinutou softwarovou aplikací RainWaterManager (RWM) , která je spolu s manuálem dostupná na webové stránce <https://www.fzp.czu.cz/rwm>**. Softwarová aplikace založená na principech multikriteriální analýzy pomáhá s výběrem vhodných nástrojů prosazování HDV. Nástroje prosazování přitom může veřejná správa uplatnit nejen při přípravě rozvojového záměru, ale také při realizaci a provozu systému HDV. Softwarovou aplikaci RainWaterManager (RWM) doplňují další výsledky projektu pro praxi – *Katalog opatření efektivního hospodaření se srážkovou vodou na rozvojových plochách urbanizovaných území* (Kopp a kol., 2022a) (též samostatně dostupný na <https://www.fzp.czu.cz/rwm>) a specializované mapy rozvojových ploch pilotních měst.

Pro jednotlivé rozvojové lokality umožňuje RWM posuzovat vhodnost variant řešení na úrovni podrobnosti územní studie. Je doporučeno používat RWM již v plánovací fázi, před vlastním projektováním opatření v detailu. Pro potřeby softwaru RWM byl definován seznam kritérií, která mají uživateli pomoci s výběrem konkrétního opatření, vhodného pro jím definovanou situaci na rozvojové lokalitě. Přesnější zadání vstupních podmínek lokality vede k cílenějšímu výběru řešení. Vstupní podmínky lokality (funkční typ území, prioritní cíle opatření, prostorové podmínky zástavby, přírodní podmínky, lokální omezení, ekonomická nákladnost) uživatel zadává podle požadavků místní veřejné správy, podle podkladů z územní studie, z průzkumu a rozboru území nebo z dostupných analytických map tematických geoportálů.

Veřejné správě poslouží RWM například ke stanovení regulativů rozvoje nebo k posouzení koncepcí rozvoje lokalit z hlediska HDV. Software RWM umožňuje posoudit vhodnost variant řešení na základě vybraných environmentálních parametrů návrhu HDV na rozvojových plochách. Kromě charakteristik odtoku se jedná o koeficient modro-zelené infrastruktury. **Pro potřeby integrace hodnocení zeleně a systému prvků HDV předkládá publikace pro českou praxi koeficient modro-zelené infrastruktury**, který vznikl testováním a adaptací hodnotícího přístupu podle indexu Helsinky Green Factor. Kromě tabelárních hodnot navrženého koeficientu modro-zelené infrastruktury byly v kapitole 4 prezentovány doporučené úrovně hodnot pro jednotlivé typy zástavby.



Obr 7.1 Postup tvorby návrhu HDV rozvojových lokalit. Zdroj: vlastní zpracování, inspi-
race metodikou SuDS (Woods-Ballard a kol., 2015)

Metodickou podporu rozvoje HDV zakládáme na typologii urbanizovaných ploch. Rozbor typologie rozvojových ploch a odvození jejich environmentálních parametrů proto představuje tato publikace v kapitole 4. **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.** Jednotlivé typy rozvojových ploch se liší majetkovým a správním zapojením měst a obcí do systému HDV, což také diferencuje výběr vhodných nástrojů prosazování. Předložená typologie potenciálu HDV podle využití území zohledňuje vybrané funkční typy území, zvolené s ohledem na praxi diskutovanou se zástupci pilotních menších měst v rámci projektu.

Kromě použití řady dalších nástrojů představených v publikaci **je možné specifikovat regulační podmínky na základě použitých environmentálních parametrů území.** Na úrovni města mohou využít tyto parametry například městské standardy, případně příslušné části územního plánu nebo mohou být součástí regulačních podmínek jednotlivých lokalit. Environmentální parametry mohou také plnit funkci podmínky pro ekonomickou podporu, být součástí ekolabelingu či zeleného marketingu

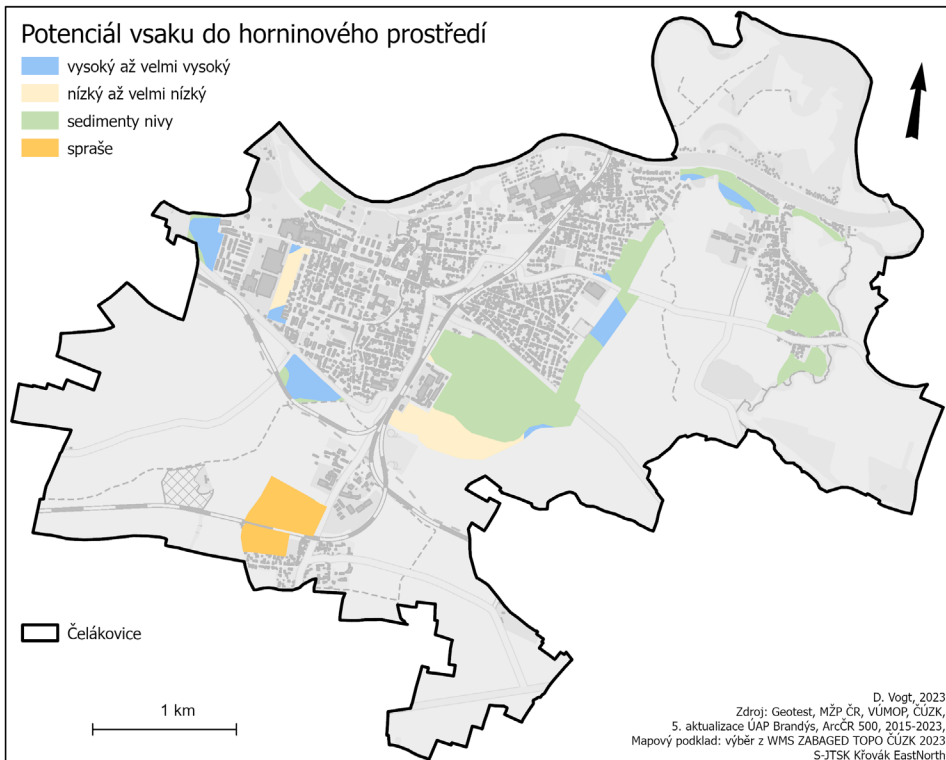
areálů budov nebo sloužit k definování cílů strategie rozvoje území. Lze vést diskusi, zda podle typu území také nediferencovat podmínku maximálního specifického odtoku. V praxi se zatím většinou definuje jednotně pro celé území města, hodnoty se však mezi jednotlivými standardy měst různě liší od normou doporučené hodnoty $3 \text{ l.s}^{-1}.\text{ha}^{-1}$.

Použití environmentálních parametrů, jako je koeficient zeleně, Biotope Area Factor, koeficient modro-zelené infrastruktury, či dalších podobných používaných v zahraničí (Szulczewska a kol., 2014; Peroni a kol., 2020; Juhola, 2018), je problematizováno nutným **kompromisem mezi odbornou dokonalostí složitých konstrukcí indexů a nekomplikovaným použitím pro plánovací a stavební praxi**.

Jak ukázalo testování výpočtu environmentálních parametrů včetně koeficientu odtoku s využitím geostatistiky krajinného pokryvu v jednotlivých typech území na modelovém příkladu Plzně, průměrné hodnoty se mezi jednotlivými funkčními typy území v zásadě odlišují. Ale zároveň byla uvnitř souboru vzorků území zjištěna velká variabilita struktury ploch, a tedy i relativně velké rozpětí výsledných hodnot parametrů. Variabilita ploch je také závislá na výběru velikosti rastru vzorků území, přičemž roli hrají další podmínky, jako například sklonitost území, kontakt s dalšími typy zástavby či komunikační síť města (Kopp a kol., 2021a). Doporučujeme proto v praxi regulačních podmínek zohledňovat, zda jsou environmentální parametry vztahovány ke struktuře plochy konkrétních, funkčně vymezených pozemků (např. pozemky se zástavbou individuálního bydlení) nebo ke struktuře čtvercovým rastrem definovaného území (např. tzv. „vzorové hektary“ smíšeného charakteru pozemků včetně komunikací apod.). Jsme si vědomi omezené možnosti stanovit univerzálně platné hodnoty parametrů pro plochy vznikající zástavby v pestrých přírodních a urbanistických podmínkách v rámci Česka. **V jednotlivých městech je vhodné vycházet z místních aktualizovaných rozborů ploch zástavby**, podobně jako bylo ukázáno v této publikaci na příkladu Plzně.

