

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2022

Bc. et Bc. Daniela Wagnerová

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
KATEDRA APLIKOVANÉ EKOLOGIE

HOSPODAŘENÍ SE SRÁŽKOVÝMI VODAMI
V URBANIZOVANÝCH ÚZEMÍCH – PRŮMYSLOVÉ
AREÁLY

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Ing. Tereza Hnátková, Ph.D.
Diplomant: Bc. et Bc. Daniela Wagnerová

2022

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Daniela Wagnerová

Regionální environmentální správa

Název práce

Hospodaření se srážkovými vodami v urbanizovaných územích – průmyslové areály

Název anglicky

Rainwater management in urban areas – industrial areas

Cíle práce

Cílem této diplomové práce je vymezit v teoretické části problematiku energeticky šetrných budov, tzv. green buildings a jejich potenciál v průmyslových územích. Práce se bude zabývat nejčastějšími důvody, které vedou investory k realizacím energeticky šetrných budov, a bude zjišťovat, jak efektivní jsou tyto budovy z hlediska trvale udržitelného rozvoje a úspory energií. Diskutovány budou především způsoby šetrného hospodaření s vodou v těchto budovách a na přilehlých pozemcích. Dále budou v práci prezentovány jednotlivé, ve světě dostupné, certifikační nástroje využívané pro energeticky a environmentálně šetrné budovy. Zmíněna bude také posloupnost jednotlivých kroků vedoucí k získání certifikace.

V praktické části této práce bude vyhodnocena udržitelnost projektu na výstavbu nového areálu společnosti AGRO-partner s.r.o. v Soběslavi zaměřená zejména na hospodaření s vodou. Sledovat se bude způsob nakládání s vodou dešťovou, splaškovou, pitnou vodou ze studny a následně bude vyčíslena úspora vody společně s ekonomickým zhodnocením.

Metodika

Diplomová práce bude zpracována v teoretické části formou literární rešerše. Čerpat bude ze zdrojů odborné literatury a dalších relevantních zdrojů týkajících se této problematiky. Praktická část bude provedena formou případové studie, v které se budou zkoumané skutečnosti hodnotit na základě zpracovaného projektu.

Doporučený rozsah práce

40 stran

Klíčová slova

zelené budovy, znovuuzžití vody, úspora vody, trvale udržitelný rozvoj, vertikální zahrada

Doporučené zdroje informací

- Hlavínek P., Prax P., Kubík J., 2007: Hospodaření s dešťovými vodami v urbanizovaném území. ARDEC, Brno, 164 s.
- Kats G., Braman J., James M., 2009: Greening Our Built World: Costs, Benefits, and Strategies. Island Press, Washington, 280 p.
- Krejčí V., Gujer W., Hlavínek P., Zeman E., 2002: Odvodnění urbanizovaných území – koncepční přístup. NOEL 2000, Brno, 562 s.
- Perez G., Perini K., 2018: Nature Based Strategies for Urban and Building Sustainability. Butterworth-Heinemann, Oxford, 368 p.
- Strong D., Burrows V., 2016: A Whole-System Approach to High-Performance Green Buildings. Artech House, Norwood, 316 p.

Předběžný termín obhajoby

2021/22 LS – FZP

Vedoucí práce

Ing. Tereza Hnátková, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra aplikované ekologie

Elektronicky schváleno dne 2. 2. 2021

prof. Ing. Jan Vymazal, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 10. 2. 2021

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 19. 02. 2022

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: Hospodaření se srážkovými vodami v urbanizovaných územích – průmyslové areály vypracovala samostatně a citovala jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použila a které jsem rovněž uvedla na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědoma, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědoma, že odevzdáním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Rožmitále p. Tř. dne 29.03.2022

.....
(podpis autora práce)

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych ráda poděkovala vedoucí diplomové práce Ing. Tereze Hnátkové, Ph.D. za cenné rady a připomínky při vedení práce a za čas, který mi věnovala ke konzultacím.

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá problematikou hospodaření se srážkovými vodami v urbanizovaných územích, konkrétně v průmyslových areálech. Vzhledem k tomu, že hospodaření se srážkovými vodami je jedním z několika kritérií pro dosažení trvalé udržitelnosti budov, bude se práce nejprve věnovat zeleným budovám, tzv. green buildings. Představen bude samotný pojem zelené budovy, jejich vývoj v čase, souvislost s trvale udržitelným rozvojem a samozřejmě také výhody a nevýhody, které jsou spojeny s jejich realizací. V další části se práce věnuje environmentálním certifikačním nástrojům, které jsou využívány pro hodnocení zelených budov, a blíže představuje tři z nich, které jsou v České republice nejčastěji používané. Další kapitola se již zaměřuje na hospodaření se srážkovou vodou v urbanizovaném území a vysvětluje, jak k němu přispívají prvky modrozelené infrastruktury. V následujících kapitolách je nastíněno, jaké jsou možnosti využití zachycené srážkové vody v domácnostech, zmíněny jsou finanční podpory, v rámci kterých lze v České republice čerpat prostředky na hospodaření se srážkovou vodou a v poslední kapitole lze nalézt přehled legislativy upravující hospodaření se srážkovými vodami. Praktická část této práce se zaměřuje na vodní hospodářství v plánovaném průmyslovém areálu společnosti AGRO-partner s.r.o. v Soběslavi. Práce se v této části zabývá tím, jak bude v areálu řešeno hospodaření se srážkovou vodou a splaškovými vodami, popisuje jednotlivé objekty vodního hospodářství a v potaz bere i ekonomickou stránku věci.

Klíčová slova

Zelené budovy, znovuvyužití vody, úspora vody, trvale udržitelný rozvoj, vertikální zahrada

Abstract

The diploma thesis deals with the issue of stormwater management in urban areas, specifically in industrial areas. Given that stormwater management is one of several criteria for achieving the sustainability of buildings, the work will first focus on green buildings. The very concept of green buildings, their development over time, the connection with sustainable development and, of course, the advantages and disadvantages associated with their implementation will be introduced. The next part deals with environmental certification tools that are used for the evaluation of green building, and presents three of them that are most commonly used in the Czech Republic. The next chapter focuses on stormwater management in urban areas and explains how the elements of blue-green infrastructure contribute to it. The following chapters outline the possibilities of using the collected stormwater in households, mention financial supports within which it is possible to draw funds for stormwater management in the Czech Republic and in the last chapter you can find an overview of legislation governing stormwater management. The practical part of the thesis focuses on water management in the planned industrial area of AGRO-partner s.r.o. in Soběslav. In this part the thesis deals with how the management of stormwater and sewage water will be solved in the area, describes the individual objects of water management and takes into account the economic aspects.

Keywords

Green buildings, water reuse, water saving, sustainable development, vertical garden

Obsah

| | |
|--|----|
| 1. Úvod..... | 1 |
| 2. Cíle diplomové práce | 3 |
| 3. Metodika | 4 |
| 4. Zelené budovy..... | 5 |
| 4.1 Zelené budovy – pojem..... | 6 |
| 4.2 Zelené budovy - trvale udržitelný rozvoj | 8 |
| 4.3 Zelené budovy – vývoj v čase..... | 10 |
| 4.4 Zelené budovy – výhody a nevýhody | 11 |
| 5. Environmentální certifikační nástroje | 16 |
| 5.1 BREEAM..... | 17 |
| 5.2 LEED | 19 |
| 5.3 SBToolCZ..... | 22 |
| 6. Hospodaření se srážkovými vodami | 25 |
| 6.1 Srážková voda | 25 |
| 6.2 Hospodaření se srážkovými vodami v urbanizovaném území | 25 |
| 6.3 Modrozelená infrastruktura..... | 29 |
| 6.3.1 Dešťové zahrady | 30 |
| 6.3.2 Zelené střechy | 31 |
| 6.3.3 Vertikální zahrada..... | 34 |
| 6.3.4 Vsakovací průlehy..... | 35 |
| 6.3.5 Umělé mokřady..... | 37 |
| 7. Možnosti využití srážkových vod | 38 |
| 7.1 Splachování toalet srážkovou vodou..... | 39 |
| 7.2 Praní prádla srážkovou vodou..... | 40 |
| 8. Finanční podpory na hospodaření se srážkovou vodou | 41 |
| 8.1 Dešťovka | 41 |
| 8.2 Národní program Životní prostředí | 42 |
| 8.3 Operační program Životní prostředí | 42 |
| 9. Legislativa hospodaření se srážkovými vodami | 44 |
| 10. Průmyslový areál AGRO-partner s.r.o. v Soběslavi | 46 |
| 10.1 Základní informace o projektu..... | 46 |
| 10.2 Nakládání se srážkovými vodami v průmyslovém areálu..... | 50 |
| 10.3 Objekty vodního hospodářství v areálu..... | 53 |
| 10.3.1 Akumulační nádrž..... | 53 |

| | | |
|--------|--|----|
| 10.3.2 | Vsakovací průleh..... | 54 |
| 10.3.3 | Akumulační a požární nádrž | 55 |
| 10.3.4 | Obslužná jímka | 55 |
| 10.4 | Nakládání se splaškovými (odpadními) vodami v průmyslovém areálu | 55 |
| 10.5 | Myčka traktorů a kombajnů | 56 |
| 10.5.1 | Vodní bilance myčky traktorů..... | 58 |
| 10.5.2 | Bilance odpadních vod z myčky traktorů..... | 59 |
| 10.6 | Ekonomické zhodnocení | 61 |
| 11. | Výsledky | 63 |
| 12. | Diskuze | 67 |
| 13. | Závěr | 70 |
| 14. | Přehled literatury a použitých zdrojů | 72 |
| 14.1 | Odborné publikace | 72 |
| 14.2 | Legislativní zdroje | 80 |
| 14.3 | Internetové zdroje | 80 |
| 14.4 | Ostatní zdroje | 85 |
| 15. | Seznam obrázků | 87 |
| 16. | Přílohy..... | 89 |

1. Úvod

Jak je všeobecně známo, voda je základní podmínkou života na Zemi. Na dostatku případně nedostatku vody závisel v historii růst nebo úpadek každé civilizace. Zdroje vody jsou omezené a je velmi důležité nakládat s nimi s maximální péčí, neboť zásoby zejména té sladké na mnoha místech planety ubývají (Novak a kol., 2014). V posledních letech se Česká republika potýká s problémem sucha podobně jako jiné evropské státy. Tento závažný problém je často dáván do souvislosti se stále rostoucí urbanizací krajiny. V důsledku urbanizace krajiny totiž ubývají plochy zeleně, které jsou ve většině případů nahrazeny nepropustnými plochami, jako je např. beton nebo asfalt. Nepropustné plochy brání přirozenému hospodaření se srážkovou vodou, neboť voda v podobě srážek se nevsákne do půdy, ale z místa dopadu odteče ve většině případů rovnou do kanalizace. Takové v současné době hojně realizované hospodaření se srážkovou vodou je nerozumné, neboť v období sucha bude tato srážková voda v krajině chybět (EVIWEB, 2021).

Aktuálně je hospodaření se srážkovou (dešťovou) vodou hojně diskutované téma, jelikož si společnost uvědomila, že je třeba ve vlastním zájmu začít se srážkovou vodou hospodařit jinak než tomu bylo dosud. Tato myšlenka se projevila i v právní úpravě na zákonné a podzákonné úrovni, přičemž z právní úpravy vyplývá snaha o co největší zadržení srážek v místě dopadu a zamezení jejich odtoku. Dále se hospodařením se srážkovou vodou zabývají zelené budovy, tzv. green buildings nebo energeticky šetrné budovy. Cílem těchto budov je obecně řečeno být šetrnější k životnímu prostředí, než jsou běžné budovy, tzn. také nutnost hospodařit určitým udržitelným způsobem se srážkovou vodou a dále ji využívat k různým účelům, a současně je cílem zelených budov šetřit energie. Do jaké míry se daří zeleným budovám naplňovat své udržitelné cíle lze zjistit i v rámci certifikačního procesu některého z dostupných certifikačních systémů. Jako doklad osvědčující případné splnění konkrétních udržitelných kritérií lze získat certifikát.

Kromě budov je samozřejmě potřeba řešit i způsob hospodaření se srážkovými vodami na přilehlých pozemcích. Na území České republiky se poněkud pomalu, avšak jistě začíná prosazovat koncept modrozelené infrastruktury, který představuje způsob, jak zejména v městské zástavbě zadržet srážkovou vodu a zpomalit tak její odtok. Mezi aktuálně nejčastěji realizované zástupce modrozelené

infrastruktury můžeme řadit zelené střechy, vertikální zahrady nebo vsakovací průlehy. Tato řešení s sebou přináší kromě přírodě blízkého hospodaření se srážkovou vodou také mnoho dalších výhod, např. ochlazování a zlepšování mikroklimatu v daném místě. Kromě některých budov pro bydlení a kancelářských budov v současnosti začínají být tomuto konceptu nakloněny i některé průmyslové areály, avšak pravděpodobně budou převažovat spíše ty nově vznikající. Jedním takovým průmyslovým areálem, který se rozhodl jít v tomto příkladem a zvolil si udržitelnější způsob hospodaření se srážkovou vodou, je plánovaný areál společnosti AGRO-partner s.r.o. v Soběslavi, kterému se tato práce bude také věnovat.

2. Cíle diplomové práce

Cílem této diplomové práce je vymezit v teoretické části problematiku energeticky šetrných budov, tzv. green buildings a jejich potenciál v průmyslových územích. Práce se bude zabývat nejčastějšími důvody, které vedou investory k realizacím energeticky šetrných budov a bude zjišťovat, jak efektivní jsou tyto budovy z hlediska trvale udržitelného rozvoje a úspory energií. Diskutovány budou především způsoby šetrného hospodaření s vodou v těchto budovách a na přilehlých pozemcích. Dále budou v práci prezentovány jednotlivé, ve světě dostupné, certifikační nástroje využívané pro energeticky a environmentálně šetrné budovy. Zmíněna bude také posloupnost jednotlivých kroků vedoucí k získání certifikace.

V praktické části této práce bude vyhodnocena udržitelnost projektu na výstavbu nového areálu společnosti AGRO-partner s.r.o. v Soběslavi zaměřená zejména na hospodaření s vodou. Sledovat se bude způsob nakládání s vodou dešťovou, splaškovou, pitnou vodou ze studny a následně bude vyčíslena úspora vody společně s ekonomickým zhodnocením.

3. Metodika

Diplomová práce bude zpracována v teoretické části formou literární rešerše. Čerpat bude ze zdrojů odborné literatury a dalších relevantních zdrojů týkajících se této problematiky. Praktická část bude provedena formou případové studie, v které se budou zkoumané skutečnosti hodnotit na základě zpracovaného projektu.

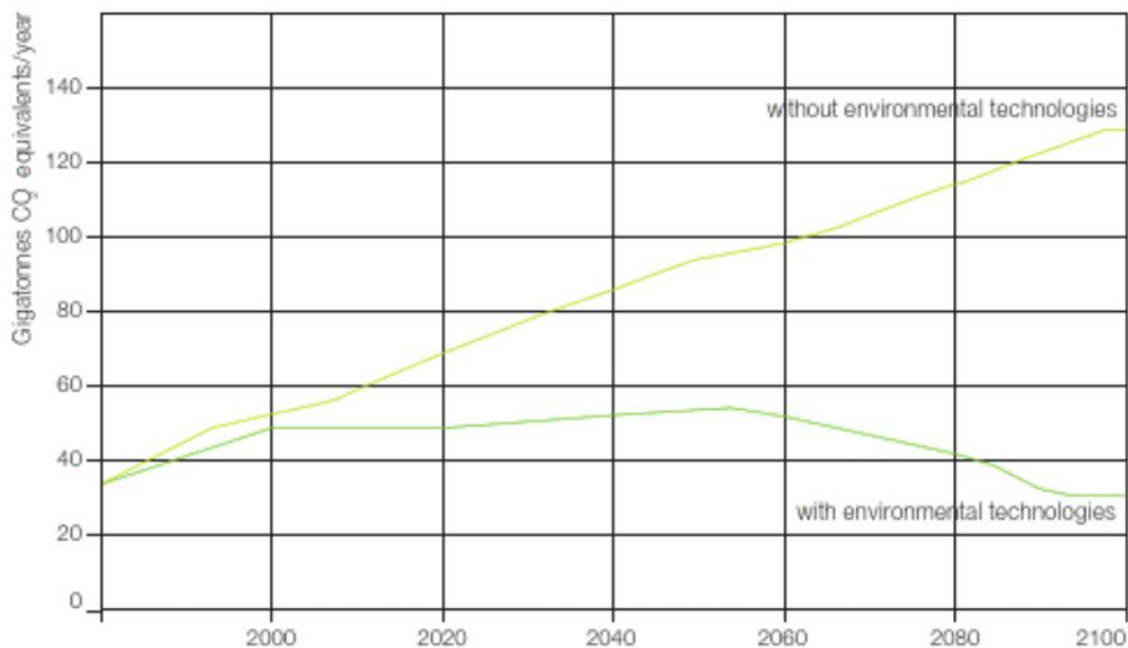
4. Zelené budovy

Tzv. „revoluce zelených budov“ se začala naplno rozšiřovat ze Spojených států amerických do ostatních částí světa po roce 2000. Hnací motorem této revoluce je uvědomění si a pochopení souvislostí mezi tím, jak budovy čerpají zdroje, jak ovlivňují své obyvatele a jak škodlivě působí na životní prostředí. K myšlence stavět místo dosavadních klasických budov zelené budovy nás přivádí skutečnost, že se naše planeta potýká s řadou problémů, především zdůrazněme hrozbu klimatických změn – globálního oteplování. Pro někoho může být překvapením, že budovy v tom hrají důležitou roli, neboť ke globálnímu oteplování přispívají emisemi oxidu uhličitého (Yudelson a Fedrizzi, 2007). Pro upřesnění - budovy vytvářejí ročně téměř 40 % (28 % je spojeno s provozem budovy, 11 % je spojeno se stavebním materiálem a konstrukcemi budovy) z celkových emisí oxidu uhličitého (ARCHITECTURE 2030, dostupné online).