7.3 Doporučení pro další podporu implementace HDV do rozvoje měst

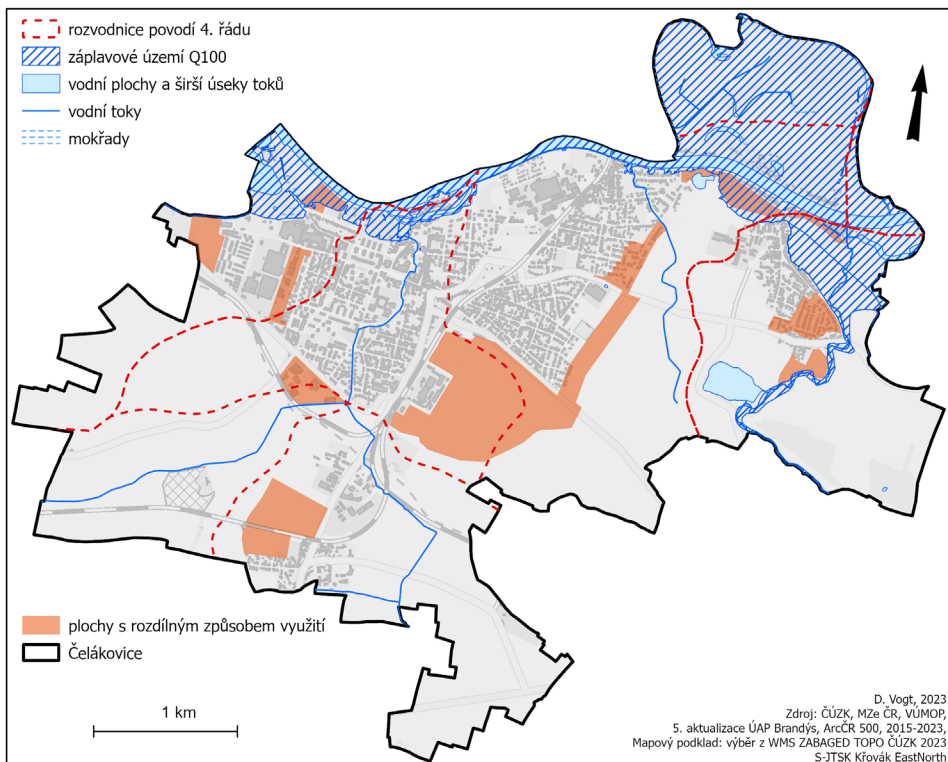
Implementace HDV do rozvoje měst vyžaduje další **prohlubování meziresortní spolupráce jak na úrovni ministerstev, tak na úrovni správy měst a regionů**. Adaptační opatření a rozvoj HDV mohou být podporována vícezdrojovým financováním. Integrovaný přístup je nutný také na horizontální úrovni v rámci území města, přičemž je základní plánovací jednotkou povodí, resp. mikropovodí. V urbanizovaných územích může být případně za jednotku mikropovodí považována plocha areálu odvodňovaného příslušnou větví dešťové kanalizace apod. Z hlediska omezení vlivu znečištění z odlehčovacích komor potom může být pro efektivní lokalizaci opatření HDV za základní jednotku považováno území odvodňované jednotnou kanalizací k příslušné odlehčovací komoře.



Obr. 7.2 Potenciál vsaku do horninového prostředí na rozvojových plochách města Čelákovice na základě celostátně dostupných dat, návrh HDV na jednotlivých lokalitách je třeba ověřovat vsakovacími zkouškami. Zdroj: vlastní zpracování na základě geodat uvedených na mapě

Plánování a volba správného řešení by měly vycházet z místních specifik. Do plánovacího procesu na lokální úrovni proto vstupují nejen národní a regionální zájmy či koncepce, ale také **přesná znalost místních podmínek**. Zkušenosti získané při řešení projektu například ukázaly, že je třeba pro plánování HDV zpřesňovat znalost vsakovacích podmínek na úrovni města (Obr. 7.2). Vymezená povodí zpravidla přesahují hranice katastru obcí (Obr. 7.3). **Pro integrovaný management povodí je proto potřebná též meziobecní spolupráce v oblasti hospodaření s vodou.**

Aktuální trendy v urbanistickém rozvoji a implementace nových systémů HDV jsou doprovázeny technologickými změnami. To na jedné straně přináší nedůvěru praxe v nové prvky HDV a stává se omezením pro rychlejší rozvoj. Důležitou roli zde může hrát odborná osvěta. Zároveň také vzniká příležitost testovat nové technologie a ukazovat příklady dobré praxe. Nové technologie také umožňují přesnější monitoring srážek a tedy lepší predikce odtokového procesu v urbanizované krajině. **Technologický vývoj v oblasti HDV je možné integrovat do rozvoje měst v rámci koncepcí Smart City.**



Obr. 7.3 Hydrografické podmínky v rámci dílčích povodí ovlivňující návrh řešení HDV na rozvojových plochách města Čelákovice. Zdroj: vlastní zpracování na základě geodat uvedených na mapě

Modro-zelená, případně modro-zeleno-šedá (resp. hybridní či smíšená) infrastruktura se musí stát rovnoprávnou součástí územně plánovací dokumentace. **Pro mezioborovou komunikaci a aplikaci modro-zelené infrastruktury do praxe je proto třeba dosáhnout shody v porozumění nové odborné terminologii.** Naše zkušenosti ukazují, že ve veřejné správě i odborné veřejnosti není použití terminologie sjednoceno a může vést k nesouladům v profesní komunikaci.

Posouzení efektivity opatření HDV by mělo zahrnovat úplné chápání nákladů (např. zahrnující správu a údržbu infrastruktury). K tomu přistupuje požadavek na správné posouzení efektivity přínosů, zejména v oblasti ekosystémových služeb s důrazem na společenský dopad (Obr. 3.4). **Implementace problematiky hodnocení ekosystémových služeb do praxe** je jednou z cest, jak tento požadavek naplňovat.

V publikaci prezentované výsledky výzkumu by měly napomoci veřejné správě k integraci požadavků na efektivní hospodaření se srážkovou vodou do procesu plánování nových rozvojových ploch měst. **Včasně zapojování veřejné správy do plánování, motivace a kontroly systémů HDV na rozvojových lokalitách přinese kvalitní koncepční řešení.** Taková řešení HDV, která budou nejen splňovat

požadavky norem, ale především naplňovat představy a potřeby budoucích uživatelů a obyvatel města. Řešení by měla být ekonomicky efektivní ve fázích realizace i provozu se zohledněním celospolečenských benefitů, jako jsou například kvalitní veřejná prostranství nebo ochrana vodních zdrojů před znečištěním z odlehčovacích komor jednotné kanalizace. Budeme rádi, když k tomu přispěje i tato publikace.

Summary

Goals of the publication

Efficient rainwater management (RWM) in urbanized areas must meet the requirements of technical norms, fulfil the expectations of future users and urban residents, be economically effective in implementation and operation phases, and also provide benefits to society such as high-quality public spaces or the protection of water resources.

This publication presents approaches to public administration and the professional community in integrating rainwater management into the process of planning new urban development sites. In terms of methodology, the publication is based on the experience of foreign approaches and its own research within the project of the Technology Agency of the Czech Republic, Environment for Life Program No. SS03010080 “Interdisciplinary approaches to efficient rainwater management on development sites of urban areas in the economic, social and environmental context”.

The aim of the research was to develop methodological and software support for the implementation of complex RWM systems in the development areas defined by the master plans of cities and municipalities. The project focused primarily on the development areas of smaller towns and municipalities that do not have sufficient personnel capacity to create their own conceptual documents for RWM. After discussions with the application guarantors from the environmental departments of the regional authorities, cooperation with the public administration was initiated in selected pilot sites. These sites were selected from the master plans of the cooperating towns and municipalities so as to represent each of the five types of development areas (apartment housing, detached housing areas, manufacturing and storage areas, civic facility areas, and recreational and sports facility areas).

The objectives of this publication aim to provide methodological assistance to public administrations in implementing RWM systems in development areas. Specifically, the publication has the following three main objectives:

1. to present and discuss a comprehensive overview of the possibilities of promoting RWM from a public administration position based on an analysis of practice;
2. to present the basic typology of development areas in terms of RWM needs and its practical application;
3. to recommend the application of the newly proposed blue-green infrastructure coefficient for the evaluation of areas in the city;
4. to explain recommended procedures for implementing RWM systems into planning processes and implementation in relation to the developed software application.

1 Principles of blue-green infrastructure in selected urban concepts

In this publication, we will first present a general perspective on the current trends in urban development in the context of current urban policy and cities' requirements for adapting to climate change. Rainwater management in urbanized areas is receiving increasing attention at the level of public administration, the professional community and the inhabitants of cities and municipalities. The fundamental driving force behind current trends in rainwater management is ongoing climate change, which manifests itself in cities in the increasing extremity of hydrological conditions, i.e. the occurrence of more severe water shortages during periods of drought and the growing risk of torrential rainwater and flooding. In combination with the present state of urban rainwater management, the development of water management infrastructure, and the poor representation of appropriate and nature-friendly elements of blue-green infrastructure, a relatively quick and effective response is necessary.

According to the strategic material in the field of rainwater management in urbanized areas of the Ministry of the Environment of the Czech Republic and the requirements of the National Action Plan on Adaptation to Climate Change, high-priority needs include creating methodological support for integrating RWM requirements into urban planning documents and for implementing rainwater management in the process of urban development. The situation in the area of rainwater management is gradually changing due to the influence of new methodologies, increased interest in communal politics, financial support for projects, and so forth. Nevertheless, there are a number of problems and issues that need to be addressed in order to achieve the systematic and planned development of urbanized areas according to the new approaches to rainwater management.