Graf na obrázku č. 1 znázorňuje prognózu globálního vývoje emisí CO₂ v čase (osa x = roky, osa y = emise CO₂ v gigatunách /rok). Světle zelená rostoucí křivka představuje prognózu vývoje emisí CO₂ pro případ, že by nebyly zavedeny žádné trvale udržitelné technologie, tedy takové, které mimo jiné usilují o snížení emisí CO₂. Druhá, tmavě zelená klesající křivka, představuje předpokládaný vývoj emisí CO₂ pro případ, že budou zavedeny trvale udržitelné technologie. Z tohoto grafu můžeme vydedukovat závěr, že problematika emisí CO₂ do budoucna rozhodně není zanedbatelná (Ebert a kol., 2013).

Dalším možným negativním vlivem staveb na životní prostředí, je produkce stavebního odpadu. Stavbám je obecně přičítáno, že stojí za vznikem 25-35 % z celkového množství odpadu, přičemž 15-20 % nového stavebního materiálu končí na skládce (Strong a Burrows, 2006).

V současné době jsou stavbám zelených budov (respektive udržitelných budov) nakloněni developéři, architekti, investoři i samotní majitelé budov. Zelené budovy totiž slibují snížení spotřeby energie, zachování kvality životního prostředí, využití stavebních materiálů z ekonomických zdrojů a zachování sociální rovnosti mezi obyvateli (Hamid a kol., 2014).



Obr. 1: Prognóza globálního vývoje emisí CO₂ s využitím udržitelných technologií a bez využití udržitelných technologií (Ebert a kol., 2013).

4.1 Zelené budovy – pojem

Hned zkráj bych ráda podotkla, že není jednoduché nalézt takovou jednu ucelenou definici, podle které bychom mohli přesně a spolehlivě stanovit, co zelenou budovou je a co jí naopak není. K vysvětlení pojmu bude níže uvedeno několik různých definic spolu se základními kritérii, podle kterých se zelené budovy obecně vymezují.

The Federal Environmental Executive (OFEE) definuje zelenou budovu jako praxi 1) zvyšování účinnosti, se kterou budovy a jejich areály užívají energii, vodu a materiály a 2) snižování dopadů budov na lidské zdraví a životní prostředí prostřednictvím jejich lepšího umístění, návrhu, konstrukce, provozu, údržby a odstraňování – tj. kompletní životní cyklus budovy (UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, dostupné online).

Nezisková organizace World Green Building Council (WorldGBC) uvádí jednu z možných definic pojmu green buildings takto: „Zelenou budovou je taková budova, která svým designem, konstrukcí, případně činnostmi snižuje nebo úplně eliminuje negativní dopady, a je schopna vyvolat pozitivní dopady na klima a životní prostředí. Zelená budova je tedy taková budova, která zachovává drahocenné

přírodní zdroje a současně zlepšuje naši kvalitu života (WORLD GREEN BUILDING COUNCIL, 2016).

U. S. Environmental Protection Agency (EPA) zelenou budovu vymezuje jako praxi vytvářející struktury a využívající postupy, které jsou šetrné k životnímu prostředí a efektivní z hlediska zdrojů v průběhu životního cyklu budovy od jejího umístění přes návrh, výstavbu, provoz, údržbu, opravy a demontáž. Tato praxe rozšiřuje a doplňuje klasické požadavky na návrh budov co do hospodárnosti, užitečnosti, odolnosti a pohodlí. Zelená budova je také označována jako udržitelná či vysoce výkonná budova (UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2016).

Chceme-li být konkrétnější, můžeme zelené budovy vymezit také za pomoci několika následujících kritérií. Je však potřeba podotknout, že u velké části projektů nedojde ke splnění úplně všech těchto kritérií, jelikož každý projekt je specifický a vybírá si ta kritéria, která nejlépe odpovídají jeho vytyčeným cílům.

1. Prvním a zásadním kritériem je výběr vhodné lokality. Při výběru by měla být upřednostněna lokalita, kde již je vybudována nějaká infrastruktura, tedy vyvarovat se záborům zemědělské půdy, mokřadů, oblastí, ve kterých se vyskytují ohrožené druhy rostlin a živočichů. V potaz se v souvislosti s výběrem lokality bere také doprava. Od vhodné lokality se očekává, že umožní vybudovat dopravní infrastrukturu, která sníží zátěž na životní prostředí. Podporuje se tedy cyklodoprava, sdílení dopravních prostředků a městská hromadná doprava. Na druhé straně se usiluje o to, aby se co nejvíce omezovalo množství parkovacích míst a tím i množství aut v lokalitě.
2. Druhým kritériem, které je pro tuto práci stěžejní, je efektivní využívání vody. Toto kritérium zahrnuje např. problematiku snižování spotřeby vody na zavlažování rostlin, hledá způsoby jak snížit množství odpadních vod, které opouští budovu a obecně jak co nejvíce šetřit vodou.
3. Třetí kritérium se zabývá úsporou energie v budovách a využíváním energie pocházející z obnovitelných zdrojů. Od zelených budov se očekává jednak výrazně nižší spotřeba energie v porovnání s běžnou budovou, a mimo to by měla být zelená budova schopna si sama obstarat

část elektrické energie (tj. alespoň 35 %) pro svoji spotřebu z obnovitelného zdroje (např. ze solárních panelů umístěných na budově).

4. Čtvrté kritérium se zabývá samotným stavebním materiálem použitým na stavbu zelených budov. Zdůrazňuje vhodnost znovu využít při stavbě zelené budovy již jednou použitý stavební materiál. Výhod lze nalézt hned několik – nevznikne tak velké množství stavebního odpadu, který by byl uložen na skládce a jsou šetřeny náklady, energie i životní prostředí tím, že stavební materiál nemusel být znovu vyroben. Při stavbě zelených budov je vhodné využívat recyklované materiály jako je např. recyklovaný beton, popel či noviny, dále jsou vhodné rychle obnovitelné materiály např. bambus nebo korek a má-li být využito dřevo, pak by alespoň polovina množství dřeva měla mít certifikaci, která zaručuje udržitelné obhospodařování. Stavební materiál by neměl pocházet z příliš vzdáleného místa, čímž mají být šetřeny jak prostředky vynaložené na dopravu, tak samozřejmě i dopady na životní prostředí.
5. Páté kritérium je spojeno s požadavkem environmentální kvality uvnitř budovy. Základním požadavkem je zajištění dostatečného přísunu čerstvého vzduchu, vybavení uvnitř budovy by mělo být vyrobeno z nízkoemisních materiálů, přičemž riziko kontaminace vzduchu představují např. barvy, nátěry, lepidla a další. Mezi další požadavky samozřejmě patří vhodné osvětlení a ventilační systémy (Yudelson, 2007).

4.2 Zelené budovy - trvale udržitelný rozvoj

Svět se za několik desetiletí rychle posunul ke globálnímu programu sledujícímu Cíle udržitelného rozvoje (SDGs). Tyto cíle naznačují směr udržitelného rozvoje, který vyústil v koncept zelených budov, přičemž tento koncept představuje nový trend na poli inovativních technologií v oblasti stavebnictví (Kibert, 2004).

První přístupy týkající se udržitelnosti v dnešním smyslu se objevily v 70. letech minulého století. V roce 1972 vyšla kniha „The Limits to Growth“ (Meze růstu), která upozorňovala na rostoucí znečištění a poškození životního prostředí a z toho vyplývající nutnost spojit ochranu přírody s ekonomickým rozvojem (Ott a Döring, 2006). Později, v roce 1987, Světová komise Organizace spojených národů

pro životní prostředí a rozvoj (WCED) vydala dokument s názvem „Our Common Future“ známý také jako „Zpráva Brundtlandové“. Velmi zjednodušeně řečeno, tato zpráva vznikla jako reakce na požadavek vytvořit dlouhodobou strategii, která povede k dosažení tzv. udržitelného rozvoje v oblasti životního prostředí do budoucna. Dalším požadavkem, na který dokument reagoval, bylo zajištění spolupráce mezi rozvojovými a více vyspělými státy za účelem společné a co nejeefektivnější ochrany životního prostředí. A mimo jiné vyvstala i potřeba si společně pojmenovat dlouhodobé globální environmentální problémy a najít účinný způsob, jak jim společnými silami čelit a zlepšovat tím do budoucna stav životního prostředí (UNITED NATIONS DIGITAL LIBRARY, 1987).

Dokument Our Common Future je vůbec prvním dokumentem, který definoval pojem „sustainable development“, který je nám možná známější jako trvale udržitelný rozvoj (Yudelson a Fedrizzi, 2007), avšak samotná myšlenka udržitelného rozvoje není fenoménem současné společnosti, jelikož její počátky spadají do oblasti lesnictví 18. století (Ebert a kol., 2013). Trvale udržitelný rozvoj je takový rozvoj, který zohledňuje potřeby současné generace, aniž by ohrozil schopnost generací budoucích uspokojit své potřeby (UNITED NATIONS DIGITAL LIBRARY, 1987). Jiná definice říká, že se jedná o takový model růstu, ve kterém užívání zdrojů směřuje k uspokojení potřeb člověka za současného zachování životního prostředí, přičemž uspokojení těchto potřeb nemá být umožněno pouze současné generaci, ale i těm budoucím (Abdelfattah, 2020). Cílem trvalé udržitelnosti je snížit ekologickou stopu, tj. využívat méně zdrojů - spotřebovávat méně energie a materiálů, a produkovat menší množství odpadů (Hegger, 2007). Spotřeba obnovitelných přírodních zdrojů by měla být limitována tak, aby se tyto zdroje stačily průběžně obnovovat (Barton a kol., 1995).

Princip udržitelného rozvoje je vystavěn na třech pilířích – pilíř environmentální (ochrana přírodních zdrojů), sociální (sociální blahobyt společnosti) a ekonomický (hospodářský rozvoj), které se vzájemně prolínají a musí spolu být v rovnováze, aby bylo dosaženo udržitelnosti. Obecně řečeno je hlavní snahou nacházet taková řešení, která umožní prosadit maximum z každého pilíře za současného zachování jejich rovnováhy (Elliot, 2012).

4.3 Zelené budovy – vývoj v čase

Vzhledem k tomu, že pojem zelené budovy byl již výše vysvětlen, považuji za vhodné věnovat se v této části práce velmi stručně také historii zelených budov, respektive zamýšlení se nad tím, odkud tato myšlenka vzešla a jakým vývojem si prošla. V rámci toho budou zmíněny i historické události, které významně přispěly k tomu, že se vývoj ubíral směrem k trvale udržitelnému rozvoji (k zeleným budovám).

Zelené budovy se vyvinuly z konceptu trvale udržitelného rozvoje, přičemž tento proces byl náročný, neboť udržitelnosti bylo třeba dosáhnout v různých oblastech (Khan a kol., 2019). V USA můžeme prvopočátky zelených budov datovat do období, kdy se v zemi zformovalo environmentální hnutí. V této souvislosti zmiňme, že se v roce 1970 poprvé slavil Den Země a vznikla Agentura na ochranu životního prostředí, přičemž lze říci, že právě tyto dva momenty ve společnosti odstartovaly nový směr smýšlení o ochraně životního prostředí, který postupně vyústil až do současného přístupu, kam řadíme i zelené budovy. Významnou historickou událostí 70. let 20. století byl arabsko-izraelský konflikt, který způsobil v USA „ropnou krizi“. V roce 1973 vyhlásila OPEC (Organizace zemí vyvážejících ropu) ropné embargo, přičemž tato událost zapůsobila jako jakási první výstraha, že se do budoucna nelze spoléhat jen na ropu a další energie, jejichž produkce je zajišťována cizími státy, ale je potřeba přeorientovat se i na jiné, přesněji řečeno alternativní, zdroje energie (Kibert, 2004).

Po ropné krizi následoval v USA rapidní nárůst zájmu o energii ze slunce (Tabb a Deviren, 2014). Zájem byl také o tepelnou izolaci domů i komerčních budov a o rekuperační systémy (Kibert, 2004). Jako následek zmíněné ropné krize vznikaly první zárodky tzv. „low-tech architektury“ a začalo se objevovat množství různých environmentálních iniciativ zejména v oblasti bydlení. V architektuře se (znovu) zakomponovávaly materiály jako je dřevo a zemina, střechy a fasády se začaly osazovat rostlinami. Ve stejném období se vyvinula i tzv. „high-tech architektura“. Kombinace tradičních materiálů, inovativních průmyslových produktů a konceptu energetické udržitelnosti získala svůj podstatný význam (Ebert a kol., 2013).

V 80. letech 20. století v USA skupina prozíravých architektů vytvořila „Komisi pro životní prostředí“ v rámci Amerického institutu architektů (AIA) a tímto

nově stanovila vizi, ke které má činnost architektů do budoucna směřovat - tedy jít při navrhování nových staveb vstříc udržitelnosti (Yudelson a Fedrizzi, 2007). Vývoj zelené architektury v 90. letech 20. století byl zajímavý tím, že existovalo jen málo inovačních prototypů zelených budov a pokud některé z nich byly monitorovány, často se chovaly jinak, než bylo předpokládáno. Tato skutečnost vedla ke společnému sdílení znalostí v rámci profesionálních a průmyslových skupin za účelem lepšího komplexního porozumění této nové oblasti (Edwards a Naboni, 2013).

Klíčovou událostí ve vývoji 90. let v USA bylo zřízení organizace U. S. Green Building Council (rok 1993), jejíž vznik podnítila Konference OSN o životním prostředí a rozvoji konaná v roce 1992 v Riu de Janeiru. Zásadním počínem této organizace směrem k zeleným budovám bylo vytvoření systému hodnocení zelených budov pro potřeby veřejnosti – tzv. LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) (Yudelson a Fedrizzi, 2007). Ve stejném období probíhala snaha o vytvoření obdobných systémů i na území jiných států - v Evropě. Ve Velké Británii tak vznikl systém hodnocení zelených budov nazvaný BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) (Kibert, 2004). V České republice byla založena v roce 2009 Česká rada pro zelené budovy neboli Czech Green Building Council (CZGBC), která usiluje o realizaci princip udržitelnosti ve stavebnictví (ČESKÁ RADA PRO ŠETRNÉ BUDOVI, 2021a).

4.4 Zelené budovy – výhody a nevýhody

Koncept zelených (udržitelných) budov je odpovědí na řešení negativních vlivů pocházejících z budov, které mají globálně velký podíl na environmentálních a zdravotních potížích. Rozšíření uvedeného konceptu však brání některé překážky, přičemž přístup zdůrazňování mnohonásobných přínosů udržitelných budov může vést k překonání alespoň některých z nich. Bylo zjištěno na základě rozhovorů s investory, že překážkami v budování zelených budov jsou především jejich vysoké počáteční investiční náklady v porovnání s konvenčními budovami a pro subjekty, které mají omezené zdroje, může být další překážkou dlouhá návratnost investice do zelených technologií. I přesto má v současné době řada společností zájem zlepšit svou image v očích veřejnosti právě prostřednictvím tohoto udržitelného konceptu (Balaban a Oliveira, 2016).

Výhodou je, že v porovnání s běžnými budovami se zelené budovy snaží efektivně využívat půdu a energii, šetřit vodu a jiné zdroje, zlepšit kvalitu ovzduší uvnitř i vně budovy a zvýšit využití recyklovaných i obnovitelných materiálů (Abdelfattah, 2020). Úspory energie lze docílit efektivnějším osvětlením spolu s lepším využíváním denního světla, efektivnějším systémem vytápění a chlazení a také kvalitní izolací. Snížení emisí, zejména CO₂, který je hlavním skleníkovým plynem způsobujícím klimatické změny, je neméně důležitou výhodou zelených budov (Kats a kol., 2009).

Co se týče investičních nákladů na pořízení zelené budovy, platí obecný mezinárodní konsensus, že je tato cena okolo 2 % vyšší za projekt a výstavbu (GREEN BUILDING COUNCIL AUSTRALIA, 2006). Z Kalifornské zprávy, která se zabývala analýzou nákladů a finančních přínosů zelených budov napříč USA vyplývá, že celkové finanční přínosy zelených budov jsou více než desetinásobkem průměrné počáteční investice za projekt a výstavbu. Závěrem této zprávy je tedy přesvědčení, že stavět zelené budovy je z hlediska nákladů efektivní a má smysl. V oblasti ekonomické můžeme na základně mezinárodních případových studií a výzkumů identifikovat několik zásadních ekonomických výhod, které reflektuje obrázek č. 2 níže (Kats, 2003).

| VÝHODY | DIVIDENDY |
|---|---------------------------------------|
| Nižší roční provozní náklady a efektivnější správa budovy | 60% úspora ve spotřebě energií a vody |
| Zvýšená produktivita a pohoda obyvatel budovy | Nárůst produktivity o 1-25 % |
| Vyšší relativní návratnost investice | Minimálně 14% návratnost investice |
| Marketingová výhoda | Propagace zdarma |
| Vyšší tržní hodnota budovy | Nárůst o 10 % |
| Vyšší pronájmy | Nárůst o 5-10 % |

Obr. 2: Ekonomické výhody zelených budov (GREEN BUILDING COUNCIL AUSTRALIA, 2006, upraveno).

K přiblížení jednotlivých výhod bych ráda využila případovou studii z roku 2015, jejímž cílem bylo reálně zmapovat, jaké benefity má či nemá sedm vybraných zelených budov v Japonsku. K tomu je potřeba nejdříve stručně představit aktivní a

pasivní návrhové strategie použité v budovách, jelikož tyto značně ovlivňují výsledné celkové hodnocení. Strategie jsou následující:

- 1) **Eco-void systém** – prázdný kanál je veden uprostřed budovy za účelem přivedení více denního světla a čerstvého vzduchu do budovy. Využívá zrcadla umístěná na střeše, která sledují pohyb slunce, a světlo následně proudí kanálem dovnitř. Tento systém přivádí světlo ze slunce do místností, a tím šetří elektrickou energii za osvětlení. Stejně tak se používá i rozdílných teplot a tlaku vzduchu k ventilaci.
- 2) **Speciální fasáda** – ve fasádě jsou tenké svislé pilíře navrženy tak, aby nebránily pronikání denního světla dovnitř budovy. Ve fasádách jsou spíše trojúhelníkové než obdélníkové tvary.
- 3) **Zelené střechy a stěny budov** – zelené rostliny na střeše a stěnách pomáhají ochlazovat budovu a také zlepšovat ovzduší.
- 4) **Vsakovací dlažba** – na střeše je umístěna dlažba, která vsakuje vodu. Přirozeně ochlazuje budovu a snižuje spotřebu energie na ochlazování vnitřních prostorů.
- 5) **Řídící systémy budov** – efektivně snižují spotřebu energie, aniž by to mělo dopad na komfort uvnitř budovy.
- 6) **LED svítidla** – poskytují stejné množství světla jako běžná svítidla, ale s nižší spotřebou energie.
- 7) **Nízkoenergetická dvojskla v oknech** – vzduch mezi skly a lesklá folie za sklem slouží k lepší izolaci. Tento systém umožňuje slunečním paprskům pronikat dovnitř, ale izoluje přebytek tepla a tím šetří energii.
- 8) **Obnovitelné zdroje energie na budově** – solární fotovoltaické panely na střeše mají nahrazovat část neobnovitelné energie obnovitelnou (čistou) energií.
- 9) **Systémy nakládání se srážkovou vodou** – jejich cílem je úspora vody – srážková voda se využívá ke splachování toalet a k zavlažování rostlin (Balaban a Oliveira, 2016).

| | PASIVNÍ STRATEGIE | | | | AKTIVNÍ STRATEGIE | | | | |
|----------|-------------------|-----|-----|-----|-------------------|-----|-----|-----|-----|
| | 1) | 2) | 3) | 4) | 5) | 6) | 7) | 8) | 9) |
| Budova A | ANO | ANO | ANO | ANO | ANO | ANO | | ANO | ANO |
| Budova B | ANO | | ANO | ANO | ANO | ANO | ANO | | ANO |
| Budova C | | ANO | ANO | | | ANO | ANO | ANO | ANO |
| Budova D | | | ANO | ANO | | ANO | ANO | ANO | ANO |
| Budova E | | | ANO | | | ANO | | | ANO |
| Budova F | | | | | | ANO | | | |
| Budova G | | | | | | ANO | | | ANO |

Obr. 3: Přehled strategií udržitelnosti v zelených budovách posuzovaných v rámci případové studie (Balaban a Oliveira, 2016).

| | ENERGIE | | | CO ² | | | FINANČNÍ VÝHODY |
|----------|--|---|---------------------|---------------------------------------|--|-------------------------------------|--|
| | Celková roční spotřeba energie (tis. MJ/rok) | Intenzita spotřeby energie (MJ/m ² /rok) | Úspora energie (%)* | Celkové emise CO ² (t/rok) | Intenzita emisí CO ² (kg/m ² /rok) | Snížení emisí CO ² (%)** | Přibližná úspora nákladů (mil. EUR)*** |
| Budova A | 141,379 | 1537 | 33,4 | 5680 | 61,7 | 38,0 | 1,4 |
| Budova B | 161,615 | 1697 | 26,4 | 6478 | 68,0 | 31,7 | 1,1 |
| Budova C | 217,595 | 1900 | 17,6 | 8730 | 76,2 | 23,5 | 0,9 |
| Budova D | 182,542 | 2025 | 12,2 | 7289 | 80,9 | 18,8 | 0,5 |
| Budova E | - | - | - | - | 103,1 | 0 | 0 |
| Budova F | 161,008 | 1949 | 15,5 | 6448 | 78,1 | 21,6 | 0,6 |
| Budova G | 79,877 | 3153 | 0 | 3204 | 126,5 | 0 | 0 |
| Průměr | 157,336 | 2043 | 11,4 | 6305 | 85,0 | 14,6 | 0,9 |

Obr. 4: Výsledky případové studie (Balaban a Oliveira, 2016).

* porovnáváno se srovnávací hodnotou 2306 (MJ/m²/rok)

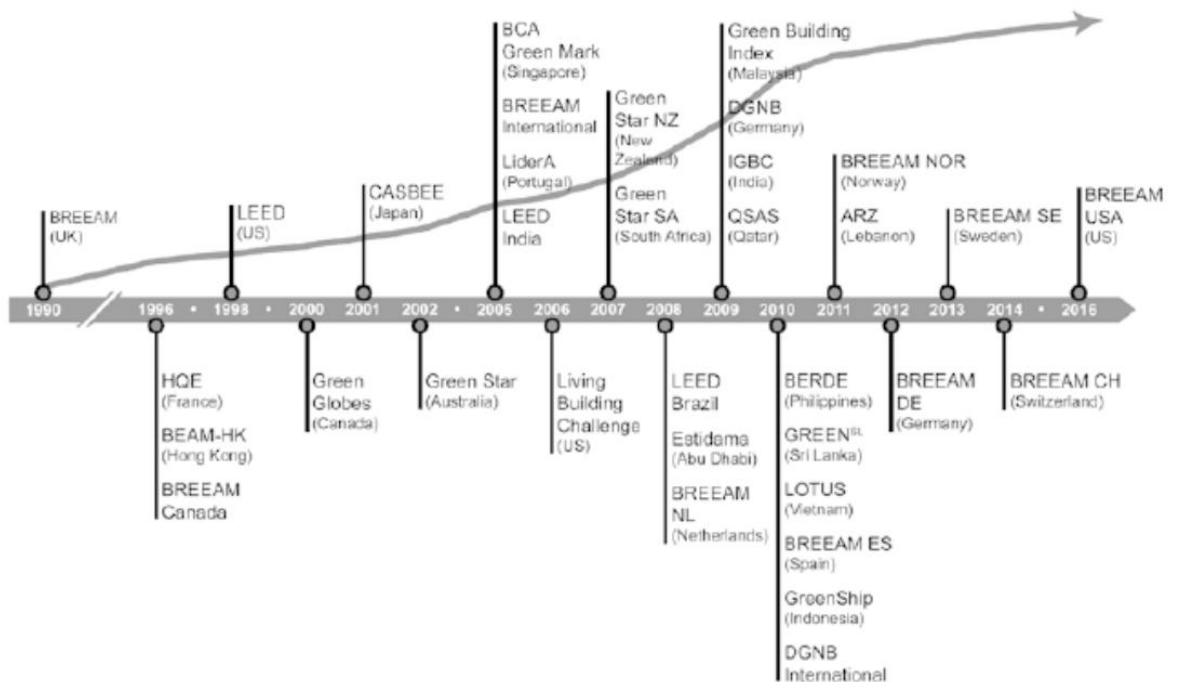
** porovnáváno se srovnávací hodnotou 99,6 (kg/ m²/rok)

*** měna převedena z JPY na EUR podle kurzu k 31.12.2015 (JPY = 0,00759 EUR)

V obrázku č. 3 je ke každé posuzované zelené budově uveden přehled strategií, které jsou u ní přítomny, přičemž lze vyčíst, že nejvíce přímých a nepřímých strategií mají budovy A-D. Obrázek č. 4 už udává konkrétní výsledky vyplývající z případové studie. Podstatným zjištěním o zkoumaných zelených budovách je, že jsou schopné ušetřit v průměru 11,4 % energie za rok, snížit emise CO₂ v průměru o 14,6 % za rok a tím zajistit průměrnou finanční úsporu ve výši cca 0,9 mil EUR za rok. Dále bylo vyzpozorováno, že i zrekonstruované budovy mohou dosahovat obdobné kvality jako nově postavené zelených budov (Balaban a Oliveira, 2016).

5. Environmentální certifikační nástroje

V průběhu posledních více než 20 let zavedlo mnoho států regulační podmínky požadující snížení spotřeby energie v nových i již existujících budovách. Důsledkem těchto regulací bylo zavedení environmentálních hodnotících systémů budov, které posuzují nejen energetické požadavky, spotřebu vody, intenzitu znečištění a přístup k dennímu světlu, ale i to, jaký vliv mají faktory jako je např. způsob využívání půdy a místní biodiverzita. Vzestup těchto hodnotících metod byl úzce spojen s rychle rostoucí poptávkou po certifikátech zelených budov, které slouží jako doklad důvěryhodnosti. Obrázek č. 5 níže zobrazuje na časové ose postupný vývoj environmentálních certifikačních systémů ve světě, přičemž lze říci, že největší rozkvět nových systémů proběhl v období let 2005-2010. Ačkoliv existují ve světě různé certifikace zelených budov od LEED a BREEAM, přes japonský CASBEE, australský Green Star až po SBTool a další, tato kapitola se zaměří jen na 3 nejčastěji využívané nástroje pro hodnocení zelených budov v České republice (Strong a Burrows, 2016).



Obr. 5: Vývoj environmentálních certifikačních systémů ve světě (Strong a Burrows, 2016).

Provedeme-li analýzu existujících mezinárodních systémů pro hodnocení zelených budov, např. LEED nebo BREEAM, zjistíme, že jejich součástí není ekonomické zhodnocení zelených budov (Liu a kol., 2014).

5.1 BREEAM

Prvním certifikačním systémem, který se stal inspirací pro většinu později založených certifikačních systémů, byl britský BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method). Tento systém vznikl ve Velké Británii a přestože byl původně navržen jako systém hodnocení pro kancelářské budovy a obytné domy, postupně se rozšířil i na další typy budov napříč státy. V současnosti má certifikaci BREEAM více než 500 tisíc budov a přes 2 miliony registrací na ni čeká. Certifikace se vztahuje na nové i existující budovy, rekonstrukce i velké projekty (BRE, 2021). Úplně první budovou v České republice, která získala certifikaci BREEAM, byla v roce 2014 administrativní budova Futurama Business Park v Praze pro společnost Erste Group Immorent ČR s.r.o. (hodnocení 57 % = Very good) (BREEAM, 2021a).

Stavby posuzují a hodnocení udělují vyškolení a licencovaní nezávislí hodnotitelé, kteří společně tvoří mezinárodní síť (BRE, 2021). Při hodnocení zjišťují, zda byla dodržena kvalita a standardy systému. Jádrem tohoto procesu jsou certifikační orgány. Organizace získávají prostřednictvím národních akreditačních orgánů souhlas k certifikaci produktů, systémů a služeb. Posouzení a certifikace se může uskutečnit v různých fázích životního cyklu budovy od projektu a výstavby přes provoz až k rekonstrukci. Výstupem procesu certifikace je hodnocení, které se odráží do počtu udělených hvězdiček na BREEAM certifikátu (BREEAM, 2021b).

K definování a vyhodnocení relativního dopadu na životní prostředí používá BREEAM systém vážení, který je založený na konsenzu a názorech odborníků. Výstup z tohoto hodnocení je poté možné použít pro určení relativní hodnoty environmentální sekce v rámci BREEAM a její přispění k celkovému skóre. BREEAM hodnotí udržitelnost v těchto kategoriích:

- energie (19 %)
- zdraví a pohoda (15 %)
- využití půdy (10 %)

- materiály (12,5 %)
- management (12 %)
- znečištění (10 %)
- doprava (8 %)
- odpady (7,5 %)
- voda (9 %)
- inovace (doplňková kategorie – 10 %).

Výše uvedené kategorie se od sebe odlišují různým počtem posuzovaných otázek, které jsou pod ně podřazeny a počtem kreditů (BREEAM, 2021c). Tyto kredity mají rozdílnou váhu. Výsledek se uvádí v procentech, kdy maximum je 100 % (+ 10 % je za inovaci, tj. prvek budovy, u kterého je priorita do budoucna). K hodnocení se tedy využívá princip multikriteriální (ČESKÁ RADA PRO ŠETRNÉ BUDOVMY, 2021b). Systém rozlišuje celkem šest stupňů hodnocení, která jsou uvedena na obrázku č. 6 (BREEAM, 2021d).

| BREEAM HODNOCENÍ | % SKÓRE |
|----------------------------------|----------------|
| „Unclassified“ (neklasifikovaný) | < 30 |
| „Pass“ (vyhověl) | ≥ 30 |
| „Good“ (dobře) | ≥ 45 |
| „Very good“ (velmi dobře) | ≥ 55 |
| „Excellent“ (výborně) | ≥ 70 |
| „Outstanding“ (vynikající) | ≥ 85 |

Obr. 6: Hodnocení BREEAM (BREEAM, 2021).

Pro získání BREEAM certifikace je třeba nejprve určit, který BREEAM standard bude vybrán pro projekt – standardy jsou následující:

- BREEAM Communities (pro rozsáhlé plány rozvoje, středně velké až velké projekty),
- BREEAM Infrastructure (pro zlepšení udržitelnosti v oblasti infrastruktury),

- BREEAM New Construction (pro většinu typů nových budov včetně nových domů, nové přístavby stávajících domů),
- BREEAM In-Use (pro zlepšení udržitelnosti v provozní oblasti budov),
- BREEAM Refurbishment and Fit-Out (pro posouzení udržitelnosti u rekonstrukcí a nového vybavení budov) (BREEAM, 2021e).

Česká republika z těchto standardů využívá nejčastěji BREEAM International New Construction a BREEAM In-Use. Ostatní uvedené standardy se na našem území ještě nestihly tolik rozšířit. U BREEAM New Construction je třeba zmínit, že může mít podobu celosvětovou („International“) nebo je poupraven, aby lépe odpovídal podmínkám a právním předpisům konkrétního státu, jako je tomu např. ve Švédsku nebo Španělsku. Nicméně i v tomto případě musí být zachován soulad s nadřazeným rámcem BREEAM International (ČESKÁ RADA PRO ŠETRNÉ BUDOVI, 2021b).

Poté je třeba zaregistrovat projekt k posouzení prostřednictvím licencovaného hodnotitele systému BREEAM, který provede předběžné posouzení projektu na základě shromážděných informací. Následně hodnotitel určí, zda jsou naplněny standardy a pokud ano, předloží své posouzení certifikačnímu orgánu k rozhodnutí o certifikaci. V případě splnění podmínek je žadateli vydán certifikát BREEAM (BREEAM, 2021f).

Ve srovnání s následujícím systémem LEED má BREEAM tu výhodu, že je více provázaný s národními předpisy. To znamená, že je obvykle možné přímo použít ČSN normy namísto použití zahraničních norem a předpisů (ČESKÁ RADA PRO ŠETRNÉ BUDOVI, 2021b).

5.2 LEED

Certifikační systém pro zelené budovy LEED (Leadership In Energy and Environmental Design) je v současnosti nejpoužívanějším hodnotícím systémem ve světě (U. S. GREEN BUILDING COUNCIL, 2021a). LEED je možné použít pro všechny typy budov a různé fáze, kterými jsou nové stavby, interiérové vybavení budov, provoz a údržba a tzv. „shell and core“ (U. S. GREEN BUILDING COUNCIL, 2021b). Poslední zmíněná fáze „shell and core“ představuje koncept, ve kterém jsou budovy nabídnuty v tzv. základní úpravě a interiér je upraven do

konečné podoby až podle požadavků majitele nebo pronajímatele budovy. Tento přístup pocházející z USA si oblibu získal i v České republice, jelikož lépe reflektuje přání a představy a navíc šetří čas i prostředky, které by byly jinak vynaloženy na dodatečné úpravy (Brožková, 2016). Historicky první budovou s certifikátem LEED v České republice se stala budova centrály ČSOB v ulici Radlická v Praze. Certifikace byla udělena v srpnu roku 2010 a bodové skóre (43 bodů ze 69 bodů) odpovídalo hodnocení Gold (U. S. GREEN BUILDING COUNCIL, 2021c).

V rámci certifikace LEED existují tyto hodnotící systémy:

a) LEED for Building Design and Construction

- nové stavby, velké rekonstrukce, core and shell
- žádosti pro školy, maloobchody, pohostinství, datová centra, skladová a distribuční centra, zdravotní péče

b) LEED for Interior Design and Construction

- projekty kompletního interiérového vybavení, komerční interiéry
- žádosti pro maloobchod a pohostinství

c) LEED for Building Operations and Maintenance

- stávající budovy procházející modernizací
- žádosti pro školy, maloobchody, pohostinství, datová centra, skladová a distribuční centra

d) LEED for Neighborhood Development

- nové projekty územního rozvoje nebo projekty přestavby pro bytové a nebytové potřeby nebo jejich kombinace
- projekt může být v různých fázích od koncepčního plánování k výstavbě

e) LEED for Homes

- rodinné domy, nízkopodlažní domy (1-3 podlaží), vícepodlažní domy (4-6 podlaží)

f) LEED for Cities and Communities

- celá města a dílčí části měst
- projekty mohou měřit a řídit spotřebu vody ve městě, spotřebu energie, odpady a dopravu

g) LEED Recertification

- recertifikace pomáhá udržovat a zlepšovat budovy a zároveň zachovávat investice do udržitelnosti
- platí pro obývané a používané projekty, které dříve získaly LEED certifikaci

h) LEED Zero

- dostupné pro všechny projekty s certifikací LEED Building, Design and Construction nebo LEED Building Operations and Maintenance
- vztahuje se na projekty, které mají za cíl produkci nulových emisí uhlíku anebo jiných zdrojů (U. S. GREEN BUILDING COUNCIL, 2021b).