2 Methodology

The systematic identification of barriers in the process of implementing RWM into the practice of site development was carried out using qualitative research based on structured interviews with experts and public administration personnel who come into contact with RWM issues. Based on the identified needs and a number of overviews, studies, methodologies reflecting domestic and foreign practice and identified examples of good practice, an overview of potential tools for public administration that can contribute to the promotion of RWM systems in urban development (so-called promotion tools) was subsequently compiled.

On the basis of a statistical analysis of the structure of areas of individual types of use in the model area of Pilsen, we derived, or verified the validity of, recommended values of their environmental parameters. For the evaluation within the application software, we designed a custom blue-green infrastructure coefficient for the needs of Czech cities based on an adaptation of the Helsinki Green Factor indicator.

Development of the RainWaterManager software application was based on the principles of multi-criteria analysis of development site conditions. The software

is conceived as a self-executable program developed in the C++ programming language environment, while its components are linked to external files – catalogue sheets and preference matrices. The software application was developed and tested with regard to the needs of the public administration. Preference was given to a user interface that can also be used by staff who are not specialists in RWM issues. The publication offers an example demonstration of its use in selecting alternative solutions for the RWM system at a selected pilot site.

3 Efficient rainwater management – barriers and options for promoting it

Effective approaches to RWM depend on the concordance of many related circumstances in social, organizational, planning, economic, legislative or technological areas. Therefore, Chapter 3 focuses on supporting the promotion of RWM from a public-administration position. We provide commentary on the problems, limits and obstacles of current domestic practice, but we also primarily present a comprehensive overview of tools to promote RWM. The overview categorizes these tools as follows: (1) normative, (2) conceptual, (3) coordinating and organizational, (4) economic, and (5) voluntary and ethical.

In this regard, we have placed specific emphasis on the economic tools of promotion. For the analysis of direct support, the programs of the Ministry of the Environment (as one of the main providers of direct public support) were selected. The analysis included projects that were given the first subsidy payment between 2016–2021 while studying the overall support for single relevant measures within the selected direct public support programs. Based on available data, an analysis of paid subsidies in the aforementioned schemes of direct public support was carried out.

4 Typology of development areas in terms of rainwater management

Methodological support for RWM development is based on the typology of urbanized areas. We present the analysis of the typology of development areas and their inferred environmental parameters in Chapter 4.

Efforts to categorize development areas according to their potential for effective rainwater management offer support for the planning process in relation to selecting appropriate public administration tools. In addition to a number of possible motivational tools, regulatory conditions can be specified based on the environmental parameters of the area that are used. At the city level, these can be defined by municipal standards or the relevant parts of the master plan, or they can be a part of regulatory conditions.

As was shown by a test of the environmental parameters using the statistics of land cover in individual types of areas on the model example of Pilsen, the average values fundamentally differ between individual types of areas; however, within the set of area raster samples, there is a large variability in the structure of areas and

therefore in the resulting parameter values. For the purposes of integrating the assessment of green space and the RWM element system, the publication presents a blue-green infrastructure coefficient for Czech practice that was developed by adapting and testing the Helsinki Green Factor index. In addition to its input values, recommended levels of coefficient values for individual types of construction are presented.

5 Use of runoff modelling for the design of a rainwater management system

Climate change is having significant impacts on runoff processes – as a result, the risk of drought and extreme rainfall events is increasing. Regional climate models are widely used to obtain estimates of possible changes in rainfall on regional or local scales. The results of climate studies show the uncertainty in RWM planning with respect to possible scenarios of the impacts of climate change.

For a detailed proposal of RWM elements, we present examples of solutions from the pilot research sites. We then provide a detailed explanation of why it is appropriate to apply rainfall-runoff models that can simulate the rainfall-runoff processes and following runoff and rainwater management. The sites that are dealt with and the proposed RWM elements may vary in character, scale and complexity. For this reason, different approaches to solutions are discussed, ranging from simple calculations to complex solutions for the drainage of wider areas.

6 Multi-criteria analysis of rainwater management conditions using a software application

Chapter 6 provides an analysis of the documents used to select the appropriate RWM measure, its evaluation via the multi-criteria analysis technique and the possibility of using the RainWaterManager software. The issue of selecting the most appropriate RWM measure option usually deals with a number of criteria that the selection itself directly or indirectly depends upon. The number and type of criteria is primarily influenced by the specific conditions of the studied situation. For the purposes of the RainWaterManager software, a short list of criteria was defined to help the user select a specific measure suitable for the situation that he or she defines. A more precise specification of preliminary site conditions leads to a more targeted selection. Preliminary site conditions (functional type of the area, priority objectives of the measure, spatial conditions of the construction, natural conditions, local constraints, economic cost) are entered by the user according to the requirements of the local public administration, data from area development plan, surveys and analyses of the area or from available analytical maps of thematic geoportals. A scoring method is used in the Rain Water Manager software to construct the decision matrix and express preferences. Results of the multi-criteria analysis are presented to the user in graphical and numerical form.

7 Conclusions and recommendations for planning practice from an interdisciplinary perspective

In the conclusion, we provide key recommendations for planning practice from an interdisciplinary perspective. By taking a typological and interdisciplinary approach to the concept of RWM implementation, we are also attempting in this publication to enrich methodologies for municipalities and cities in the Czech Republic. The typological approach is based on the fact that, within development area locations, individual elements of development, green areas and communication corridors differ from each other in their RWM potential and therefore measures need to be coordinated according to the given area.

The presented categorization of RWM potential according to individual types of development sites mainly provides support for planning processes and the selection of public administration tools. High-quality development of rainwater management in urbanized areas will then bring environmental, economic and social benefits.

The user of the publication will receive a theoretical framework for the practical use of the software application, which together with a catalogue of measures has been developed for public administration practice. This software application simplifies the process of planning an RWM system on development sites, establishing regulations or selecting the optimal solution at the level of the documents in the details of the area development plan.

We believe that the research results published in this book will support the further development of RWM systems in our cities and municipalities, that the publication will methodologically enrich the public administration, and that it will also provide inspiration for further scientific research in this context.

Literatura

- Ahern, J. (2007). Green infrastructure for cities: The spatial dimension. In Novotny, V., & Brown, P. (Eds.), *Cities of the Future: Towards Integrated Sustainable Water and Landscape Management* (s. 267–283). IWA Publishing.
- Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (1998). *Crop Evapotranspiration – Guidelines 157 for computing water requirements*. Irrigation and Drainage Paper No. 56. FAO.
- Alves, A., Vojinovic, Z., Kapelan, Z., Sanchez, A., & Gersonius, B. (2020). Exploring trade-offs among the multiple benefits of green-blue-grey infrastructure for urban flood mitigation. *Science of the Total Environment*, 703, 134980. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134980>.
- Anglian Water Services Ltd. (2011). *Towards Sustainable Water Stewardship: Sustainable Drainage Systems (SUDS) Adoption Manual*. Anglian Water.
- Antoszewski, P., Świerk, D., & Krzyżaniak, M. (2020). Statistical Review of Quality Parameters of Blue-Green Infrastructure Elements Important in Mitigating the Effect of the Urban Heat Island in the Temperate Climate (C) Zone. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 17, 7093. <https://doi.org/10.3390/ijerph17197093>.
- Aubrechtová, T., Geletič, J., Halášová, O., Lehnert, M., & Dobrovolný, P. (2019). Administrativní reakce českých měst na adaptační procesy související s klimatickými změnami. *Urbanismus a územní rozvoj*, 22(1), 4–12.
- Bacchin, T., Ashley, R., Blecken, G., Viklander, M., & Gersonius, B. (2016). Green-blue Infrastructure for Sustainable Cities: Innovative Socio-technical Solutions Bringing Multifunctional value. In *Novatech 2016*, (s. 1–4).
- Baiamonte, G. (2020). A rational runoff coefficient for a revisited rational formula. *Hydrological Sciences Journal*, 65(1), 112–126. <https://doi.org/10.1080/02626667.2019.1682150>.
- Bandaragoda, Ch., Tarboton, D., & Baldwin, C. (2003). *Technical Design Memo on Evapotranspiration*. Water Resource Inventory Area 1.
- Batty, M. (2013). *The New Science of Cities*. The MIT Press.
- Beatley, T. (2000). *Green Urbanism: Learning from European Cities*. Island Press.
- Becker, W. a kol. (1990). *The Biotope Area Factor as an Ecological Parameter. Principles for Its Determination and Identification of the Target*. Becker Giseke Mohren Richard, Landschaft Planen & Bauen.
- Beran, A., Hanel, M., Nesládková, M., Vizina, A., Vyskoč, P., & Kožin, R. (2019). Climate change impacts on water balance in Western Bohemia and options for adaptation, *Water Supply*, 19, 323–335. <https://doi.org/10.2166/ws.2018.080>.
- Biesbroek, G. R., Klostermann, J. E. M., Termeer, C. J. A. M., & Kabat, P. (2013). On the nature of barriers to climate change adaptation. *Regional Environmental Change*, 13, 1119–1129. <https://doi.org/10.1007/s10113-013-0421-y>.