Aby se daný projekt mohl ucházet o LEED certifikaci, musí nejprve splnit základní požadavky, které celý proces odstartují a vybrat si z nabídky jednotlivých kategorií kredity, o jejichž dosažení bude projektový tým usilovat a za jejichž dokončení obdrží body. LEED kredity jsou zařazeny celkem v 9 kategoriích: 1) umístění a doprava, 2) udržitelnost, 3) efektivnost hospodaření s vodou, 4) energie a atmosféra, 5) materiály a zdroje, 6) environmentální kvalita vnitřního prostředí, 7) integrační proces, 8) inovace, 9) regionální priorita (U. S. GREEN BUILDING COUNCIL, 2021d). Kredity se dělí na povinné (prerequisites) a volitelné (credits) (ČESKÁ RADA PRO ŠETRNÉ BUDOVY, 2021b). V závislosti na celkovém počtu obdržených bodů mohou projekty získat následující stupně – viz obrázek č. 7 (U. S. GREEN BUILDING COUNCIL, 2021e).

| LEED HODNOCENÍ | BODOVÉ SKÓRE |
|-----------------------|---------------------|
| Certified | 40-49 |
| Silver | 50-59 |
| Gold | 60-79 |
| Platinum | 80 a více |

Obr. 7: Hodnocení LEED (U.S. GREEN BUILDING COUNCIL, 2021).

Obecný postup získání certifikace LEED pro konkrétní projekt se skládá ze 4 hlavních kroků. Začíná registrací s vyplněním klíčových formulářů a odesláním poplatku za registraci. Následuje odeslání vyplněné žádosti o certifikaci a zaplacení poplatku za kontrolu žádosti. Dalším krokem je samotné posouzení žádosti institucí,

kteře je zakončeno rozhodnutím o certifikaci (U. S. GREEN BUILDING COUNCIL, 2021f). Dokumentaci není nutné podávat celou v angličtině, může být předložena v češtině a doplněna o anglické vysvětlivky (ČESKÁ RADA PRO ŠETRNÉ BUDOVOY, 2021b).

5.3 SBToolCZ

Prozatím jedinou národní českou certifikační metodou, která byla v roce 2010 nově zavedena, je SBToolCZ. Po vzoru rozšířenějších mezinárodních certifikačních systémů klade i tato metoda důraz na trvalou udržitelnost ve výstavbě a věnuje se posuzování kvality budov, přičemž při hodnocení zohledňuje obdobná kritéria jako výše zmíněné certifikační systémy. SBToolCZ má však oproti ostatním certifikacím několik výhod – a) proces certifikace probíhá v češtině, b) lépe zohledňuje tuzemské podmínky (právní řád, klima a další). Cílem je poskytnout certifikát kvality budovy garantující soulad s legislativou a s principy udržitelnosti (SBTOOLCZ, 2021a).

Za vznikem SBToolCZ stojí několikaletý výzkum Fakulty stavební ČVUT v Praze (výzkumné centrum CIDEAS), která se spojila s mezinárodní organizací iiSBE stojící za obecným schématem SBTool (Sustainable Building Tool) (Vonka a kol., 2011). Vydávány jsou metodiky, které jsou vždy věnovány konkrétním typům budov. Dostupná je v současnosti metodika pro bytové domy, administrativní budovy, rodinné domy, a poslední metodika pro školské budovy z roku 2016 (ČESKÁ RADA PRO ŠETRNÉ BUDOVOY, 2021b).

Budovy a jejich okolí jsou definovány souborem vlastností, které jsou v regionu ustálené a na budově nezávislé, tj. emisní faktory a faktory ovlivňující spotřebu energie budovou a jejím okolím. Tyto vlastnosti jsou zohledněny při hodnocení a tvoří podstatu tohoto certifikačního systému (Vonka a kol., 2010).

Počet kritérií metodiky se liší v závislosti na typu budovy, avšak všechna kritéria jsou shodně rozdělena do 4 skupin:

- a) environmentální kritéria - např. jak funguje zachycení dešťové vody, jaký budova představuje potenciál eutrofizace prostředí či potenciál ničení ozonové vrstvy, jak je využita zeleň na budově pozemku,
- b) sociální kritéria – hodnotí se např. zdravotní nezávadnost materiálů, flexibilita ve využití budovy i využití exteriéru budovy,

- c) ekonomika a management – např. systém třídění odpadu v budově, náklady životního cyklu budovy, aj,
- d) lokalita – tato skupina se ale neprojevuje na výsledném certifikátu, patří sem např. rizika živelních pohrom, dostupnost veřejné dopravy a míst pro relaxaci.

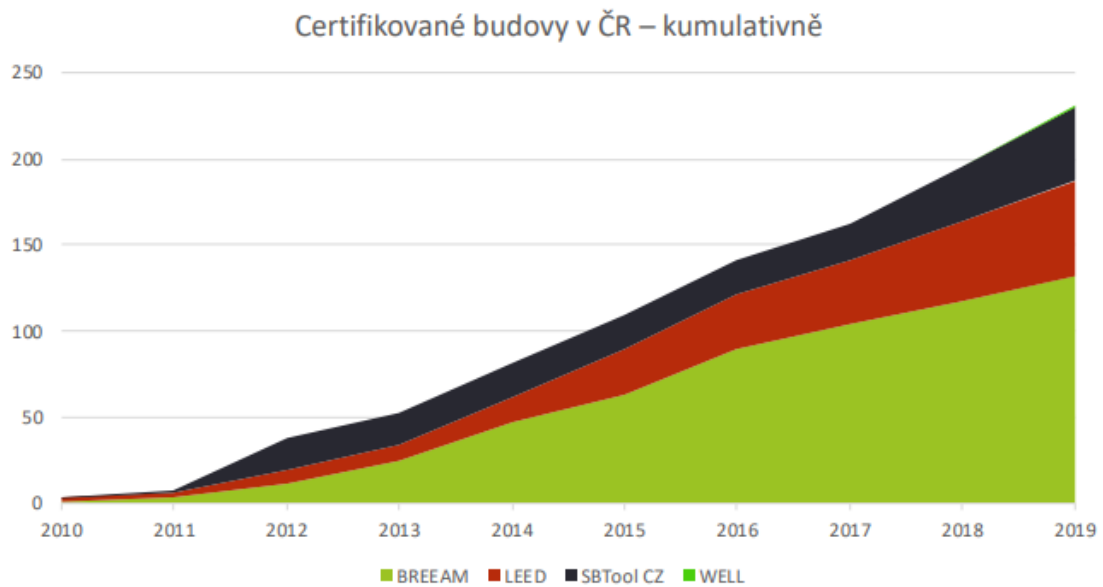
Každému z kritérií je přiděleno v rámci hodnocení od 0 do 10 bodů, tyto body jsou poté násobením vyvažovány a následně sečteny do konečného součtu. Tímto způsobem je získáván celkový výsledek v hodnotách 0 až 10, kterému odpovídají tyto stupně certifikace (SBTOOLCZ, 2021b):

| SBToolCZ HODNOCENÍ | BODOVÉ SKÓRE |
|------------------------------------|---------------------|
| Budova certifikována | 0-3,9 |
| Bronzový certifikát kvality | 4-5,9 |
| Stříbrný certifikát kvality | 6-7,9 |
| Zlatý certifikát kvality | 8-10 |

Obr. 8: Hodnocení SBToolCZ (SBToolCZ, 2021).

Co se týče postupu k získání certifikace, musí být nejprve autorizovanou osobou zpracovány podklady pro vydání certifikátu, které jsou předány certifikačnímu orgánu, a ten na jejich základě provede certifikaci. Certifikace je zpoplatněna, avšak nikde není stanovena pevná cena, neboť se do ní promítá velikost objektu, který je hodnocen, a jeho rozsah. Nicméně přibližná cena se pohybuje v částce od 50 tisíc až 100 tisíc Kč bez DPH za hodnocenou stavbu (SBTOOLCZ, 2021c).

Z obrázku č. 9 vyplývá, že v současné době převládá v České republice certifikace BREEAM, která tvořila v roce 2019 více než polovinu všech certifikací. Druhou nejpoužívanější ve stejném roce byla LEED, které se počtem postupně vyrovnává SBToolCZ.



Obr. 9: Vývoj certifikovaných budov v České republice (ČESKÁ RADA PRO ŠETRNÉ BUDOVY, 2019).

6. Hospodaření se srážkovými vodami

6.1 Srážková voda

Šetření s vodou a systém nakládání se srážkovou vodou jsou dva nejefektivnější způsoby jak udržitelně hospodařit s vodou, a proto je dnes využívají např. architekti při navrhování staveb a mnozí další. Srážková voda může být zachytávána ze střech (např. škol, administrativních budov nebo zemědělských budov) anebo z propustných či nepropustných povrchů (Novak a kol., 2014). Definici pojmu srážková voda lze najít ve vodním zákoně (zákon č. 254/2001 Sb., o vodách). Pro účely tohoto zákona je srážková voda povrchová voda, která vznikla dopadem atmosférických srážek (Zákon č. 254/2001 Sb.). Označení hospodaření se srážkovými vodami znamená „způsob nakládání se srážkovými vodami, který klade důraz na zachování přirozené bilance vody v území po jeho urbanizaci“. Vztahuje se na celé spektrum variability srážkového režimu, tzn. déšť běžný, silný až extrémní, stejně tak i na období sucha (srážkový deficit) (Stránský a kol., 2021).

Srážková voda je zpravidla málo znečištěná, přičemž úroveň znečištění závisí na kvalitě atmosféry. Znečistit ji mohou polutanty v atmosféře, jako jsou různé částice, mikroorganismy, těžké kovy nebo organické polutanty. Ve venkovských oblastech je srážková voda téměř čistá s výjimkou rozpuštěných plynů. Naproti tomu městská zástavba má v důsledku emisí z dopravy a průmyslu dešťovou vodu znečištěnou částicemi, těžkými kovy a organickými polutanty (Helmreich a Horn, 2008). Srážkové vody obvykle vyžadují jen základní mechanický způsob čištění, ale je-li potřeba, lze ho doplnit o hygienické zabezpečení (Plotěný, 2019).

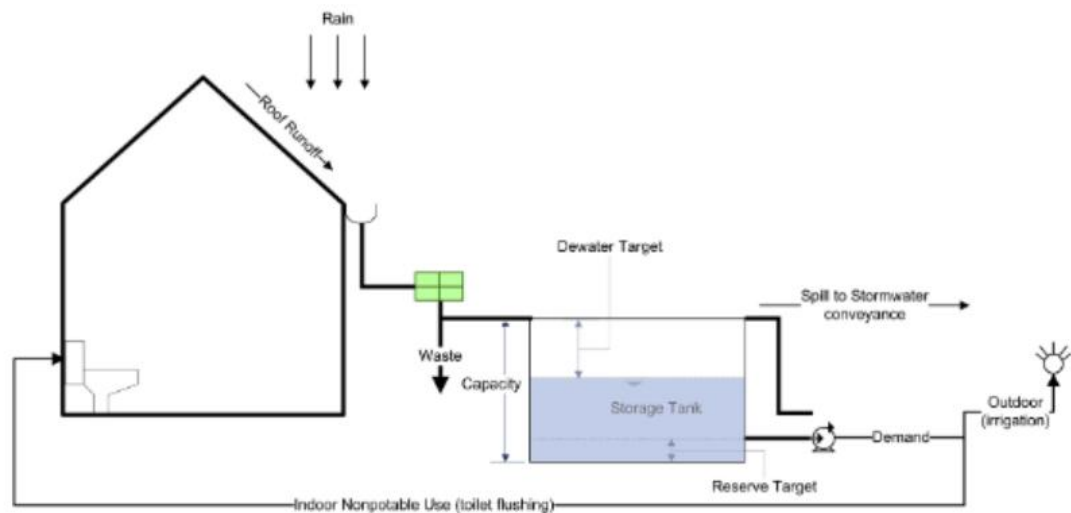
6.2 Hospodaření se srážkovými vodami v urbanizovaném území

Typickým znakem urbanizovaných území je vysoký podíl nepropustných ploch (v centru města až 70 %) jako jsou např. pozemní komunikace. Problém spojený s touto vysokou nepropustností spočívá ve změně lokálního koloběhu vody, respektive jsou změněny jeho jednotlivé složky. A jelikož srážkové vodě není umožněno se přes nepropustný povrch vsáknout do půdy (Paul a Meyer, 2001), odteče povrchovým odtokem, který je v těchto územích výrazně vyšší, do kanalizace. Mezi nepříznivé následky výše popsaného problému patří snižování hladiny podzemní vody, ovlivňování hydrologického režimu povrchových vod a také

ovlivňování mikroklimatu, které se projevuje např. nižší vlhkostí vzduchu v lokalitě (ASOCIACE PRO VODU ČR, 2019). Ve vyspělých zemích se předpokládá, že v roce 2030 dosáhne urbanizace asi 83 % (Antrop, 2004).

Koncept hospodaření se srážkovou vodou zahrnuje širokou škálu přístupů a technologií k zachytávání a k uchování dešťové vody. Rozlišuje se hospodaření se srážkovou vodou In situ a Ex situ. In situ jsou strategie hospodaření s půdou, které zlepšují infiltraci vody a snižují povrchový odtok. Ex situ přístup shromažďuje povrchový odtok vody z míst, jako jsou střechy, zemský povrch, strmé svahy nebo pozemní komunikace a poté tuto vodu skladuje v nádržích. V rámci Ex situ také rozlišujeme, zda jde o pasivní či aktivní systémy. Ty pasivní se vyznačují nádobami na dešťovou vodu o menším objemu a tím, že voda není nijak upravována, a proto není vhodná k pití. Aktivní používají nádoby o větším objemu (cisterny) a akumulovanou vodu podrobují procesu úpravy kvality (Datta, 2019).

Typický příklad systému hospodaření se srážkovou vodou, kdy je srážková voda zachycena z nepropustného povrchu, je znázorněn na obrázku č. 10. Obvykle je systém složen ze střechy domu, ze které jsou srážky zachytávány, filtru pro odstranění nečistot obsažených ve srážkovém odtoku, akumulární nádrže na vodu (cisterny) a čerpadla pro přečerpání vody do konkrétních míst (např. WC nebo pračka v domě). Voda odebíraná v rámci tohoto systému pro vnitřní i venkovní účely je čerpána. Voda přesahující akumulární kapacitu nádrže z ní přetéká ven (Sample a Liu, 2014). V případě podzemní nádrže se jedná o bezpečnostní přepad, který je napojen na vsakovací zařízení a má za úkol pomalé vsáknutí přebytečné vody do pozemku (Drabinová, 2019).



Obr. 10: Typický systém hospodaření se srážkovou vodou (Sample a Liu, 2014).

Přibližně 80 % ročních srážek, které dopadnou na konkrétní plochu, může být akumulováno, má-li nádrž dostatečný objem a nepřetéká. Nádrž může být umístěna nad zemí, pod zemí, v domě i v garáži (CANADA MORTGAGE AND HOUSING CORPORATION, 2013). Podzemní nádrž je z hlediska následných možností využití vody vhodnější, jelikož tma a nízká teplota předchází množení bakterií a řas ve vodě a voda je tak vhodná pro použití v domě (Drabinová, 2019). Co se týče situace v České republice, přibližně dvě třetiny obyvatel žijících v rodinných domech zachytávají srážkovou vodu do nádrží umístěných nad zemí a do sudů. Jen asi v 9 % dávají přednost nádržím podzemním, které mají větší objem (Slavíková a Macháč, 2021).

Nástroje pro hospodaření se srážkovými vodami se liší i v závislosti na srážkové situaci, jak je přehledně znázorněno na obrázku č. 11. Běžný déšť tvoří z celkového srážkového úhrnu největší část, která představuje 65-80 %. V tomto případě se obecně preferuje aplikovat tzv. modrozelenou infrastrukturu, jejímž hlavním cílem je podpořit výpar a vsakování vody, a zajistit pomalé odtékání vody do lokálního koloběhu vody. Silný déšť zaujímá z celkového srážkového úhrnu přibližně 19-34 %. Nástrojem pro hospodaření s tímto typem srážek je optimalizování současných stokových sítí, vybudování retenčních prostor a zefektivnění jejich využití prostřednictvím řízeného odtoku vody. Na extrémní déšť připadá 1-5 % z celkového srážkového úhrnu. Prostředky, které se v tomto případě aplikují, jsou nouzové povrchové cesty pro bezpečné odvedení nadbytečných vod

prýč z obce a dočasné zadržení vody v rozlivných plochách či poldrech. Uvedme i případ, kdy jsou srážky v deficitu. Tehdy by se mělo přistoupit zejména ke snížení krátkodobých i dlouhodobých dopadů na zdroje vody a mikroklima. Nástroj spočívá v akumulování srážkové vody a v jejím využívání. Tím se zlepší mikroklima i doplní podzemní voda (Stránský a kol., 2021).

| SITUACE | % CELKOVÉHO SRÁŽKOVÉHO ÚHRNU | VHODNÉ NÁSTROJE | PŘÍNOSY |
|----------------------|------------------------------|--|---------------------------------|
| Běžný déšť | 65-80 % | Modrozelená infrastruktura | Snížení rizika lokálních záplav |
| | | | Zvýšení ochrany povrchových vod |
| | | | Snížení účinků sucha |
| | | | Zlepšení mikroklimatu území |
| | | | Zvýšení biodiverzity území |
| | | | Zvýšení atraktivity území |
| Silný déšť | 19-34 % | Stokový systém a dočasné retenční prostory | Snížení rizika lokálních záplav |
| | | | Zvýšení ochrany povrchových vod |
| Extrémní déšť | 1-5 % | Nouzové cesty odtoku a rozlivné plochy | Snížení rizika lokálních záplav |

Obr. 11: Vztah srážkových situací, vhodných nástrojů hospodaření se srážkovými vodami a přínosů (Stránský a kol., 2021, upraveno).

6.3 Modrozelená infrastruktura

Termín modrozelená (případně zelenomodrá) infrastruktura je globálně známý přístup, kterým se zjednodušeně řečeno označují strategie vedoucí ke zvyšování odolnosti měst vůči klimatickým změnám a strategie zlepšující zvládnání, přizpůsobení se a zmírňování dopadů klimatických změn ve městech (Voskamp a Van de Ven, 2015). Vedle přírodě blízkého hospodaření se srážkovou vodou, kam řadíme modrozelenou infrastrukturu, rozlišujeme ještě tzv. udržitelné hospodaření se srážkovou vodou, kam patří také prvky jako např. propustná dlažba nebo podzemní nádrže na srážkovou vodu (Tan a Jim, 2017).

Modrozelená infrastruktura je považována za významný nástroj pro udržitelné hospodaření se srážkovou vodou ve městech, přičemž je založena na přírodních procesech, které se vymezují vůči konvečním technickým přístupům. V posledních letech je ve světě stále více přijímána prostřednictvím různých iniciativ. Důvodem je potřeba naléhavě řešit výzvy jako je zabezpečení vody a její kvality, rostoucí riziko povodní či degradace vodních ekosystémů. Mezi nejčastěji používané zástupce modrozelené infrastruktury patří zejména dešťové zahrady, vsakovací průlehy, umělé mokřady, retenční nádrže a zelené střechy (Tan a Jim, 2017).

Jedna z možných definic říká, že modrozelená infrastruktura je propojená síť přírodních a navržených krajinných prvků, která zahrnuje vodní plochy, plochy zeleně a otevřená prostranství. Poskytuje množství funkcí jako je např. zadržení vody, řízení povodňových rizik, nakládání s vodou a mnohé další (Ghofrani a kol., 2017). Tento k přírodě šetrný přístup kombinující vodní management a zelenou infrastrukturu také pomáhá udržovat přirozené vodní cykly a zlepšuje životní prostředí (Drosou a kol., 2019).

Základní pravidlo uvádí, že srážkami a jejich odtokem je třeba se zabývat v tom místě, kde vznikly, a také, že se srážky mají navracet do přirozeného koloběhu vody (Stránský a kol., 2008). Srážková voda se v dnešní době považuje nikoliv za odpad, který má být odváděn do kanalizace, ale za životně důležitý zdroj. Proto je kladen důraz na zachytávání srážek, jejich odpar a retenci, přirozené zasakování všude, kde je to jen trochu možné a využívání srážek v budovách i na přilehlých pozemcích (ČESKÁ RADA PRO ŠETRNÉ BUDOVY, 2020). V zavádění modrozelené infrastruktury hraje zásadní roli vegetace, jelikož poskytuje širokou

škálu ekosystémových služeb (Perini a Sabbion, 2017). Při výběru vegetace je vhodné brát v potaz specifické požadavky jednotlivých rostlin, účel, který budou na místě plnit i jejich soulad s okolím (Calkins, 2011).

6.3.1 Dešťové zahrady

Dešťové zahrady (Rain Gardens) jsou v zemích Severní Evropy, USA, ale i v dalších zemích doporučované jako nejlepší způsob pro nakládání s odtokem srážkové vody (Ishimatsu a kol., 2016). Dešťové zahrady řadíme mezi tzv. bioretenční systémy, které se používají v rámci hospodaření se srážkovou vodou. Jejich princip spočívá ve vytvoření mělké prohlubně v krajině, která je osázena vegetací, a do které je dočasně shromažďován odtok srážkové vody, přičemž následně dochází k infiltraci (vsakování) tohoto odtoku (UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 1999). Ačkoliv dešťová zahrada může dokonale splynout s okolní krajinou a sloužit jako součást běžné zahrady, její hlavní funkcí je zadržovat srážkovou vodu a upravovat její kvalitu. K úpravě kvality srážkové vody (odstranění polutantů) se využívají chemické, biologické a fyzikální vlastnosti půdy, rostlin a mikroorganismů (Jaber a kol., 2013).

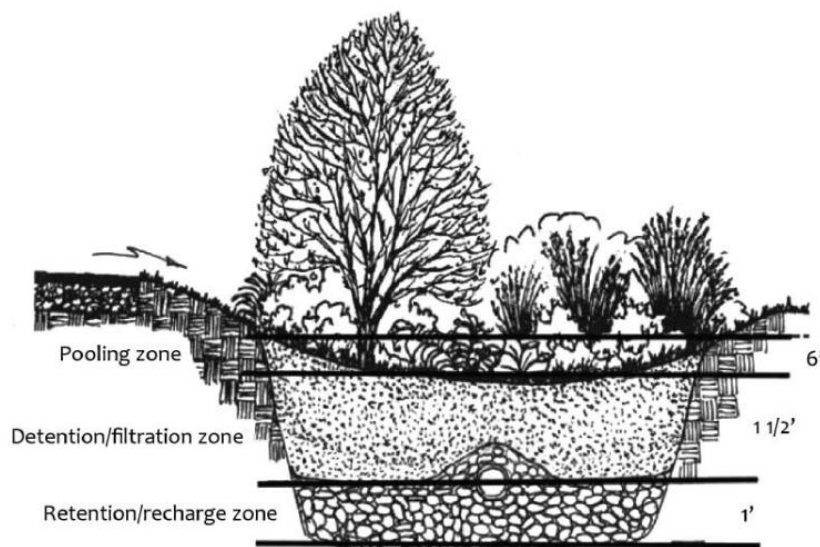
V zásadě se jedná o dobře odvodněné porézní lože, ve kterém je voda o hloubce 100 – 300 mm zadržena a postupně vsakována do okolní půdy. Vsakování probíhá po dobu několika hodin, maximálně však po dobu 36 hodin. Dešťová zahrada je obvykle odvodněna zespodu a vždy by měl být její součástí přepad nebo obtok pro případy silných srážek, aby přes ně mohla většina srážkového odtoku přejít. V období sucha dochází k ukládání srážkové vody, která pak poskytuje závlahu pro vegetaci (Hostetler, 2009). Co se týče vegetace, původní druhy jsou odolnější vůči změnám vlhkosti a vstřebávají více vody a polutantů. Rostliny s hlubokými kořeny, jako jsou např. trávy, jsou doporučovány pro jejich schopnost vysoké infiltrace a aerobní podmínky potřebné k činnosti mikroorganismů při odstraňování polutantů (IOWA DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES, 1999).

Dešťové zahrady jsou obecně vhodným řešením pro malé průtoky srážkových vod, nicméně na jejich vhodnost mohou mít vliv také vlastnosti dané půdy. Stejně jako jiní zástupci modrozelené infrastruktury, i dešťové zahrady vyžadují určitou míru údržby. Nejčastějším typem údržby je odstraňování odpadků a jiných předmětů,

jejichž navrstvení by mohlo způsobit obtížné vsakování vody a jako následek by mohlo dojít i k naklazení komářích larev (Ishimatsu a kol., 2016).

Tento bioretenční systém se aplikuje zejména v městských oblastech, ale využít ho lze také pro průmyslové areály. Systém je vhodný i pro vysoce nepropustné oblasti jako jsou např. parkoviště. Nevhodné jsou pro dešťové zahrady oblasti se sklonem vyšším než 20 % a oblasti, kde odtoky srážkové vody obsahují vysoké množství sedimentů, které mohou systém ucpat (IOWA DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES, 1999). Území, ze kterého je sváděn odtok srážkové vody do dešťové zahrady, by nemělo mít větší rozlohu než 0,4 – 0,8 ha (Jaber a kol., 2013).

Jak je znázorněno na obrázku č. 12, dno dešťové zahrady (retenční zóna) je tvořeno štěrkem o průměru cca 1 – 3,8 cm. Na této vrstvě je umístěna děrovaná odtoková trubka pro odvodnění. Vrstvu štěrku lze pokrýt filtrační tkaninou, aby se zamezilo zanášení štěrkové vrstvy, nicméně tento krok je dobrovolný. Následuje vrstva zeminy (filtrační zóna - cca 45 cm) a vrstva mulče (cca 5 cm) (Jaber a kol., 2013).



Obr. 12: Průřez typické dešťové zahrady (Jaber a kol., 2013).

6.3.2 Zelené střechy

Zelené střechy, také označované jako vegetační střechy, jsou v současnosti důležitým a rozrůstajícím se prvkem modrozelené infrastruktury. Jejich vybudování je vhodné zejména ve velmi urbanizovaných oblastech, kde není na úrovni země

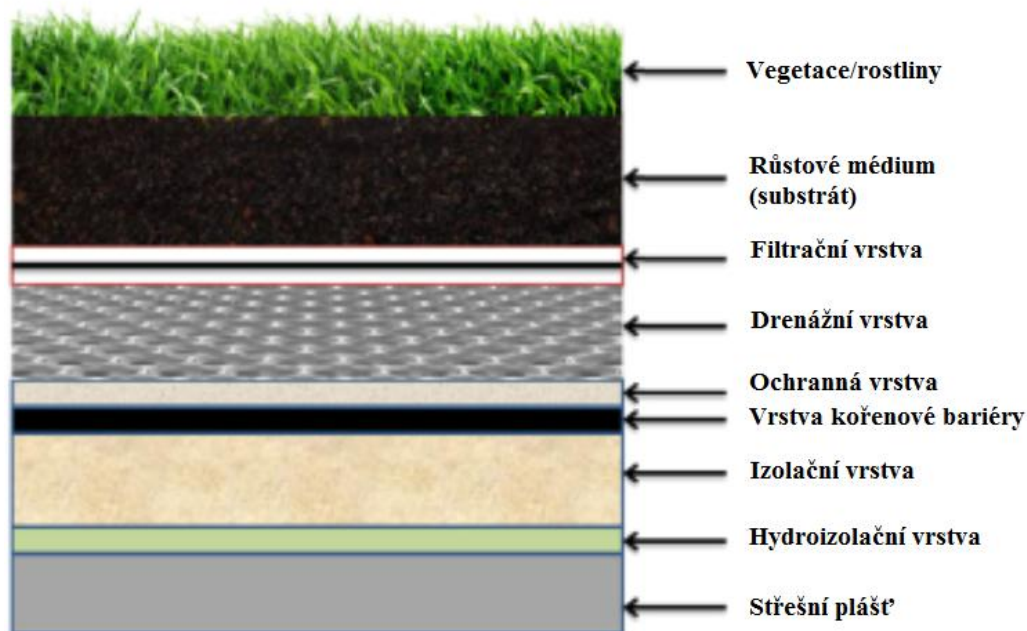
prostor pro zřízení jiných prvků modrozelené infrastruktury. Střechy budov bývají obvykle málo využívaným prostorem, který ale prostřednictvím rozmístěné vegetace může přispět k efektivnějšímu hospodaření se srážkovou vodou (Clar, 2009). Kromě toho, že zachytáváním srážkové vody do zelené střechy dochází ke zmírnění srážkového odtoku, lze tuto vodu následně znovu využít jako nepitnou pro různé účely (Silva, 2019).

Smyslem zelené střechy je vytvoření určitého stupně propustnosti, který umožní zadržení srážek a jejich následné přijímání vegetací. Důvody pro vybudování zelených střech se různí, nicméně ve většině případů vede k jejich realizaci snaha o snížení odtoku srážkové vody nebo vylepšení energetické efektivity v budově (Clar, 2009). Zelené střechy ale mají i další výhody, uvedme např. ochlazování prostředí, zvukovou izolaci, prodloužení životnosti střechy nebo zlepšení kvality ovzduší (ČESKÁ RADA PRO ŠETRNÉ BUDOVI, 2020).

Zelené střechy jsou v podstatě střechy osázené různými druhy vegetace/rostlin na povrchu růstového média (substrátu). Obvykle se skládají z několika součástí, které zahrnují vegetaci, substrát, filtrační vrstvu, drenážní materiál, izolaci, kořenovou bariéru a hydroizolační fólii, jak je znázorněno v obrázku č. 13. Rozlišujeme tři hlavní typy zelených střech: a) extenzivní, b) intenzivní, c) polointenzivní. Liší se od sebe především tloušťkou substrátu, která ovlivňuje to, jaké množství vody lze zadržet. Ve světě jsou nejčastěji používány extenzivní zelené střechy (GOVERNMENT OF SOUTH AUSTRALIA, 2010; Vijayaraghavan, 2016).

Podle sklonu střechy dále rozlišujeme zelené střechy ploché (sklon do 5°), šikmé (sklon 5-45°) a strmé (sklon nad 45°). V České republice převládají ty ploché a mírné šikmé se sklonem do 15°. Zpravidla platí, že čím vyšší je sklon, tím jsou vyšší i náklady (pořizovací i provozní). Co se týče obvyklých investičních nákladů, v případě extenzivní zelené střechy dosahují výše 800-2.500 Kč/m², u intenzivní zelené střechy je to 1.500-5.000 Kč/m². Do takto vyčíslených investičních nákladů ale nejsou zahrnuty případné náklady na zesílení konstrukce. Provozní náklady se také odvíjí od konkrétního typu zelené střechy a činí cca 300-500 Kč/hod. Zahrnujeme do nich zejména pravidelnou i vyžádanou údržbu zeleně a zavlažování,

příčemž u zavlažování hraje roli, zda je využívána pitná voda nebo zachycená srážková voda (ČESKÁ RADA PRO ŠETRNÉ BUDOVY, 2020).



Obr. 13: Typické složení zelené střechy (Shafique a kol., 2018, upraveno).

Extenzivní zelená střecha disponuje tloušťkou substrátu v rozmezí 50-150(200) mm. Jedná se o odlehčený systém s nízkou přízemní vegetací, který je často nepřístupný a nevyžaduje obvykle zálivku. Oproti tomuto typu u intenzivní zelené střechy dosahuje substrát obvykle tloušťky nad 150 (200) mm a je těžší. Náklady na údržbu a kapitálové náklady jsou ze všech tří typů nejnižší. Výhodou intenzivní střechy je, že nabízí širší využití, lepší izolační vlastnosti a efektivnější hospodaření se srážkovou vodou. Mimo to je zde také širší škála druhů vegetace (včetně stromů a keřů) a vyšší kapacita zadržování vody. Nevýhodou jsou ale vyšší kapitálové náklady i následné náklady na údržbu (vyžaduje pletí a zavlažování). Hlavní rozdíly mezi extenzivní a intenzivní zelenou střechou jsou přehledně znázorněny na obrázku č. 14. Třetím typem zelené střechy je polointenzivní zelená střecha, která představuje kombinaci nejlepších vlastností předchozích dvou typů. Tento typ střechy bývá částečně přístupný a má vyšší biologickou rozmanitost než je tomu u střechy extenzivní. Obvykle se zde vyskytují malé rostliny a menší keře a trávy. Polointenzivní střecha vyžaduje pouze běžnou údržbu a vyšší kapitálové

náklady (GOVERNMENT OF SOUTH AUSTRALIA, 2010; Shafique a kol., 2018; Berardi, 2014).

| Hlavní znaky | Extenzivní zelená střecha | Intenzivní zelená střecha |
|---------------------------------|------------------------------|---|
| Tloušťka růstového média | pod 200 mm | nad 200 mm |
| Přístupnost | nepřístupné (křehké kořeny) | přístupné (použitelné pro rekreační účely) |
| Hmotnost | 60-150 kg/m ² | nad 300 kg/m ² |
| Rozmanitost rostlin | nízká (mechy, byliny, trávy) | vysoká (trvalky, keře, stromy) |
| Výstavba | středně snadná | technicky složitá |
| Zavlažování | často není třeba | nutnost odvodňovacího a zavlažovacího systému |
| Údržba | jednoduchá | složitá |
| Náklady | nízké | vysoké |

Obr. 14: Dělení zelených střech a jejich hlavní znaky (Berardi a kol., 2014).

Srážková voda, která dopadne na plochu zelené střechy, je pomocí přírodních procesů vegetace přečištěna a později může být akumulována např. v nádrži za účelem jejího dalšího použití (Silva, 2019). Ve chvíli, kdy srážková voda dopadne na zelenou střechu, se část této vody vstřebá do substrátu nebo se zachytí v pórech. Část vody také může být spotřebována vegetací nebo uložena v rostlinných pletivech či transpirována zpět do atmosféry (Nagase a Dunnett, 2012). Zbylá voda proteče přes filtrační vrstvu do drenážní vrstvy, kde bude akumulována, dokud se ve vrstvě voda nenahromadí a nepřeteče ven. Vodu zadržanou uvnitř zelené střechy využijí rostliny a následně dojde k transpiraci nebo evaporaci. Retenční potenciál každé zelené střechy závisí na typu a tloušťce růstového média (substrátu), typu drenážní vrstvy a její akumulaci schopnosti, typu vegetace a jejím pokrytí, intenzitě deště, na předchozí době sucha a na sklonu zelené střechy. Růstové médium hraje důležitou roli v zadržování vody (Vijayaraghavan, 2016). V případě intenzivní zelené střechy může být dosaženo průměrné retence srážkového odtoku ve výši 65,7 % (Speak a kol., 2012).

6.3.3 Vertikální zahrada

Posledním zde zmíněným zástupcem modrozelené infrastruktury je tzv. vertikální zahrada. V literatuře je možné najít několik různých označení jako je vertikální zahrada, zelená stěna, zelená fasáda, vegetační fasáda nebo živá stěna. Ve

všech těchto případech se v podstatě jedná o bioretenční systémy, které jsou strukturovány ve vertikálním směru a mohou být umístěny na fasádě budovy či na stěně. Tyto jsou nenáročné z hlediska potřebného prostoru, jelikož jsou umístěvané na objekty v zastavěném území (Lau a Mah, 2018). Vertikální zahrady můžeme definovat jako vnitřní nebo venkovní stěny osázené různými druhy rostlin (Ekren, 2017). Lze říci, že vertikální zahrady fungují na podobném principu jako zelené střechy, avšak liší se směrem umístění vegetace (vertikální vs. horizontální) (ENVIC, 2019).