- Bowler, D. E. a kol. (2010). Urban greening to cool towns and cities: A systematic review of the empirical evidence. *Landscape and Urban Planning*, 97(3), 147-155, <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2010.05.006>.
- Brown, R. R., & Farrelly, M. A. (2009). Delivering sustainable urban water management: a review of the hurdles we face. *Water Science & Technology*, 59, 839-846. <https://doi.org/10.2166/wst.2009.028>.
- Brožová, H., Houška, M., & Šubrt, T. (2009). *Modely pro vícekritériální rozhodování*. Česká zemědělská univerzita v Praze.
- Buchtele, J. (2002). Okolnosti ovlivňující využití modelů a tendence v uplatňování různých přístupů. In Patera, A. a kol. *Povodně: prognózy, vodní toky a krajina* (s. 51-55). ČVUT.
- City of Helsinki Environment Centre (2016). *Developing the city of helsinki green factor method*. Report summary. iWater – Integrated Storm Water Management. Interreg Central Baltic.
- Clarke, R.T. (1973). *Mathematical models in hydrology*. Irrigation and Drainage paper, No. 19, FAO.
- Congress for the New Urbanism (1996). *Charter of the New Urbanism*. McGraw-Hill.
- CzWA (2019). *Studie hospodaření se srážkovými vodami v urbanizovaných územích*. Asociace pro vodu ČR, z.s., Ministerstvo životního prostředí.
- ČSN 75 6101 (2012). *Stokové sítě a kanalizační přípojky*. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví.
- ČSN 75 9010 (2012). *Vsakovací zařízení srážkových vod*. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví.
- ČVUT UCEEB, & UJEP IEEP (2021). *Voda ve městě. Metodika pro hospodaření s dešťovou vodou ve vazbě na zelenou infrastrukturu*. ČVUT, UJEP.
- Dahlenburg, J., & Morison, P. (2009). Tapping into our Biggest Resource: engaging with the community in water quality objective setting and WSUD planning. In *6th International Water Sensitive Urban Design Conference* (s. 1-10). Western Australia.
- Daňhelka, J., Krejčí, J., Šálek, M., Šercl, P., & Zezulák, J. (2003). *Posouzení vhodnosti aplikace srážko-odtokových modelů s ohledem na simulaci povodňových stavů pro lokality na území ČR*. ČZÚ.
- Datel, J., Hrabánková, A., & Strouhal, L. (2021). Tvorba podzemní vody v okrajových částech Prahy. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace (VTEI)*. 2021, 63(2), 8-14. <https://doi.org/10.46555/VTEI.2021.01.006>.
- Derkzen, M.L., van Teeffelen, A.J.A., & Verburg, P.H. (2015). Quantifying urban ecosystem services based on high-resolution data of urban green space: an assessment for Rotterdam, the Netherlands. *Journal of Applied Ecology*, 52, 1020-1032. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12469>.
- DeShazo, J.R. & Matute, J. (2015). The Local Regulation of Climate Change. In: Weber, R., Crane, R. (Eds.), *The Oxford Handbook of Urban Planning* (s. 455-476). Oxford University Press.

- Dhakal, K.P., & Chevalier, L.R. (2017). Managing urban stormwater for urban sustainability: Barriers and policy solutions for green infrastructure application. *Journal of Environmental Management*, 203(1), 171–181. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.07.065>.
- Dlabka, J., Danihelka, P., Novotný, P., Rožnovský, J., Hollan, J., Krist, J., Gaillyová, Y., Thorstensen, E., Baudišová, B., Danihelková, K., & Suchánková, J. (2016). *Od zranitelnosti k resilienci: Adaptace venkovských oblastí na klimatickou změnu*. Brno: ZO ČSOP Veronica.
- Donovan, R., Evans, J., Bryson, J., Porter, L., & Hunt, D. (2005). *Large-scale Urban Regeneration and Sustainability: Reflections on the 'Barriers' Typology*. Working Paper 05/01, University of Birmingham.
- Dostál, P. a kol. (2017). *Způsoby systémové podpory výstavby zelených střech*. Svaz zakládání a údržby zeleně, z. s.
- Dostal, P., & Petrů, J. (2019). *Podpora adaptace budov a měst na nedostatek vodních zdrojů a zvyšování teploty*. Česká rada pro šetrné budovy.
- Duany, A., Plater-Zyberk, E., & Speck, J. (2000). *Suburban Nation: The Rise of Sprawl and the Decline of the American Dream*. North Point Press.
- EEA (2020). *Climate risk typology of NUTS3 regions in Europe* [map]. EU-funded H2020 project RESIN.
- ESPO (2020). *Zelená infrastruktura v urbánních oblastech*. Teze politik. ESPON EGTC.
- Evropská Rada (2023). *Horizont Evropa*. <https://www.consilium.europa.eu/cs/policies/horizon-europe/>.
- Evropský účetní dvůr (2018). *Partnerství veřejného a soukromého sektoru v EU: rozšířené nedostatky a omezené přínosy*. Evropský účetní dvůr.
- Faltermaier M., Stock H., & Tonndorf T. (Eds.) (2016). *Stadtentwicklungsplan Klima KONKRET Klimaanpassung in der Wachsenden Stadt*. Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt, Berlin.
- Farr, D. (2008). *Sustainable Urbanism: Urban Design with Nature*. Hoboken: Wiley.
- FBB (2014). *Förderung 2014*. Fachvereinigung für Bauwerksbegrünung, Saarbrücken.
- Fedele, G., Donatti, C. I., Harvey, C. A. Hannah, L., & Hole, D. G. (2019). Transformative adaptation to climate change for sustainable social-ecological systems. *Environmental Science & Policy*, 101, 116–125, <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2019.07.001>.
- Ferenčuhová, S. (2019). Komplikace při formulování lokálních reakcí na klimatickou změnu. *Urbanismus a územní rozvoj*, 22(3), 5–9.
- Fiala, P., Jablonský, J., & Manas, M. (1997). *Vícekritériální rozhodování*. Vysoká škola ekonomická v Praze.
- Fiener, P., Neuhaus, P., & Botschek, J. (2013). Long-term trends in rainfall erosivity – analysis of high resolution precipitation time series (1937–2007) from Western Germany. *Agricultural and Forest Meteorology*, 171–172, 115–123. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2012.11.011>.
- Fotr, J., Dědina, J., & Hrušová, H. (2000). *Manažerské rozhodování*. Ekopress.

- Fu, X., Hopton M. E., Wang, X., Goddard, H., & Liu, H. (2019). A runoff trading system to meet watershed-level stormwater reduction goals with parcel-level green infrastructure installation. *Science of The Total Environment*, 689, 1149–1159. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.06.439>.
- Geletič, J., & Lehnert, M. (2017). Místní klimatické zóny a jejich význam ve městech České republiky. *Urbanismus a územní rozvoj*, 20(2), 9–16.
- Gimenez-Maranges, M., Breuste, J., & Hof, A. (2021). A new analytical tool for a more deliberate implementation of Sustainable Drainage Systems. *Sustainable Cities and Society*, 71, 102955.
- Greenfield, A. (2013). *Against the Smart City*. New York: Do projects.
- Greenfield, A. (2017). *Radical Technologies: The Design of Everyday Life*. London: Verso.
- Hall, P. (2002). *Cities of Tomorrow: An Intellectual History of Urban Planning and Design Since 1880*. Wiley-Blackwell.
- Hand, W.H., Fox, N.I., & Collier, C.G. (2004). A study of twentieth-century extreme rainfall events in the United Kingdom with implications for forecasting. *Meteorol. Appl.*, 11, 15–31. <https://doi.org/10.1017/S1350482703001117>.
- Hanel, M., Pavlásková, A., & Kyselý, J. (2016). Trends in characteristics of sub-daily heavy precipitation and rainfall erosivity in the Czech Republic. *Int. J. Climatol.*, 36(4), 1833–1845. <https://doi.org/10.1002/joc.4463>.
- Hejdkuková, P., & Kureková, L. (2022). Přímá podpora jako nástroj pro efektivní hospodaření se srážkovou vodou. *Trendy v podnikání*, 12(1), 3–13.
- Hekrlé, M., & Macháč, J. (2020). Výhodná pro všechny: Ekonomické hodnocení modro-zelené infrastruktury. *Pro města a obce 1/2020*, 27–28.
- Hlaváček, P., & Foglar, F. (2021). *Metodika spolupodílu investorů do území – doporučená kontribuce při změně ÚP*. Verze 4.0 – Prezentace principů. Hl. m. Praha.
- Hoang, L., & Fenner, R. A. (2016). System interactions of stormwater management using sustainable urban drainage systems and green infrastructure. *Urban Water Journal*, 13(7), 739–758. <https://doi.org/10.1080/1573062X.2015.1036083>.
- Howe C., & Mitchell C. (Eds.) (2012). *Water Sensitive Cities*. IWA Publishing.
- Hydrologic Engineering Center (2023). HEC-HMS User's Manual. Hydrologic Engineering Center.
- IPCC (2022). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Cambridge. University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009325844>.
- Iwaszuk, E., Rudik, G., Duin, L., Mederake, L., Davis, M., Naumann, S., & Wagner, I. (2019). *Addressing Climate Change in Cities – Catalogue of Urban Nature-Based Solutions*. Ecologic Institute & the Sendzimir Foundation.
- Jacobs, J. (1961). *The Death and Life of Great American Cities*. Vintage Books.
- Jeniček, M. (2007). *Klasifikace hydrologických modelů*, studijní materiál. Univerzita Karlova v Praze.
- Ježek, J., & Mičudová, K. (2020). *Investiční potřeby venkovských obcí v České republice*. Západočeská univerzita v Plzni.