Existuje rozdíl mezi zelenou fasádou, kde obvykle rostou podél stěny popínavé rostliny a pokrývají ji, a nejnovějšími koncepty zelených stěn, které zahrnují materiály a technologie podporující různé druhy rostlin k rovnoměrnému zakrytí daného povrchu (Manso a Castro-Gomes, 2015). Zelenou fasádou je exteriérová stěna, kde zeleň tvoří popínavé rostliny úponkaté, ovíjivé, vzpěrné nebo samopnoucí, které vyrůstají buď ze země, nebo z kontejnerů umístěných na fasádě. Z těchto uvedených nevyžadují opěrnou konstrukci jen ty samopnoucí. Zeleným fasádám rostoucím ze země postačuje jen nízká míra údržby. Zelená stěna je z hlediska nákladů pořizovacích i provozních dražší alternativou k zelené fasádě tam, kde z nejrůznějších důvodů nelze použít popínavé rostliny nebo jiné zastínění. Existují různé druhy konstrukcí i vegetačních médií, jakož i způsoby pro zásobování vodou a živinami (ČESKÁ RADA PRO ŠETRNÉ BUDOVY, 2020).

Přínosem vertikálních zahrad v urbanizovaném území je zlepšení mikroklimatu, udržitelné hospodaření se srážkovou vodou v podobě zmírňování odtoku srážkové vody a samozřejmě i estetická funkce. Dále je vertikální zahrada schopna částečně odizolovat hluk zvenčí, v letních měsících ochlazuje budovu, zvyšuje množství zeleně ve městech, ochraňuje materiál před nepříznivými vnějšími vlivy, zlepšuje kvalitu ovzduší aj. Nevýhodou vertikálních zahrad je jednoznačně nutnost pravidelné údržby a vysoké náklady. Zpravidla vždy je nutné u vertikálních zahrad zajistit řízený systém zavlažování. K tomu je v ideálním případě využívána srážková voda zachycená ze střechy budovy (ENVIC, 2019; Ekren, 2017).

6.3.4 Vsakovací průlehy

Vsakovací průleh (bioswale, vegetated swale) je dalším často využívaným zástupcem modrozelené infrastruktury, který funguje na obdobném principu jako

výše zmíněná dešťová zahrada. Vsakovací průleh lze charakterizovat jako lineární kanál umístěný v zemi a osázený vegetací. Navržený je za účelem zachycení, zlepšení kvality, infiltrace a zejména umožnění odtoku srážkové vody (Forman, 2014). Takový průleh představuje alternativu k dešťové kanalizaci. V případě mírných srážek zpomalí průleh srážkový odtok natolik, aby se v něm zachycená voda stihla infiltrovat do půdy, u vydatných srážek pak odvede srážkový odtok do kanalizace nebo do povrchových vod. Většinu ročních srážek však představují srážky mírné, tudíž převládá infiltrace srážkového odtoku (NATURAL RESOURCES CONSERVATION SERVICE, 2005).

Tento mírně se svažující průleh má tedy za úkol jednak pomalý přesun srážkového odtoku, ale také filtraci polutantů v něm obsažených. Jednotlivé průlehy se od sebe liší množstvím osázené vegetace. Obecně platí, že čím bujnější vegetace v průlehu je, tím lépe filtrace funguje (Echols a Pennypacker, 2015). Vegetace zpomalí odtok, přefiltruje ho a umožní jeho infiltraci do půdy, čímž zlepšuje kvalitu vody. V dnešní době srážkové odtoky obsahují těžké kovy i různá hnojiva, proto vegetace hraje důležitou úlohu v ochraně povrchových vod (Dinic Brankovic a kol., 2019). Preferovány jsou původní rostliny s dlouhými kořeny (NATURAL RESOURCES CONSERVATION SERVICE, 2005).

Co se týče návrhu vsakovacího průlehu, měl by být dimenzován tak, aby převedl minimálně 11 cm vody za 24 hodin (NATURAL RESOURCES CONSERVATION SERVICE, 2005). Použití průlehu připadá v úvahu pro území menší než 4 ha se sklonem ne větším než 5 %. Plocha samotného průlehu by měla představovat 1 % z území, ze kterého je sváděn srážkový odtok. Průleh je tvořen vrstvou štěrku, vrstvou dobře propustné štěrkovité půdy a svrchní vrstvou (mulče) s vegetací. Odtokové potrubí není u dobře odvodněných půd potřeba (UNIVERSITY OF FLORIDA, 2008).

Vsakovací průlehy se často používají zejména v okolí parkovišť, kde jsou v blízkosti chodníků shromažďovány polutanty z aut. Polutanty jsou z povrchu parkovišť splachovány srážkami a úkolem průlehu je, aby je ze srážkového odtoku zachytil. Výhody průlehu spočívají v odstraňování polutantů, doplňování podzemní vody, zvyšování ploch zeleně ve městech, snížení srážkového odtoku a prevenci povodní (ASIAN DEVELOPMENT BANK, 2016).

6.3.5 Umělé mokřady

Uměle vytvořené mokřady jsou ve srovnání s přirozenými mokřady navrženy především k úpravě kvality (srážkové) vody biologickým čištěním, které zahrnuje procesy jako je sedimentace, filtrace, a vstřebávání polutantů kořeny rostlin. Slouží také ke zpomalení srážkového odtoku z daného území a utlumení jeho kulminace pomocí husté vegetace (Liao a kol., 2017; GOVERNMENT OF AUSTRALIA, 2010). Umělý mokřad mimo to může zvýšeným výparem pozitivně ovlivňovat klimatické poměry v jeho okolí a případně se může stát vhodným biotopem pro obojživelníky a ptáky (MŽP, 2015).

Umělé mokřady jsou vhodným prvkem pro urbanizovaná území, avšak jejich nevýhodou je, že vyžadují větší plochu pro realizaci. Je vhodné je umístit do míst, kde může být odtok srážkové vody znečištěn živinami. S umělými mokřady se můžeme setkat např. u nově postavených hal, obchodních center, ale i v parcích v centru měst, kde navíc plní i estetickou funkci (JV PROJEKT VH, 2018). Pro vybudování umělého mokřadu se nejvíce hodí lokality, které splňují následující požadavky: plocha, ze které je voda sváděna do mokřadu má rozlohu větší než přibližně 1 ha, v lokalitě nejsou strmé svahy ani problémy s jejich stabilitou, ideálním typem jsou půdy hlinité až jílovité. Pro dlouhodobé a správné fungování mokřadních procesů je potřeba zajistit dostatečný přítok vody (GOVERNMENT OF SOUTH AUSTRALIA, 2010).

Rozlišují se dva hlavní typy těchto mokřadů. Prvním z nich je mokřad s relativně mělkou (méně než 0,4 m) vodní plochou složenou z řady vegetačních nádrží, přes které protéká voda nízkou rychlostí. Druhým typem je mokřad s podpovrchovým prouděním, u kterého je nádrž vyplněna porézní vrstvou (kamenem, šterkem, pískem) a osázena vegetací, přičemž hladina vody zůstává pod povrchem (Naja a Volesky, 2011). Mokřad je obvykle tvořen vstupní zónou, která představuje sedimentační nádrž odstraňující hrubé usazeniny a regulující průtoky vstupující do zóny vegetace, mělkou zónou s hustou vegetací, která zachytává jemné částice a vstřebává rozpustné polutanty a obtokovým kanálem s vysokým průtokem, který má za úkol chránit vegetaci před poškozením (GOVERNMENT OF SOUTH AUSTRALIA, 2010).

7. Možnosti využití srážkových vod

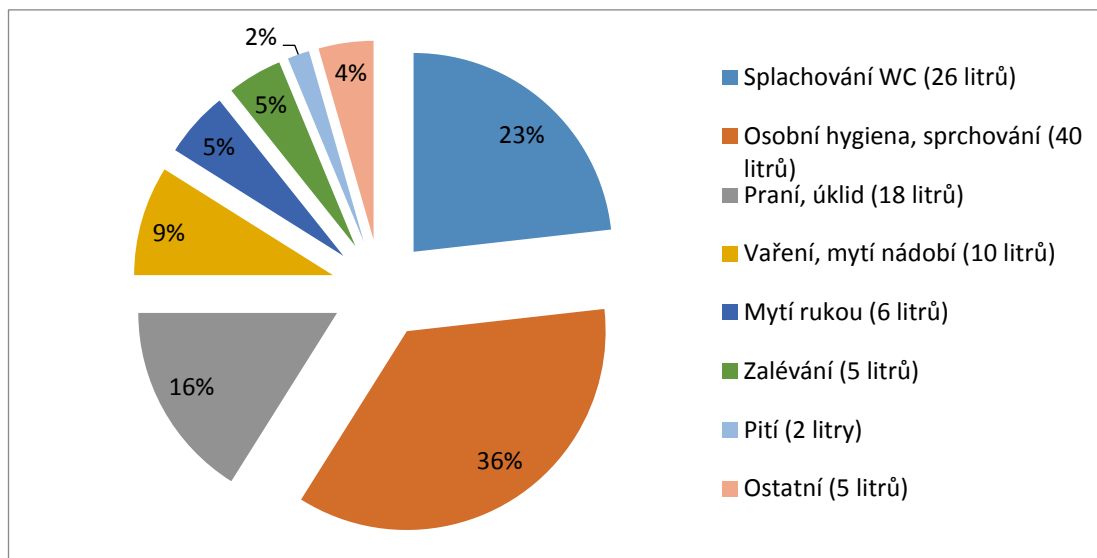
Srážkové vody jsou ve světě využívány jako alternativní způsob, kterým lze šetřit konvenční zdroje vody. Tímto způsobem lze ve městech uspokojit alespoň část poptávky po vodě (Vargas-Parra a kol., 2019). Může existovat mnoho různých důvodů, které k jejich využívání vedou, ať už je hlavním důvodem potřeba zdroje vody nebo je jejich využívání jen vedlejším přínosem (ENGINEERING, AND MEDICINE NATIONAL ACADEMIES OF SCIENCES, 2016). Srážková voda byla shledána potenciálním zdrojem vody, který lze používat pro činnosti, které nevyžadují vysokou kvalitu vody. Zachycenou srážkovou vodu mohou využívat domácnosti, průmysl i veřejné budovy k různým účelům (Carrey, 2010).

Nejčastěji se srážková voda používá jako nepitná k zavlažování krajiny, praní prádla a ke splachování toalet (Schuetze, 2013). K činnostem, které zahrnují bližší kontakt s vodou jako je sprchování nebo napouštění bazénu, je teoreticky také možné využít srážkovou vodu, ale jen za podmínky, že je voda dostatečně upravena, aby neohrozila lidské zdraví (Jiang a kol., 2015). Další možné využití srážkové vody je pro požární účely, čištění ulic, dekorativní fontány a další (ENGINEERING, AND MEDICINE NATIONAL ACADEMIES OF SCIENCES, 2016).

Na začátku je vždy podstatné stanovit konkrétní cíle, které mají být prostřednictvím hospodaření se srážkovými vodami dosaženy, např. zda se bude srážková voda využívat jen sezónně pro venkovní účely jako je zalévání zahrady, nebo zda bude využívána celoročně uvnitř domu např. pro splachování toalet. Velmi důležité je vzít v potaz sezónní množství srážek, od kterého se možnosti hospodaření odvíjí. Potřebné množství srážkové vody závisí na: 1) konečném využití zachycené vody, 2) stáří a efektivnosti zařizovacích předmětů (z hlediska spotřeby vody), 3) počtu uživatelů, 4) zvycích ve spotřebě vody (CANADA MORTGAGE AND HOUSING CORPORATION, 2013).

Jak znázorňuje obrázek č. 15 níže, průměrná denní spotřeba pitné vody na osobu byla v roce 2020 v Praze podle společnosti Pražské vodovody a kanalizace, a.s. 112 litrů. Z tohoto množství tvořila největší část spotřeby osobní hygiena (36 %), splachování WC (23 %) a praní a úklid (16 %) (PRAŽSKÉ VODOVODY A KANALIZACE, 2021), přitom až 50 % spotřeby pitné vody by mohlo být

nahrazenou vodou srážkovou. Jedná se zejména o splachování toalet, praní prádla a zalévání zahrady (Drabinová, 2019).



Obr. 15: Rozložení průměrné spotřeby pitné vody na osobu za den v Praze v roce 2020 (Pražské vodovody a kanalizace, 2021, upraveno).

V České republice představuje zálivka zahrady hlavní způsob využití srážkové vody domácnostmi (využívá ji cca 56 %). Přibližně v polovině tuzemských domácností je důvodem pro využití srážkové vody vidina úspor, nicméně menší část domácností motivuje také ekologická stránka věci. Nejčastěji srážkovou vodu k zálivce akumulují ty domácnosti, které nemají k dispozici žádný jiný zdroj užitkové vody (např. studnu) (Slavíková a Macháč, 2021).

7.1 Splachování toalet srážkovou vodou

Použití nepitné (srážkové) vody pro splachování toalet vyžaduje vodovodní systém, ve kterém je tato voda oddělena od pitné vody. Toto hygienické pravidlo, stanovené normou ČSN EN 1717 a někdy označované jako „dvojitý rozvod“, platí i pro využití srážkové vody pro praní. Instalace takového systému je z hlediska nákladů vhodnější pro nové stavby, nicméně to není podmínkou. Někdy mohou být v souvislosti se splachováním srážkovou vodou využívány i systémy upravující kvalitu vody, aby se předešlo možnému zdravotnímu riziku spojenému s růstem mikroorganismů (ENGINEERING, AND MEDICINE NATIONAL ACADEMIES OF SCIENCES, 2016; Drabinová, 2019). Bylo zjištěno, že riziko virové infekce při splachování upravenou srážkovou vodou je ve většině případů zanedbatelné (Jiang a

kol., 2015). Tento způsob využití srážkové vody se vyskytuje častěji u kancelářských budov, případně u budov s více byty než v individuálních domácnostech (ENGINEERING, AND MEDICINE NATIONAL ACADEMIES OF SCIENCES, 2016).

7.2 Praní prádla srážkovou vodou

V roce 2017 byl v Polsku proveden experiment, který zkoumal změny kvality srážkové vody svedené z keramické střešní krytiny rodinného domu (plocha 110 m²) do podzemní polyethylenové nádrže o objemu 1,7 m³ v průběhu 30 dní po dešti. Kvalita této vody se posuzovala z hlediska použitelnosti pro účely praní prádla. Na základě výsledků experimentu bylo zjištěno, že tímto způsobem zachycená a uložená srážková voda může být využita pro účely praní prádla, a to dokonce i po více než 30 dnech od jejího uložení v nádrži. Výsledky dokazují, že proces dezinfekce vody v tomto případě není nutný. Experiment také zdůrazňuje ekologické i ekonomické výhody využití srážkové vody pro praní prádla (Struk-Sokolowska a kol., 2020).

Výhodou srážkové vody je, že má velmi nízkou tvrdost, čímž předchází vzniku vodního kamene v pračce a snižuje spotřebu pracího prostředku. V důsledku toho méně znečišťuje životní prostředí a šetří náklady. Rozdíl mezi tvrdou vodou z vodovodu a měkkou dešťovou vodou představuje snížení nákladů a vlivu na životní prostředí až o 80 % (Vargas-Parra a kol., 2019). Je velmi vhodné používat pro praní srážkovou vodu, jelikož spotřeba vody na jeden prací cyklus se pohybuje v rozmezí 30 až 90 litrů, přičemž není vyžadována kvalita pitné vody z vodovodu, ale stačí kvalita na úrovni vody pro sprchování. Požadavky na zachycenou srážkovou vodu pro praní zahrnují obecně tři skupiny faktorů: 1) správná velikost nádrže, 2) kvalita a nezávadnost zachycené vody, 3) kvalita praní (Struk-Sokolowska a kol., 2020). K zajištění vysoké kvality srážkové vody je vyžadováno pravidelné čištění plochy, na kterou srážky dopadají, i akumulární nádrže (Al-Batsh a kol., 2019).

8. Finanční podpory na hospodaření se srážkovou vodou

(Nejen) Česká republika svádí v posledních sedmi letech vleklý boj se suchem. Na jejím území ubývají postupně jak vody podzemní, tak i vody povrchové, které navíc z tohoto území odtékají za hranice. Zvyšují se i průměrné teploty, které mají na svědomí vyšší výpar vody. Boj se suchem, se stal v posledních letech společným problémem, v důsledku kterého bylo třeba přehodnotit dosavadní přístupy k hospodaření s vodou a hledat nové způsoby, jak suchu efektivně čelit. Ministerstvo životního prostředí ČR spatřuje řešení problému se suchem mimo jiné v hospodaření s dešťovou (srážkovou) vodou (MŽP ČR, 2020).

V rámci celostátní kampaně na podporu hospodaření se srážkovou vodou byly vyčleněny finanční prostředky, které je možné čerpat v rámci různých fondů. Zájem veřejnosti o jejich čerpání má rostoucí tendenci (MŽP ČR, 2020). V České republice je situace taková, že přestože stát nabízí domácnostem finanční pomoc při realizaci ekonomicky nákladnějších řešení hospodaření se srážkovou vodou jako je např. vybudování podzemních nádrží, dvojích rozvodů vody v domech aj., stále domácnosti nejčastěji preferují zachytávání vody do nadzemní nádrže nebo do sudu. Obecně o dotace jeví větší zájem ty domácnosti, které žijí na venkově a ty lépe finančně zajištěné (Slavíková a Macháč, 2021).