- Ježek, J., Krbová, J., & Slach, O. (2020). *Zahraniční zkušenosti s revitalizací městských center*. Wolters Kluwer.
- Ježek, J., Slach, O., & Šilhánková, V. (2015). *Strategické plánování obcí, měst a regionů: vybrané problémy, výzvy a možnosti řešení*. Wolters Kluwer.
- Juhola, S. (2018). Planning for a green city: The Green Factor tool. *Urban Forestry & Urban Greening*, 34, 254–258. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2018.07.019>.
- Kabisch, N., Frantzeskaki, N., Pauleit, S., Naumann, S., Davis, M., Artmann, M., Haase, D., Knapp, S., Korn, H., Stadler, J., Zaunberger, K., & Bonn, A. (2016). Nature-based solutions to climate change mitigation and adaptation in urban areas: perspectives on indicators, knowledge gaps, barriers, and opportunities for action. *Ecology and Society* 21(2), 39. <http://dx.doi.org/10.5751/ES-08373-210239>.
- Kabisch, N., Korn, H., Stadler, J., & Bonn, A. (2017). *Nature-Based Solutions to Climate Change Adaptation in Urban Areas – Linkages Between Science, Policy and Practice*. Theory and Practice of Urban Sustainability Transitions. Springer Open.
- Katz, P. (Ed.). (1994). *The New Urbanism: Toward an Architecture of Community*. McGraw-Hill.
- Kazmierczak, A., & Carter, J. (2010). *Adaptation to climate change using green and blue infrastructure. A database of case studies*. University of Manchester.
- Keeley, M. (2011). The Green Area Ratio: an urban site sustainability metric. *Journal of Environmental Planning and Management*, 54(7), 937–958, <https://doi.org/10.1080/09640568.2010.547681>.
- Kitchin, R. (2015). *The Data Revolution: Big Data, Open Data, Data Infrastructures and Their Consequences*. SAGE.
- Kopp, J., & Ježek, J. (2018). Experience of Czech cities with the implementation of ecohydrological management. In *Grazer Schriften der Geographie und Raumforschung*, Band 48 (s. 53–60). Institut für Geographie und Raumforschung.
- Kopp, J., & Marval, Š. (2021). Využití srážkových vod na veřejných prostranstvích. *Geografické rozhledy*, 30(4), 34–37.
- Kopp, J., & Preis, J. (2019). The potential implementation of stormwater retention ponds into the blue-green infrastructure of the suburban landscape of Pilsen, Czechia. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(6), 15055–15072. http://dx.doi.org/10.15666/aeer/1706_1505515072.
- Kopp, J., Frajer, J., Lehnert, M., Kohout, M., & Ježek, J. (2021b). Integrating Concepts of Blue-green Infrastructure to Support Multidisciplinary Planning of Sustainable Cities. *Problemy Ekorozwoju*, 16(2), 137–146. <https://doi.org/10.35784/pe.2021.2.14>.
- Kopp, J., Frajer, J., Novotná, M., Preis, J., & Dolejš, M. (2021a). Comparison of Ecohydrological and Climatological Zoning of the Cities: Case Study of the City of Pilsen. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 10(5), 1–21. <https://doi.org/10.3390/ijgi10050350>.
- Kopp, J., Hejduk, T., Marval, Š., Ježek, J., Roub, R., & Urban, F. (2021c). Efektivní hospodaření se srážkovou vodou na různých funkčních typech rozvojových ploch urbanizovaných území. In Kabelková I., Benáková A., & Bareš V. (Eds.)

- Sborník příspěvků 14. bienální konference VODA 2021* (s. 404–410). Asociace pro vodu ČR z.s.
- Kopp, J., Hejduková, P., Ježek, J., Kureková, L., Vogt, D., Roub, R., Bureš, L., Burket, J., Poláková, L., Hejduk, T., Marval, Š., Zajíček, A., Novák, P., Urban, F., Krupička, J., Zrostlík, Š., & Kesely, M. (2022a). *Katalog opatření efektivního hospodaření se srážkovou vodou na rozvojových plochách urbanizovaných území*. ZČU v Plzni, ČZU v Praze, VÚMOP, VRV.
- Kopp, J., Hejduková, P., Kureková, L., Ježek, J., & Vogt, D. (2022c). Kategorizace nástrojů prosazování efektivního hospodaření se srážkovou vodou na rozvojových plochách. *Trendy v podnikání – Business Trends*, 12(1), 14–23. https://doi.org/10.24132/jbt.2022.12.1.14_23.
- Kopp, J., Novotná, M., Frajer, J., Ježek, J., Raška, P., & Dolejš M. (2020). Plánování modro-zelené infrastruktury s využitím ekohydrologického hodnocení mikrostruktur města Plzně. *Urbanismus a územní rozvoj*, 23(4), 7–16.
- Kopp, J., Raška, P., Vysoudil, M., Ježek, J., Dolejš, M., Veith, T., Frajer, J., Novotná, M., & Hašová, E. (2017). *Ekohydrologický management mikrostruktur městské krajiny*. Západočeská univerzita v Plzni.
- Kopp, J., Vogt, D., Hejduk, T., Roub, R., & Urban, F. (2022b). Potenciál rozvojových ploch pro efektivní hospodaření se srážkovou vodou v urbanizovaných územích. *Urbanismus a územní rozvoj*, 25(5), 30–39
- Kopp, J., Vogt, D., Ježek, J., Marval, Š., Hejduk, T., & Roub, R. (2021d). Možnosti efektivního hospodaření se srážkovou vodou na rozvojových plochách urbanizovaných území. *Regionální rozvoj mezi teorií a praxí*, 2021(4), 1–15.
- Krajhanzl, J., Chabada, T., Svobodová, R., Kácha, O., Vintř, J., Becková, A. a kol. (2021). *České klima 2021, Mapa českého veřejného mínění v oblasti změny klimatu*. Katedra environmentálních studií FSS, Masarykova univerzita. Green Dock, z.s. <https://enviro.fss.muni.cz/ceskeklima2021>.
- Krajhanzl, J., Chabada, T., Svobodová, R., Lechnerová, Z., Špaček, O., Skalík, J., & Čada, K. (2015). *Česká veřejnost a změna klimatu 2015, Zpráva z výzkumu na reprezentativním vzorku české populace*. Katedra environmentálních studií FSS MU.
- Kruuse, A. (2011). *GRaBS Expert Paper 6: The Green Space Factor and the Green Points System*. Town and Country Planning Association.
- Kučera, P. a kol. (2023). *Metodika vymezení zelené infrastruktury v územně plánovací dokumentaci, zejména v územním plánu*. Certifikované metodika MMR. Mendelova univerzita v Brně, Výzkumný ústav Sylva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v.v.i., LÖW & spol. s.r.o., Ateliér Fontes s.r.o.
- Kulhavý, Z., & Kovář, P. (2002). *Využití modelů hydrologické bilance pro malá povodí*. VÚMOP.
- Kyselý, J., Gaál, L., Beranová, R., & Plavcová, E. (2011). Climate change scenarios of precipitation extremes in Central Europe from ENSEMBLES regional climate models. *Theor. Appl. Climatol.*, 104(3–4), 529–542. <https://doi.org/10.1007/s00704-010-0362-z>.
- Lehnert, M., Geletič, J., Kopp, J., Brabec, M., Jurek, M., & Pánek, J. (2021a). Comparison between mental mapping and land surface temperature