8.1 Dešťovka

Dotační program Dešťovka spadal původně pod Ministerstvo životního prostředí a Státní fond životního prostředí ČR. Od podzimu 2021 je ale nově zařazen pod dotační program Nová zelená úsporám (STÁTNÍ FOND ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ ČR, 2021). Program Nová zelená úsporám se od roku 2014 zaměřuje obecně na úspory energie v rodinných a bytových domech. V současné době probíhá již druhé programové období a oproti období minulému se rozšířilo na další oblasti, mimo jiné se program nově vztahuje právě na hospodaření s dešťovou vodou u obytných budov. Tento dotační program je v současnosti financován z Nástroje pro oživení a odolnost (Recovery and Resilience Facility) v rámci Národního plánu obnovy (NOVÁ ZELENÁ ÚSPORÁM, 2022a).

Program Dešťovka cílí na dvě oblasti nakládání s vodou – na vodu dešťovou a odpadní vodu. V případě dešťové vody finančně podporuje její zachycení,

v ideálním případě do podzemní nádrže nebo čisté jímky, a následné použití - zálivka, užitková voda. Dále program přispívá na opětovné použití šedé vody či přečištěné odpadní vody (z toalet). Výše dotace se odvíjí od konkrétního opatření, velikosti nádrže a jiných kritérií, nicméně se může pohybovat v rozmezí 27-105 tis. Kč. Dotace lze čerpat jak na rodinné, tak na bytové domy (NOVÁ ZELENÁ ÚSPORÁM, 2022b).

8.2 Národní program Životní prostředí

V rámci Národního programu Životní prostředí (NPŽP), který finančně přispívá na projekty a jiné aktivity vedoucí k ochraně životního prostředí na území republiky, bylo od 12.01.2022 spuštěno podávání žádostí vztahujících se k Výzvě č. 10/2021: Hospodaření s vodou v obcích. Tato výzva podporuje udržitelné hospodaření se srážkovou vodou v zastavěném území i vybudování protipovodňových opatření, které budou obsahovat přírodě blízké prvky. Dotace na hospodaření se srážkovou vodou se vztahuje na vybudování dešťových zahrad, vsakovacích průlehů, vsakovacích nádrží, umělých mokřadů, dále na akumulární (podzemní i povrchové) nádrže pro zachycení srážek, stavbu vegetačních (retenčních) střech s možností akumulace srážek, vybudování propustných zpevněných povrchů či retenčních nádrží. Žadatelem o tuto dotaci může být obec, svazek obcí, kraj, městská část Prahy, státní podnik nebo státní organizace, škola, církev nebo náboženská společnost a další – žadatelem o dotaci nemohou být fyzické osoby. Na konkrétní projekt je možné získat 50 % až 100 % celkových způsobilých výdajů. Způsobilé přímé realizační výdaje na daný projekt musí činit minimálně 200 tis. Kč bez DPH. Prostředky jsou vyčleněny z Národního plánu obnovy (NÁRODNÍ PROGRAM ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ ČR, 2022).

8.3 Operační program Životní prostředí

Dalším operačním programem, který umožňuje čerpat dotace na hospodaření se srážkovými vodami, je Operační program Životní prostředí. V tomto programu jsou prostředky čerpány z Evropského fondu pro regionální rozvoj a Evropského fondu soudržnosti (OPERAČNÍ PROGRAM ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ, 2022a). V rámci prioritní osy 1, specifického cíle 1.3, je podporována aktivita 1.3.2: Hospodaření se srážkovými vodami v intravilánu. Žadatelem mohou být obce a svazky obcí, města, kraje, organizační složky státu, státní podniky, státní organizace,

příspěvkové organizace, veřejné výzkumné instituce, veřejnoprávní instituce, vysoké školy a školská zařízení, nestátní neziskové organizace, církve a náboženské společnosti, obchodní společnosti a družstva, podnikatelské subjekty a fyzické osoby podnikající i nepodnikající (OPERAČNÍ PROGRAM ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ, 2022b).

Na základě aktuálně probíhající 159. výzvy mohou organizační složky státu získat z Fondu soudržnosti podporu na hospodaření se srážkovými vodami v intravilánu ve výši maximálně 85 % celkových způsobilých výdajů. Podpora je poskytována na vytvoření propustných zpevněných povrchů, výměnu povrchů nepropustných za propustné zpevněné a propustné, vybudování nádrží, průlehů, zasakovacích zařízení a jiných, a také na zelené střechy (OPERAČNÍ PROGRAM ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ, 2022b).

9. Legislativa hospodaření se srážkovými vodami

Hlavní legislativní zakotvení hospodaření se srážkovými vodami je v České republice upraveno na úrovni zákona, konkrétně se jedná o zákon č. 254/2001 Sb., o vodách, ve znění pozdějších předpisů. Ten v ustanovení § 5 odst. 3 ukládá stavebníkům povinnost následovně: *„Při provádění staveb nebo jejich změn nebo změn jejich užívání je stavebník povinen podle charakteru a účelu užívání těchto staveb je zabezpečit zásobováním vodou a odváděním odpadních vod kanalizací k tomu určenou. (...) Dále je stavebník povinen zabezpečit omezení odtoku povrchových vod vzniklých dopadem atmosférických srážek na tyto stavby (dále jen „srážková voda“) akumulací a následným využitím, popřípadě vsakováním na pozemku, výparem, anebo, není-li žádný z těchto způsobů omezení odtoku srážkových vod možný nebo dostatečný, jejich zadržováním a řízeným odváděním nebo kombinací těchto způsobů. Bez splnění těchto podmínek nesmí být povolena stavba, změna stavby před jejím dokončením, užívání stavby ani vydáno rozhodnutí o dodatečném povolení stavby nebo rozhodnutí o změně v užívání stavby.“* (Zákon č. 254/2001 Sb.) Toto ustanovení lze považovat za důležité hned z několika důvodů. Definiuje pojem srážková voda, jasně stanovuje odpovědnost stavebníka vztahující se k zadržení srážkové vody v místě jejího dopadu a zamezení jejímu odtoku pryč z pozemku. Ustanovení zároveň vyjmenovává možné způsoby hospodaření se srážkovou vodou na pozemku – akumulaci, vsakování a výpar (Nietscheová, 2020).

Druhým legislativním předpisem, který je třeba zmínit v souvislosti s touto problematikou, je vyhláška č. 501/2006 Sb., o obecných požadavcích na využívání území, ve znění pozdějších předpisů. Ta v ustanovení § 20 odst. 5 písm. c) uvádí: *„Stavební pozemek se vždy vymezuje tak, aby na něm bylo vyřešeno hospodaření se srážkovými vodami jejich*

1. akumulací s následným využitím, vsakováním nebo výparem, pokud to hydrogeologické poměry, velikost pozemku a jeho výhledové využití umožňují a pokud nejsou vsakováním ohroženy okolní stavby nebo pozemky,

2. odváděním do vod povrchových prostřednictvím dešťové kanalizace, pokud jejich akumulace s následným využitím, vsakováním nebo výparem není možná, nebo

3. regulovaným odváděním do jednotné kanalizace, není-li možné odvádění do vod povrchových“ (Vyhláška č. 501/2006 Sb.).

Tyto výše zmíněné dva právní předpisy jsou základním rámcem pro odtok srážkové vody z nových staveb, při jejich změnách a při změnách jejich využití. Stavby, které vznikly před platností těchto předpisů, se jimi neřídí (ASOCIACE PRO VODU ČR, 2019). Zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích, ve znění pozdějších předpisů stanovuje v § 20 odst. 2 a 3 povinnou platbu za odvádění srážkových vod do kanalizace pro veřejnou potřebu. Zákon ale vyjmenovává v § 20 odst. 6 také výjimky z této povinnosti, jedná se o dálnice, silnice, místní komunikace, účelové komunikace, plochy drah, zoologické zahrady, pohřebiště, plochy nemovitostí určených k trvalému bydlení a domácnosti (Zákon č. 274/2001 Sb.).

10. Průmyslový areál AGRO-partner s.r.o. v Soběslavi

10.1 Základní informace o projektu

V této části práce bude pozornost zaměřena na projekt plánované novostavby areálu společnosti AGRO-partner s.r.o. v Soběslavi, a to konkrétně na jednotlivá řešení z oblasti vodního hospodářství. Výstavba by se měla realizovat v jedné etapě v předpokládané lhůtě 24 měsíců, přičemž v současné době již probíhá. Investor, společnost AGRO-partner s.r.o., je rodinná firma založená v roce 1991, která v současnosti působí na českém i slovenském trhu. Specializuje se na oblast zemědělské techniky, tj. prodej a servis traktorů a pícinářské techniky, a také na oblast stájových technologií zajišťujících automatizaci rutinních procesů, především pak automatický systém dojení. Hlavním důvodem této investice jsou nedostatečné administrativní a také servisní kapacity v dosud obývaném areálu, a nepochybně také možnosti budoucího rozvoje společnosti (AGRO-PARTNER, 2022).

Pozemky, na kterých bude výstavba areálu realizována, se nachází ve městě Soběslav (okres Tábor) v Jihočeském kraji, v katastrálním území Chlebov, u dálnice D3 spojující Prahu s Českými Budějovicemi. Pozemky jsou umístěny v průmyslově zemědělské zóně, z jedné strany sousedí s bioplynovou stanicí, z druhé strany se zemědělským pozemkem, viz obrázek č. 16, ve kterém je červenou barvou na leteckém snímku znázorněno přibližné umístění plánovaného areálu (PROKON ATELIER, 2020a).

V areálu je plánována stavba administrativní budovy o třech podlažích pro předpokládaných 46 uživatelů, ve které budou kanceláře, školící místnosti, úsek příjmu servisní části a navazující sklad náhradních dílů, který zaujímá dvě podlaží budovy. Plánována je dále stavba jednopodlažní servisní haly pro předpokládaných 15 uživatelů, která stavebně navazuje na administrativní budovu, a která bude sloužit pro opravy zemědělských strojů. V servisní hale bude fungovat celkem šest samostatných servisních stanovišť pro opravy strojů. Součástí areálu bude také myčka traktorů jakožto doplňková stavba. Hlavní objekt – administrativně-servisní budova dle projektu zaujímá zastavěnou plochu 2185 m² (do této plochy nejsou započítány zpevněné plochy). Uvnitř areálu budou zpevněné plochy tvořit asfaltové komunikace, betonové zámkové dlažby, šterkové zpevněné plochy (PROKON ATELIER, 2020a).



Obr. 16: Přibližné umístění plánovaného areálu v Soběslavi (Mapy.cz, 2022, upraveno).

Projekt výše zmíněného areálu jako celek reflektuje současné moderní trendy ve stavebnictví, které zohledňují principy trvalé udržitelnosti. Obecně vzato je provoz průmyslového areálu z hlediska spotřeby energie a vody nepochybně náročný a s ohledem na stále rostoucí ceny energií i vody jsou proto vítány technologie a řešení, jejichž aplikace povede k úsporám a k pokrytí alespoň části z jejich celkové spotřeby. Investor se tímto projektem a jeho následnou realizací rozhodl jít příkladem ostatním investorům nejen v Soběslavi tím, že je možné vybudovat průmyslový areál, který bude z hlediska funkčnosti srovnatelný s konvenčními průmyslovými areály, avšak bude oproti nim šetrnější k životnímu prostředí a zároveň bude z estetického hlediska pro jmenovanou společnost dostatečně reprezentativní. Zejména se očekává, že bude plánovaný areál schopen reagovat na dlouhodobě trvající problémy související se suchem prostřednictvím udržitelného hospodaření se srážkovou vodou a bude alespoň částečně předcházet vzniku tzv. „tepelného ostrova“ (PROKON ATELIER, 2020a).

Co se týče plánovaných trvale udržitelných řešení a technologií v areálu, lze je zařadit do několika následujících oblastí. Pro úsporu elektrické energie budou na plochu střechy servisní haly nainstalovány fotovoltaické panely, které budou přeměňovat solární energii na elektřinu. Jedná se o energii vyrobenou z obnovitelného zdroje, která bude následně v areálu spotřebována. S využitím

alternativních zdrojů energie se počítá pro vytápění i chlazení budov pomocí dvou tepelných čerpadel vzduch-voda, případně bude možné využít bivalentní zdroj a čerpat teplo z bioplynové stanice stojící na sousedním pozemku. V areálu se počítá i s možným budoucím rozvojem elektromobility, jakožto „zelené udržitelné dopravy“, od které se očekává, že nespalováním fosilních paliv přispěje ke snížení celkových emisí skleníkových plynů vypouštěných do atmosféry. Z tohoto důvodu budou na parkovišti pro osobní automobily instalovány dobíjecí stanice pro elektromobily (PROKON ATELIER, 2020b).

V areálu je dále plánovaná stavba myčky traktorů a kombajnů, která bude k udržitelnosti přispívat tím, že pro mytí zemědělských prostředků bude využívat recyklovanou i zachycenou srážkovou vodu a její střechu bude tvořit extenzivní zelená (vegetační) střecha. Pokrokovou a inteligentní technologií, která bude využívána pro zastínění oken administrativní části budovy, jsou automaticky ovládané předokenní hliníkové žaluzie. Tyto jsou umístěny pouze na východní a západní straně budovy. Intenzita zastínění oken, která je regulována prostřednictvím natáčení lamel žaluzií, je ovládána na základě signálu z meteostanice umístěné na střeše budovy. Smyslem této technologie je zabránit přehřívání vnitřních prostor kanceláří a současně šetřit energii za ochlazování prostor klimatizací (PROKON ATELIER, 2020b).



Obr. 17: Vizualizace průmyslového areálu AGRO-partner s.r.o. (FRÁNEK ARCHITECTS, 2020).

Do projektu areálu bylo začleněno také několik prvků, které byly v rámci teoretické části této práce zařazeny pod „prvky modrozelené infrastruktury“. Jedním z nich je instalace intenzivní zelené stěny (vertikální zahrady) na západní stěnu administrativní budovy, přičemž vegetace bude upevněna na předsazenou ocelovou konstrukci. Na ostatní stěny fasády administrativní budovy i servisní části budou umístěny treláže s popínavými rostlinami. Z prvků modrozelené infrastruktury sem dále patří vsakovací průleh, biotop (tůň), zelená střecha myčky traktorů (PROKON ATELIER, 2020b).

10.2 Nakládání se srážkovými vodami v průmyslovém areálu

Jak stanovuje česká legislativa (viz kapitola Legislativa hospodaření se srážkovými vodami), u každého stavebního pozemku musí být vždy vyřešeno, jakým způsobem bude nakládáno se srážkovými vodami. V řešeném průmyslovém areálu se počítá s venkovní akumulací, úpravou a distribucí vyprodukovaných srážkových a odpadních vod. Srážková voda bude využita primárně pro zavlažování zeleně a zásobovat bude myčku traktorů, obslužnou jímku, akumulační a požární nádrž. Srážková voda ze střech budov bude zachytávána a potrubím odváděna do akumulační nádrže. Srážková voda dopadající na zpevněné povrchy bude svedena uliční nebo liniovou vpustí do dešťové kanalizace, odtud bude přivedena na odlučovač lehkých kapalin (OLK) a následně svedena potrubím do akumulační nádrže (DEKONTA, 2020).

Na základě součtu jednotlivých ploch areálu v projektu bylo zjištěno, že pro řešený areál bude činit přibližná celková plocha, ze které bude dešťová voda zachytávána, 20 099,15 m² (včetně zelených ploch pro budoucí rozvoj areálu). Pro tuto plochu bude činit roční úhrn srážek v areálu celkem cca 12 501,67 m³ (Wagnerová, 2022). Na množství srážek má obecně vliv i nadmořská výška, jelikož množství srážek roste s nadmořskou výškou. Nadmořská výška města Soběslav je 405 m n. m (RIS, 2022). Dlouhodobý srážkový normál za období let 1991-2020 pro město Soběslav je dle dat Českého hydrometeorologického ústavu 622 mm/rok, tj. 0,622 m/rok (ČHMÚ, 2021). Tento údaj vyjadřuje průměrný roční úhrn srážek v daném místě za období 30 let, tzn., že v průměru 622 l srážek zde dopadne ročně na m². Blíže jsou tyto údaje popsány v tabulce číslo 9 (ENERGIE AG KOLÍN, 2021).

| Druh plochy | Popis plochy | Výměra (m²) | Roční úhrn srážek připadajících na plochu (0,622 x výměra), (m³) | Přímý vsak dešťových vod | Další využití (akumulace, úprava a distribuce) dešťových vod |
|--------------------|---|-------------------------------|--|---------------------------------|---|
| A* | Střecha haly | 2 494,0 | 1 551,27 | NE | Odvod dešťovou kanalizací přímo do akumulární nádrže |
| A | Asfaltová vnitroareálová komunikace | 4 295,0 | 2 671,49 | NE | Odvod dešťovou kanalizací přes OLK do akumulární nádrže |
| A | Betonová zámková dlažba parkoviště osobních automobilů | 616,0 | 383,15 | NE | Odvod dešťovou kanalizací přes OLK do akumulární nádrže |
| A | Betonová zámková dlažba chodníku pro pěší | 349,0 | 217,08 | NE | Odvod dešťovou kanalizací přes OLK do akumulární nádrže |
| A | Otevřená plocha myčky traktorů a kombajnů z vodostavebního betonu | 202,20 | 125,77 | NE | Proces přečištění a akumulace v nádrži na recyklovanou vodu (součást technologie myčky) |

| | | | | | |
|--|---|-----------------------------|--------------------------|-----|--|
| B** | Otevřená šterková plocha pro parkování nových strojů | 512,0 | 318,46 | ANO | Vsak |
| C*** | Plocha střechy myčky krytá vegetací | 86,45 | 53,77 | ANO | Vsakování do střešního vegetačního souvství a v případě jeho nasycení do přilehlé travnaté plochy u myčky |
| C | Plochy zeleně včetně ploch pro budoucí rozvoj areálu | 11 544,50 | 7 180,68 | ANO | Vsak |
| Plocha celkem | | 20 099,15 m ² | | | |
| Roční úhrn srážek v areálu celkem | | 12 501,67 m ³ | 12 501,67 m ³ | | |

Obr. 18: Rozdělení jednotlivých ploch ve zkoumaném areálu - výměra a roční úhrn srážek (Wagnerová, 2022).