- in two Czech cities: A new perspective on indication of locations prone to heat stress. *Building and Environment*, 203, 108090, <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.108090>.
- Lehnert, M., Pánek, J., Kopp, J., Geletič, J., Květoňová, V., & Jurek, M. (2023). Thermal comfort in urban areas on hot summer days and its improvement through participatory mapping: A case study of two Central European cities. *Landscape and Urban Planning*, 233, 104713. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2023.104713>.
- Lehnert, M., Tokar, V., Jurek, M., & Geletič, J. (2021b). Summer thermal comfort in Czech cities: measured effects of blue and green features in city centres. *International Journal of Biometeorology*, 65(8), 1277–1289. <https://doi.org/10.1007/s00484-020-02010-y>.
- Liberalesso, T., Cruz, C. O., Silva, C. M., & Manso, M. (2020). Green infrastructure and public policies: An international review of green roofs and green walls incentives. *Land Use Policy*, 96, 104693. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104693>.
- Liu, Y., Huang, T.T., & Zheng, X. (2022). A method of linking functional and structural connectivity analysis in urban green infrastructure network construction. *Urban Ecosystems*, 25, 909–925. <https://doi.org/10.1007/s11252-022-01201-2>.
- Loos, F., & van Vliet M. (Eds.). (2016). *Green streetscape design with stormwater management*. Images Publishing.
- Macháč, J., & Louda, J. (2019). Urban Wetlands Restoration in Floodplains: A Case of the City of Pilsen, Czech Republic. In T. Hartmann, L. Slavíková, & S. McCarthy (Eds.), *Nature-Based Flood Risk Management on Private Land*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-23842-1_12.
- Macháč, J., Dubová, L., & Louda, J. (2017). Zelené střechy z pohledu ekonomie: investice do zelených střech – zisk pro celou společnost. In Dostál P. (Ed.) *Způsoby systémové podpory výstavby zelených střech* (s. 8–10). Svaz zakládání a údržby zeleně, z.s..
- Macháč, J., Dubová, L., Hekrlé, M., Louda, J., Brabec, J., & Zemková, L. (2019). *Metodika pro ekonomické hodnocení zelené a modré infrastruktury v lidských sídlech*. Certifikovaná metodika. IEEP.
- Macháč, J., Hekrlé, M., Dubová, L., & Louda, J. (2023). *Modrozelená města: Příklady adaptačních opatření v ČR a jejich ekonomické hodnocení*. UJEP, IEEP.
- Maier, K. a kol. (2012). *Udržitelný rozvoj území*. Grada.
- Mattanovich, E., Bürger, G., Fischer, M., Neubauer, U., & Stebegg, K. (2018). *Handlungsziele für Stadtgrün und Deren Empirische Evidenz. Indikatoren, Kenn- und Orientierungswerte*. Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung.
- McCulloch, L., & Robertson, M. (2015). *Southampton City Council Green Space Factor Guidance Notes*. Southampton City Council.
- McPhearson, T., & Depietri, Y. (2017). Integrating the Grey, Green, and Blue in Cities: Nature-Based Solutions for Climate Change Adaptation and Risk Reduction. In Kabisch, N., Korn, H., Stadler, J., & Bonn, A. (Eds.) *Nature-based Solutions to Climate Change Adaptation in Urban Areas. Linkages between Science, Policy and Practice* (s. 91–109). Springer Open.

- Metelka, T., & Urban, F. (2022). *Koncepční studie srážko-odtokových poměrů v rozsahu povodí Seifertovy ulice*. AQUA PROCON s.r.o., Vodohospodářský rozvoj a výstavba a.s.
- MMR (2019). *Strategie regionálního rozvoje České republiky 2021+*. Ministerstvo pro místní rozvoj ČR.
- MMR. (2022a). *Abeceda fondů EU 2021–2027*. Ministerstvo pro místní rozvoj ČR.
- MMR. (2022b). *Seznam operací 01/09/2022*. Ministerstvo pro místní rozvoj ČR. <https://www.dotaceeu.cz/cs/statistiky-a-analyzy/seznamy-prijemcu>.
- Moser, S. C., & Ekstrom, J. A. (2010). A framework to diagnose barriers to climate change adaptation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(51), 22026–22031. <https://doi.org/10.1073/pnas.1007887107>.
- Mostafavi, M. (2010). *Ecological Urbanism*. Lars Müller.
- Mostafavi, M., & Doherty, G. (Eds.) (2016). *Ecological Urbanism*. Harvard University Graduate School of Design and Lars Müller Publishers.
- Mostafavi, M., & Doherty, G. (Eds.). (2010). *Ecological Urbanism*. Lars Müller Publishers.
- MZe (2014). *Český venkov a zemědělství v podmínkách měnícího se podnebí, Přizpůsobení českého zemědělství a venkova na dopady změny klimatu*. Praha: Ministerstvo zemědělství.
- MZe. (2023). *Koncepce ochrany před následky sucha pro území České republiky na období 2023–2027*. Praha: Ministerstvo zemědělství.
- MŽP (2015). *Národní akční plán adaptace na změnu klimatu, Implementační dokument Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR*. Praha: Ministerstvo životního prostředí.
- MŽP (2021). *Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR – 1. aktualizace pro období 2021–2030*. Ministerstvo životního prostředí ČR.
- MŽP. (2022a). *Schválené projekty Národního programu Životní prostředí*. Ministerstvo životního prostředí ČR. <https://www.narodniprogramzp.cz/o-programu/schvalene-projekty/>.
- MŽP. (2022b). *Schválené projekty z programu Dešťovka*. Ministerstvo životního prostředí ČR. <https://www.narodniprogramzp.cz/o-programu/schvalene-projekty/>.
- Neirotti, P., De Marco, A., Cagliano, A. C., Mangano, G., & Scorrano, F. (2014). *Current trends in Smart City initiatives: Some stylised facts*. *Cities*, 38, 25–36.
- Novotny, V., Ahern, J., & Brown, P. (2010). *Water centric sustainable communities: planning, retrofitting, and building the next urban environment*. Wiley.
- O'Donnell, E. C. Lamond J. E., & Thorne C. R. (2017). Recognising barriers to implementation of Blue-Green Infrastructure: a Newcastle case study. *Urban Water Journal*, 14(9), 964–971. <https://doi.org/10.1080/1573062X.2017.1279190>.
- Peroni, F., Pristeri, G., Codato, D., Pappalardo, S. E., & De Marchi, M. (2020). Biotope Area Factor: An Ecological Urban Index to Geovisualize Soil Sealing in Padua, Italy. *Sustainability* 12(1), 150. <https://doi.org/10.3390/su12010150>.
- Pěstuj prostor (2018). *Index modrozelené infrastruktury v sídlech – Jiráskovo náměstí*. Plzeň Pěstuj prostor, z. s. https://pestujprostor.plzne.cz/dnld/JN_indexMZI.pdf

- Pondělíček, M. a kol. (2016). *Adaptace na změny klimatu*. Civitas per populi.
- Raška, P. a kol. (2022). Identifying barriers for nature-based solutions in flood risk management: An interdisciplinary overview using expert community approach. *Journal of Environmental Management*, 310, 114725, <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.114725>.
- Rosenberger, L., Leandro, J., Pauleit, S., & Erlwein, S. (2021). Sustainable stormwater management under the impact of climate change and urban densification. *Journal of Hydrology*, 596, 126137. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2021.126137>.
- Rossmann, L., & Simon, M. (2022). *Storm Water Management Model User's Manual Version 5.2*. U.S. Environmental Protection Agency.
- Rulfová, Z., & Kyselý, J. (2013). Disaggregating convective and stratiform precipitation from station weather data. *Atmos. Res.*, 134, 100–115. <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2013.07.015>.
- Rulfová, Z., Beranová, R., & Kyselý, J. (2017). Climate change scenarios of convective and large-scale precipitation in the Czech Republic based on EURO-CORDEX data. *Int. J. Climatol.*, 37, 2451–2465. <https://doi.org/10.1002/joc.4857>.
- Runhaar, H., Mees, H., Wardekker, A., van der Sluijs, J., & Driessen, P. P. J. (2012). Adaptation to climate change-related risks in Dutch urban areas: stimuli and barriers. *Regional Environmental Change*, 12, 777–790. <https://doi.org/10.1007/s10113-012-0292-7>.
- Sarabi, S., Han, Q., Romme, A.G.L., de Vries, B., Valkenburg, R., & den Ouden, E. (2020). Uptake and implementation of Nature-Based Solutions: An analysis of barriers using Interpretive Structural Modeling. *Journal of Environmental Management*, 270, 110749. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110749>.
- Shrestha, R. (2003). *Input data resolution analysis for distributed hydrological modeling*. Department of Urban and Environmental Engineering, Graduate School of Engineering, Kyoto University.
- Schmidt, M. (2010). Ecological design for water and climate mitigation in contemporary urban living. *International Journal of Water*, 5(4), 337–352. <https://doi.org/10.1504/IJW.2010.038727>.
- Simperler, L., Himmelbauer, P., Stöglehner, G., & Ertl, T. (2018). Siedlungswasserwirtschaftliche Strukturtypen und ihre Potenziale für die dezentrale Bewirtschaftung von Niederschlagswasser. *Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft*, 70, 595–603. <https://doi.org/10.1007/s00506-018-0520-6>.
- Slaney, S. (2017). *Stormwater management for sustainable urban environments*. Images Publishing Group Pty.
- Stewart, I. D. & Oke, T. R. (2012). Local Climate Zones for Urban Temperature Studies. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 93(12), 1879–1900. <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-11-00019.1>.
- Stewart, I. D., Oke, T. R., & Krayenhoff, E. S. (2014). Evaluation of the 'local climate zone' scheme using temperature observations and model simulations. *International Journal of Climatology*, 34, 1062–1080. <https://doi.org/10.1002/joc.3746>.
- Stránský, D., Hora, D., Kabelková, I., Salzmann, K., Suchánek, M., Vacková, M., & Vítek, J. (2021b). *Analýza dokumentů pro koncepční hospodaření se srážkovou vodou v obcích*. CzWA Service s.r.o., zpráva pro Ministerstvo životního prostředí ČR.

- Stránský, D., Hora, D., Kabelková, I., Vacková, M., & Vitek, J. (2021a). *Standardy hospodaření se srážkovými vodami na území hlavního města Prahy*. Hlavní město Praha, ČVUT v Praze.
- Stránský, D., & Kabelková, I. (2015). Review of the Implementation Process of Sustainable Stormwater Management in the Czech Republic. In: Hlavínek, P., Zelenáková, M. (Eds.), *Storm Water Management. Examples from Czech Republic, Slovakia and Poland* (s. 13–26). Springer.
- Struha, P., Šilhánková, V., & Pondělíček, M. (2017). Heat Islands and Their Thermovision Monitoring in an Example of Public Space in Hradec Králové. *International Journal of Environmental Science*, 2, 88–95.
- Sulzer, W. (2016). *Reale Abbildung der Stadtentwicklung Graz – Landnutzungskartierung 1945–2015*. Eigenverlag der Stadt Graz.
- Sýkorová, M., Tománek, P., Šušlíková, L., Staňková, N., Habalová, M., Čtverák, M., Macháč, J., & Hekrl, M. (2021). *Voda ve městě. Metodika pro hospodaření s dešťovou vodou ve vazbě na zelenou infrastrukturu*. ČVUT, UJEP.
- Szulcowska, B., Giedych, R., Borowski, J., Kuchcik, M., Sikorski, P., Mazurkiewicz, A., & Stańczyk, T. (2014). How much green is needed for a vital neighbourhood? In search for empirical evidence. *Land Use Policy*, 38, 330–345. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2013.11.006>.
- Talen, E. (2005). *New Urbanism and American Planning: The Conflict of Cultures*. Routledge.
- Talen, E. (2012). *City Rules: How Regulations Affect Urban Form*. Island Press.
- Thorne, C. (ed.) (2016). *Delivering and Evaluating Multiple Flood Risk Benefits in Blue-Green Cities, Key Project Outputs, EPSRC Project EP/K013661/1*. University of Nottingham.
- Thurston, H. W. (2019). *Economic incentives for stormwater control*. CRC Press/Taylor & Francis Group.
- Tjallingii, S. (2015). Planning with water and traffic networks, Carrying structures of the urban landscape. *Research In Urbanism Series*, 3(1), 57–80. <https://doi.org/10.7480/rius.3.832>.
- TNV 75 9011. (2013). *Hospodaření se srážkovou vodou*. Sweco Hydroprojekt a.s..
- Townsend, A. M. (2013). *Smart Cities: Big Data, Civic Hackers, and the Quest for a New Utopia*. W. W. Norton & Company.
- Třebický, V., & Novák, J. (2015). *Metodika tvorby místní adaptační strategie na změnu klimatu*. CI2.
- Turner, R. K., Pearce, D., & Bateman, I. (2002). *Ekonomía životného prostredia. Úvod do problematiky*. Slovenské vyd. Národohospodárska fakulta, Ekonomická univerzita v Bratislave.
- Tzoulas, K., Korpela, K., Venn, S., Yli-Pelkonen, V., Kaźmierczak, A., Niemela, J., & James, P. (2007). Promoting ecosystem and human health in urban areas using Green Infrastructure: A literature review. *Landscape and Urban Planning*, 81(3), 167–178. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2007.02.001>.
- Urban, F. (2016). *Studie odtokových poměrů v k.ú. Přední Ptákovice*. Vodohospodářský rozvoj a výstavba a.s.

- Útvar rozvoje hl. m. Prahy (2002). *Metodický pokyn k Územnímu plánu sídelního útvaru hlavního města Prahy*. Útvar rozvoje hl. m. Prahy.
- van Schaick, J. & Klaasen, I. (2011). The Dutch Layers Approach to Spatial Planning and Design: A Fruitful Planning Tool or a Temporary Phenomenon? *European Planning Studies*, 19(10), 1775–1796. <https://doi.org/10.1080/09654313.2011.614387>.
- Vejchodská, E. (2009). *Ekonomie a politika městského životního prostředí*. Oeconomica, VŠE Praha.
- Vejchodská, E., Felcman, J., & Šindlerová, V. (2019). Ekonomické nástroje v české územně plánovací praxi. Potenciál a bariéry jejich využití. *Urbanismus a územní rozvoj*, 22(6), 11–17.
- Vítek, J. (2018). Jak se projevuje úroveň zákonných a technických předpisů na aplikaci modrozelené infrastruktury. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace*, 60(3), 27–34.
- Vítek, J. a kol. (2018). *Hospodaření se srážkovými vodami – cesta k modrozelené infrastruktuře*. Olomoucké stavební standardy k integraci modrozelené infrastruktury. Statutární město Olomouc, JV PROJEKT VH s.r.o.
- Vítek, J., Stránský, D., Kabelková, I., Bareš, V., & Vítek, R. (2015). *Hospodaření s dešťovou vodou v ČR*. 01/71 ZO ČSOP Koniklec.
- Voskamp, I.M., & van de Ven, F.H.M. (2015). Planning support system for climate adaptation: Composing effective sets of blue-green measures to reduce urban vulnerability to extreme weather events. *Building and Environment*, 83, 159–167.
- Weber, R. & Crane, R. (2015). *The Oxford Handbook of Urban Planning*. Oxford University Press.
- WEF (2014). *Green infrastructure implementation: a special publication*. WEF special publication. Water Environment Federation.
- Westra, S., Fowler, H.J., Evans, J.P., Alexander, L.V., Berg, P., Johnson, F., Kendon, E.J., Lenderink, G., & Roberts, N.M. (2014). Future changes to the intensity and frequency of shortduration extreme rainfall. *Rev. Geophys.*, 52, 3, 522–555. <https://doi.org/10.1002/2014RG000464>.
- Wihlborg, M., Sörensen, J., & Olsson, J. A. (2019). Assessment of barriers and drivers for implementation of blue-green solutions in Swedish municipalities. *Journal of environmental management*, 233, 706–718. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.12.018>.
- Wong, T. H. F., & Brown, R. (2009). The water sensitive city: principles for practice. *Water Science & Technology*, 60(3), 673–682. <https://doi.org/10.2166/wst.2009.436>.
- Wong, T. H. F., Rogers, B. C., & Brown, R. R. (2020). Transforming Cities through Water-Sensitive Principles and Practices. *One Earth*, 3(4), 436–447. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2020.09.012>.
- Woods-Ballard, B., Wilson, S., Udale-Clarke, H., Illman, S., Scott, T., Ashley, R., & Kellagher, R. (2015). *The SUDS manual (C753)*. CIRIA.

- Zahradníček, P., Brázdil, R., Štěpánek, P., & Trnka, M. (2020). Reflections of global warming in trends of temperature characteristics in the Czech Republic, 1961–2019. *International Journal of Climatology*, 41, 1211–1229. <https://doi.org/10.1002/joc.6791>.
- Zarecor, K. E. (2015). *Utváření socialistické modernity – Bydlení v Československu v letech 1945–1960*. Academia.

Seznam použitých zkratek

ARMA	Autoregressive Moving Average
BAF	Biotope Area Factor
CBA	Cost-benefit analysis (analýza nákladů a přínosů)
CDA	analýza shody a neshody
CNU	Congress for the New Urbanism
CzWA	Asociace pro vodu ČR
ČR	Česká republika
ČSN	Česká technická norma
ČÚZK	Český úřad zeměměřický a katastrální
ČVUT	České vysoké učení technické
ČZU	Česká zemědělská univerzita
DB	Deterministic, Black-box
DBFMO	Design-Build-Finance-Maintain-Operate
DC	Deterministic, Conceptual
DIBAVOD	Dígitální BÁze VOdohospodářských Dat
DL	Deterministic, Hydrodynamic Laws
DMP 1G	Dígitální model povrchu České republiky 1. generace
DMR 5G	Dígitální model reliéfu České republiky 5. generace
EEA	European Environment Agency
ESPON	European Spatial Observation Network
EU	Evropská unie
FAO	Food and Agriculture Organization
FBB	Fachvereinigung für Bauwerksbegrünung
HD	hydrodynamický (model)
HDV	hospodaření s dešťovou vodou, hospodaření se srážkovou vodou
HEC-HMS	Hydrologic Modeling System
IEEP	Institut pro ekonomickou a ekologickou politiku
IPA	analýza ideálních bodů
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IROP	Integrovaný regionální operační program
IS VaVal	Informační systém výzkumu, vývoje a inovací
KMZI	koeficient modro-zelené infrastruktury
LCZ	Local Climate Zone (místní klimatická zóna)
LIFE	L'Instrument Financier pour l'Environnement
MCA	multikriteriální analýza
MMR	Ministerstvo pro místní rozvoj České republiky
MPO	Ministerstvo průmyslu České republiky
MPSV	Ministerstvo práce a sociálních věcí České republiky
MV	Ministerstvo vnitra České republiky

MZe	Ministerstvo zemědělství České republiky
MZI	modro-zelená infrastruktura
MŽP	Ministerstvo životního prostředí České republiky
NAP AZK	Národní akční plán adaptace na změnu klimatu
NPŽP	Národní program Životní prostředí
NPO	Národní plán obnovy
OP ST	Operační program spravedlivá transformace
OP TAK	Operační program technologie a aplikace pro konkurenceschopnost
OP ŽP	Operační program Životní prostředí
OSN	Organizace spojených národů
PPP	Public-Private Partnerships
PÚR	politika územního rozvoje
Q	průtok
RRF	Recovery and Resilience Facility
RÚIAN	Registr územní identifikace, adres a nemovitostí
RWM	RainWaterManager
S-O	srážko-odtokový (model)
SO ORP	správní obvod obce s rozšířenou působností
SP	Stochastic Probabilistic
ST	Stochastic Time series generation
SuDS	Sustainable Urban Drainage Systems
SWMM	Storm Water Management Model
TA ČR	Technologická agentura České republiky
TNV	Odvětvová technická norma vodního hospodářství
UCEEP	Univerzitní centrum energeticky efektivních budov
UJEP	Univerzita Jana Evangelisty Purkyně
ÚPD	územně plánovací dokumentace
ÚPP	územně plánovací podklady
VaVal	Výzkum, vývoj a inovace
VRV	Vodohospodářský rozvoj a výstavba
VÚMOP	Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy
WEF	Water Environment Federation.
WMO	World Meteorological Organisation
ZČU	Západočeská univerzita

Přílohy

Přílohy A–D prezentují ukázky katalogových listů opatření hospodaření se srážkovou vodou. Zdroj příloh je *Katalog opatření efektivního hospodaření se srážkovou vodou na rozvojových plochách urbanizovaných území* (Kopp a kol., 2022a).

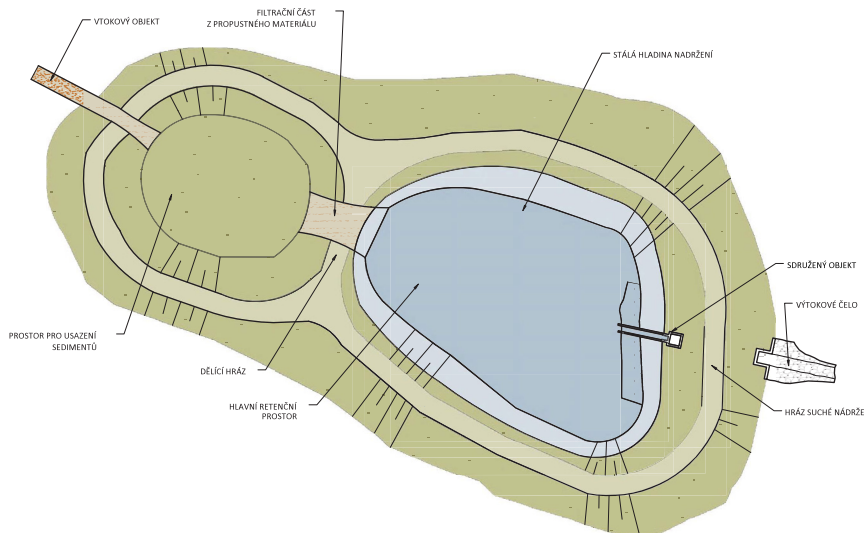


POVRCHOVÁ RETENČNÍ NÁDRŽ SE ZÁSOBNÍM PROSTOREM

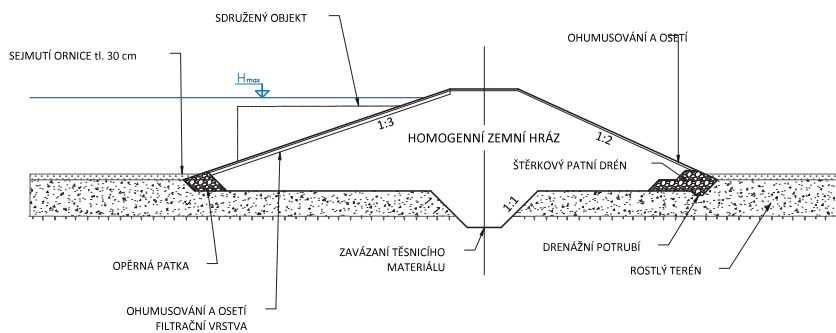


Schematické znázornění vzorového opatření

01 SITUACE



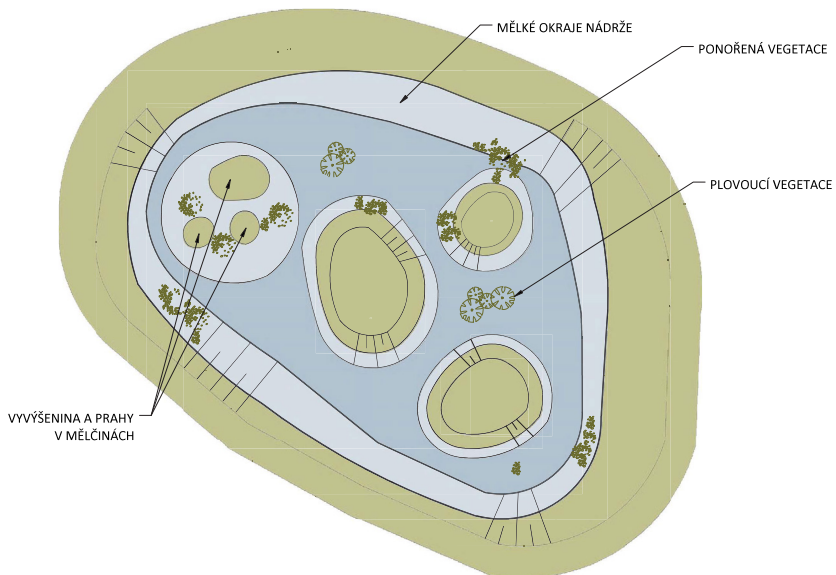
02 ŘEZ



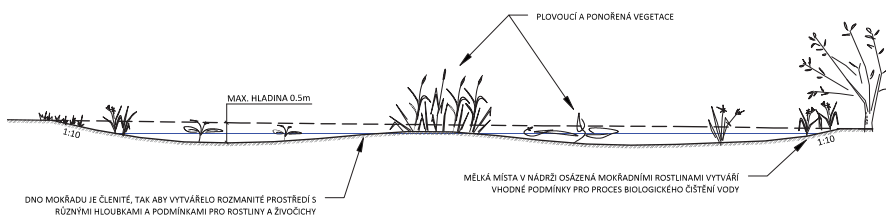


Schematické znázornění vzorového opatření

01 SITUACE



02 ŘEZ



DNO MOKŘADU JE ČLENITÉ, TAK ABY VYTVÁŘELO ROZMANITÉ PROSTŘEDÍ S RŮZNYMI HLOUBKAMI A PODMÍNKAMI PRO ROSTLINY A ŽIVOČICHY

MĚLKÁ MÍSTA V NÁDRŽI OSÁZENÁ MOKŘADNÍMI ROSTLINAMI VYTVÁŘÍ VHDNÉ PODMÍNKY PRO PROCES BIOLOGICKÉHO ČIŠTĚNÍ VODY

Příloha C



TŮŇ/MOKŘAD V URBANIZOVANÉ KRAJINĚ

Fotodokumentace realizovaných opatření



Praha-Střížkov



Praha-Stodůlky



Praha



Plzeň



Praha-Barrandov



Praha-Hloubětín

Příloha D



ZELENÉ STŘECHY

Fotodokumentace realizovaných opatření



Erlangen



Kodaň



Nauders



Plzeň



Würzburg



Plzeň

**Interdisciplinární přístupy efektivního hospodaření se srážkovou vodou
na rozvojových plochách urbanizovaných území**

Autorský kolektiv

Recenzenti:

doc. Ing. arch. Vladimíra Šilhánková, Ph.D.

Ing. Michal Veverka, Ph.D.

Vydání publikace bylo schváleno Vědeckou redakcí Západočeské univerzity v Plzni

Anglické překlady: Skyland Václav Kobylak

Typografická úprava: Jakub Pokorný

Grafický návrh obálky: Tereza Kovářová

Vydala:

Západočeská univerzita v Plzni, Univerzitní 2732/8, 301 00 Plzeň

První vydání, 136 stran

Pořadové číslo: 2398, ediční číslo: 55-081-23

Plzeň 2023

ISBN 978-80-261-1200-6

ISBN 978-80-261-1199-3 (brožovaná vazba)

© Západočeská univerzita v Plzni, 2023



ZÁPADOČESKÁ
UNIVERZITA
V PLZNI



Efektivní hospodaření se srážkovou vodou v urbanizovaných územích by mělo splňovat požadavky legislativy, naplňovat zásady odpovědného hospodaření s vodou, být ekonomicky efektivní ve fázích přípravy, realizace i provozu a též přinášet celospolečenské benefity, například kvalitní veřejná prostranství, ochranu vodních zdrojů nebo podporu biodiverzity. Publikace shrnuje poznatky, které ukazují veřejné správě a odborné veřejnosti cestu, jak prosazovat hospodaření se srážkovou vodou v rámci plánování a výstavby na rozvojových plochách měst. Text zároveň odkazuje na další výsledky řešení projektu TA ČR – katalog opatření, softwarovou aplikaci a specializované mapy pilotních lokalit.