* A = těžce propustné zpevněné plochy

** B = propustné zpevněné plochy

*** C = plochy kryté vegetací

Z údajů, které byly popsány na obrázku č. 18 lze dovést závěr, že celkový roční úhrn srážek v areálu, který zahrnuje i plochy pro budoucí rozvoj areálu na pozemcích investora, bude dosahovat přibližné hodnoty 12 501,67 m³. Z této hodnoty bude připadat cca 60 % (7 552,91 m³) na plochy, do kterých se dešťové srážky vsáknou. V tabulce se jedná o šterkovou plochu a zelené (vegetační) plochy. Zbýlých cca 40 % (4 948,76 m³) bude považováno za plochy, do kterých se dešťová voda nevsáknou, ale bude z povrchu svedena do jiných objektů vodního hospodářství,

odkud ji bude možné dále využívat k různým účelům – v tabulce je uvedena akumulace této vody v akumulární nádrži. Podíl retence na celkovém objemu srážek je u vsakovacího průlehu až 90 %, u ploch s propustným povrchem v závislosti na druhu povrchu a podloží 57-80 % a u extenzivní zelené střechy 30-70 % (Macháč a kol., 2019).

Je třeba poznamenat, že se nejedná o naprosto přesné vyčíslení, jelikož není např. vůbec zahrnut výpar. Smyslem je vytvořit alespoň základní představu o budoucím hospodaření s dešťovou (srážkovou) vodou na plochách v průmyslovém areálu. Na obrázku č. 19 jsou pro lepší přehlednost shrnuty údaje o srážkových úhrnech, které vyplývají z obrázku č. 18 výše (Wagnerová, 2022).

| | m³ | % |
|---|--------------------------|----------|
| Celkový roční úhrn srážek v areálu (včetně ploch pro budoucí rozvoj) | 12 501,67 m ³ | 100 % |
| Z toho přímo vsakováno v areálu | 7 552,91 m ³ | 60,42 % |
| Z toho k dalšímu využití | 4 948,76 m ³ | 39,58 % |

Obr. 19: Dešťové vody z hlediska jejich následného uplatnění (Wagnerová, 2022).

10.3 Objekty vodního hospodářství v areálu

10.3.1 Akumulační nádrž

Akumulační nádrž lze považovat za zásadní objekt vodního hospodářství v areálu. V této nádrži budou akumulovány srážkové vody pro účely dalšího využití vody, především v podobě vody užitkové. Řízena bude pomocí zásobovacích čerpadel a výtlačné řady z potrubí zajistí dodávku této vody v areálu. Akumulační nádrž bude vyrobena z betonu o následujících vnějších rozměrech: šířka 3,60 m, výška 2,65 m, délka 12,35 m. Dosahovat bude akumulárního objemu 75 m³. Dno a boční stěny budou 0,15 m tlusté, strop bude mít tloušťku 0,20 m. Takto navržená nádrž by měla umožnit zasypání do výšky až 3,50 m a měla by vydržet pojezdy vozidel o hmotnosti až 40 t. Vstup do nádrže bude umožněn dvěma otvory, kdy bude možné pomocí stupadel sestoupit až na její dno (DEKONTA, 2020).

Biologické čištění srážkové vody z akumulární nádrže bude prováděno prostřednictvím vertikálního kořenového filtru o užité ploše 15,7 m² a užitém objemu 10,4 m³. Do kořenového filtru bude voda z nádrže přiváděna recirkulačním čerpadlem a odtud po vyčištění vlivem gravitace potrubím odteče zpět do akumulární nádrže. Pro případy, kdy by v akumulární nádrži chyběla voda v důsledku nedostatku srážek, je dalším zdrojem vody podzemní vrt, ze kterého lze vodu čerpadlem doplnit do požadovaného objemu (DEKONTA, 2020).

Vertikální kořenový filtr bude realizován v podobě hydroizolované přírodní nádrže o přibližných rozměrech: 5,20 m x 4,20 m a hloubce 0,80 m, která bude začleněna do okolního terénu a bude fungovat na principu skrápěného aerobního biofiltru. Vnitřek nádrže bude vyplňovat hrubé prané drcené kamenivo, na svahy se použije kamenná rovnanina. Na povrchu nádrže bude vysázena mokřadní vegetace, konkrétně Kyprej vrbice, Kosatec žlutý, Kosatec sibiřský a Blatouch bahenní tak, aby na m² připadaly přibližně 4 kusy sazenic těchto rostlin (DEKONTA, 2020).

10.3.2 Vsakovací průleh

V případech, kdy v akumulární nádrži vznikne naopak přebytek srážkové vody, bude toto přebytečné množství potrubím odvedeno do objektu vodního hospodářství, kterým je vsakovací průleh. Zde dojde k postupnému zasakování do podzemních vod. Zasakovací průleh bude při maximální hladině nadržení zaujímat plochu o velikosti 330 m², maximální retenční objem bude dosahovat hodnoty 330 m³ (DEKONTA, 2020).

Dle projektu bude mít vsakovací průleh podobu otevřené jámy umístěné v zářezu terénu o nepravidelných rozměrech a sklonu svahů 1:1. V rámci členění průlehu bude rozlišována část retenční a část litorálního pásma uvnitř průlehu o ploše 67 m². Na dně litorálního pásma bude navrstveno kamenivo o tloušťce 0,20 m. Pro osázení tohoto pásma bude použita vytrvalá tráva Chrastice rákosovitá, jako zástupce mokřadní vegetace, přičemž se na m² počítá s celkem 3 kusy sazenic této rostliny. Na dno i svahy vsakovacího průlehu bude navezena vrstva ornice, která bude poté zatravněna (DEKONTA, 2020).

10.3.3 Akumulační a požární nádrž

Dalším objektem pro hospodaření se srážkovou vodou v areálu bude kombinovaný objekt akumulací a požární nádrže s celkovou otevřenou plochou 198 m² a maximálním objemem 265 m³. Nádrž bude v areálu umístěna před vstupem do administrativní části budovy. Do této nádrže bude potrubím svedena pouze menší část srážkové vody, která dopadne na povrch přístřešků v areálu. Nádrž bude otevřená a potrubím propojená s vertikálním kořenovým filtrem o ploše 26 m². Přečerpání srážkové vody z nádrže na kořenový filtr obstará čerpadlo umístěné cca 10 cm nad dnem nádrže. Průchod vody kořenovým filtrem umožní jednak její čištění, ale i okysličení (DEKONTA, 2020).

Nádrž je navržena jako hydroizolovaná nepravidelná přírodní tůň (biotop) umístěná v zářezu terénu. Rozdělena bude na část hlubokou akumulací a část retenční. Normální hladina stálého nadržení v tůni bude odpovídat vodní ploše o 180 m². Stálý objem nadržení bude činit při minimální hladině vody, tj. 2,35 m, 205 m³. Retenční objem při maximální hladině vody, tj. 2,65 m, bude odpovídat 60 m³, dohromady tedy celkový objem činí 265 m³. Hluboká část tůně bude mít sklon svahu 2:1, u kořenového filtru budou svahy kolmé. Na dně a ve svazích tůně je plánováno umístění větších kamenů a mrtvého dřeva, které poslouží živočichům k úkrytu (DEKONTA, 2020).

10.3.4 Obslužná jímka

Obslužná jímka navržena jako kruhová betonová šachta (nádrž) s průměrem 2,50 m a výškou 3,375 m bude podzemním samostatným objektem vodního hospodářství. Její funkcí bude zavlažování, tudíž bude vybavena k tomu potřebnou závlahovou technologií. Část užitkové vody sem bude přiváděna z akumulací nádrže. Obslužná jímka bude sloužit jako společný rezervní zdroj užitkové vody pro zavlažování a pro doplňování akumulací a požární nádrže. Až na dno obslužné jímky bude možné se dostat po stupních (DEKONTA, 2020).

10.4 Nakládání se splaškovými (odpadními) vodami v průmyslovém areálu

Splaškové vody vytvořené v průmyslovém areálu budou odvedeny do šachty bezpečnostního přepadu vyrobené z betonu, odtud budou potrubím svedeny do

čerpací šachty. Čerpací šachta z betonu zakrytá litino-betonovým poklopem bude mít výšku 3,535 m a bude obsahovat dvě kalová čerpadla. Tato dvě čerpadla přečerpají splaškovou vodu výtlačným potrubím do biologického septiku o šířce 3,60 m, délce 4,72 m a výšce 2,65 m složeného ze tří železobetonových dílců. V biologickém septiku, jehož užitečný objem činí 25 m³, dojde k mechanickému předčištění splaškové vody. Mechanicky předčištěná splašková voda bude z biologického septiku odvedena potrubím do 1 m vysoké kruhové pulzní šachty. Recirkulační potrubí, které bude do pulzní šachty svedeno, umožní řízení čistícího procesu (DEKONTA, 2020).

Přečištěná odpadní voda bude z pulzní šachty, která zajišťuje řízení čistícího procesu vertikálního kořenového filtru, odvedena potrubím do vertikálního kořenového filtru, kde bude rozváděcím hřebenem rovnoměrně rozdělena na povrchu filtru. U vertikálního kořenového filtru bude velikost užité plochy 120 m² a užitého objemu 120 m³. Kořenový filtr o rozměrech 20 m x 6 m a průměrné hloubce 1 m bude vyplněn hrubým praným kamenivem drceným a osázen čtyřmi kusy sazenic mokřadních rostlin na m². Složen bude z anaerobní části, tj. trvale zatopená spodní část, a aerobní části, tj. horní skrácená část. Sběrným potrubím umístěným na dně kořenového filtru bude voda následně odvedena do kontrolní a čerpací šachty, kde bude pomocí čerpadla recirkulována. Přebytečná voda bude dále procházet potrubím přes kontrolní šachty až do areálové čerpací šachty a odtud následně do veřejné kanalizace (DEKONTA, 2020).

10.5 Myčka traktorů a kombajnů

Myčka traktorů a kombajnů je v areálu plánována jako doplňková stavba, která bude sloužit pro mytí referentských aut, traktorů a kombajnů v rámci servisu i před jejich prodejem. Tento objekt bude zahrnovat následující části: krytou myčku traktorů s technologiemi o půdorysných rozměrech 6,60 m x 14,06 m, otevřenou manipulační plochu o rozměrech 7,30 x 13,70 m a otevřenou mycí plochu pro kombajny o rozměrech 7,30 x 14,30 m. Materiálem, který bude tvořit otevřené plochy, je vodostavební beton (CHEMIE STAR, 2020).

Zděná jednopodlažní budova kryté myčky bude mít pultovou střechu s minimálním spádem (3 %), na které bude realizována extenzivní zelená (vegetační) střecha. Extenzivní zelená střecha bude pokryta suchomilným rozchodníkovým kobercem a odvodněna bude do žlabu, který ohraničuje okraj pultové zelené střechy.

Do vegetačního souvrství nevsáknutá voda bude ze žlabu svedena na travní porost vedle myčky, kde dojde k jejímu vsakování do podzemních vod. Skladba jednotlivých vrstev zelené střechy myčky o ploše 86,45 m² bude dle projektu následující:

- vegetace – rozchodníkový koberec
- vegetační a hydroakumulační vrstva substrátu – DEK RNSO 80 o tloušťce 120 mm
- filtrační vrstva z netkané textilie – 100 % polypropylen (Filtek 200)
- drenážní a hydroakumulační vrstva – nopová fólie (DEKDREN T20 GARDEN) o tloušťce 20 mm
- separační vrstva z netkané textilie – 100 % polypropylen (Filtek 300)
- hydroizolační vrstva – fólie z PVP-P (DEKPLAN 77) o tloušťce 1,5 mm
- separační vrstva z netkané textilie – 100 % polypropylen (Filtek 300)
- tepelně izolační a spádová vrstva – desky z pěnového polystyrenu (DEKPERIMETR SD 150) o tloušťce 50 – 240 mm
- tepelně izolační vrstva – desky ze stabilizovaného pěnového polystyrenu (EPS 100) o tloušťce 60 mm
- parozábrana a pojistná hydroizolace – SBS modifikovaný asfalt s hliníkovou vložkou a jemnozrnným posypem (GLASTEK AL MINERAL) o tloušťce 4 mm
- nátěr podkladu – asfaltová vodou ředitelná emulze (DEKPERIMETR)
- stropní železobetonový panel (Spiroll) o tloušťce 200 mm
- hydroizolační stěrka
- vodovzdorný nátěr na beton (PROKON ATELIER, 2020b).

Výška atiky bude dosahovat hodnoty + 6,25 m. Fasádní štuková omítka bude doplněna o obklad z dřevěných svislých latí z modřínu sibiřského. Vjezdová vrata do myčky budou skládací z žárově pozinkovaných plechů, stejně tak dveře do technologické místnosti myčky. Tři technologické betonové nádrže a technologické rozvody myčky budou uloženy do pískového podsypu pod zemí (PROKON ATELIER, 2020b).

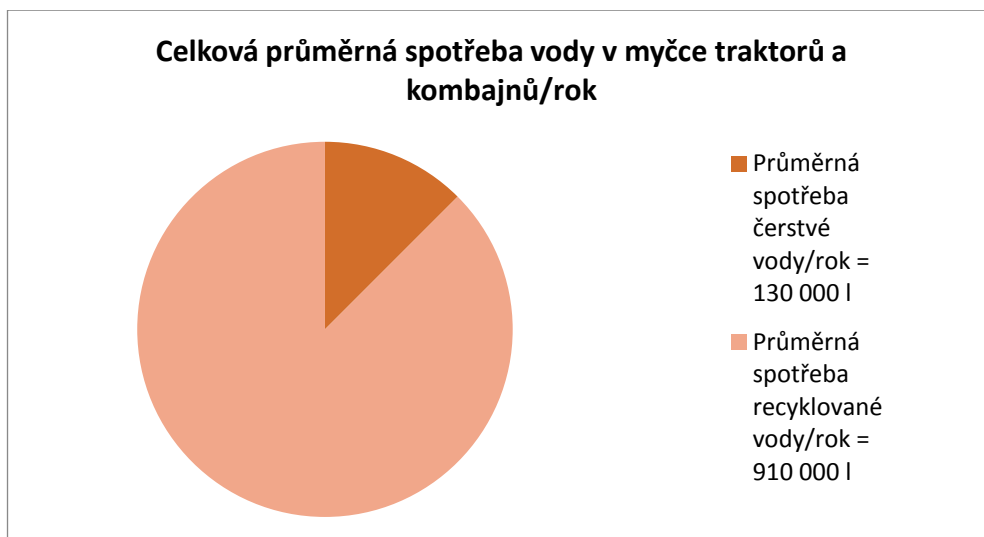
10.5.1 Vodní bilance myčky traktorů

Celkový roční úhrn srážek pro celý objekt myčky bude 179,54 m³ (tj. krytá část myčky + otevřená část myčky). Pro mytí zemědělských prostředků bude využíváno dvojí technologie: 1) tlakové objemové mytí, kterým se provede hrubé čištění a 2) ruční vysokotlaké mytí studenou a teplou vodou pomocí mycí pistole, kterým se provede mytí načisto (oplachování). Teplá voda bude pro účely mytí čerpána ze dvou výměníků se zásobníkem 1000 l, které se nacházejí v technické místnosti (CHEMIE STAR, 2020).

Kapacitně je myčka navržena na mytí maximálně 2 zemědělských prostředků za den, přičemž maximální spotřeba vody z řadu na jeden prostředek je 250 l, tj. maximálně 500 l/den pro dva zemědělské prostředky. Co se týče poměru recyklované a čerstvé vody z řadu, recyklovaná voda na hrubé mytí představuje 87,5 %, voda čerstvá pro mytí načisto představuje 12,5 % z použitých vod. Za rok bude činit průměrná spotřeba vody z řadu na oplachování zemědělských prostředků 130 m³ (CHEMIE STAR, 2020).

| | |
|---|-------------------------|
| Maximální kapacita mytí/den | 2 zemědělské prostředky |
| Průměrná spotřeba vody/s | 0,17 l |
| Maximální spotřeba vody/s | 0,46 l |
| Maximální spotřeba vody/hod | 1680 l |
| Maximální spotřeba vody/den (2 prostředky/den) | 500 l |
| Průměrná spotřeba vody/rok | 130 000 l |

Obr. 20: Spotřeba čerstvé vody z vodovodního řadu na mytí zemědělských prostředků (CHEMIE STAR, 2020).



Obr. 21: Celková průměrná roční spotřeba vody v myčce traktorů a kombajnů (Wagnerová, 2022).

| | | |
|---|-------------|---------|
| Průměrná spotřeba čerstvé vody/rok | 130 000 l | 12,50 % |
| Průměrná spotřeba recyklované vody/rok | 910 000 l | 87,50 % |
| Celková průměrná spotřeba vody/rok | 1 040 000 l | 100 % |
| Max. spotřeba vody při max. kapacitě mytí/den | 4 000 l | - |

Obr. 22: Spotřeba vody v myčce traktorů a kombajnů (Wagnerová, 2022).

Pokud by byla každý pracovní den v průběhu kalendářního roku, tj. dohromady 260 dní v roce (v potaz nebereme státní svátky) myčka využívána v maximální kapacitě a v maximální spotřebě vody, byla by spotřeba vody na mytí v myčce celkem 1 040 000 l (Wagnerová, 2022).

10.5.2 Bilance odpadních vod z myčky traktorů

Myčka traktorů bude napojena na svoji vlastní čistírnu odpadních vod (typ AQUASTAR 3.0), jejímž úkolem bude vyčištění odpadních vod na požadovanou kvalitu. Odpadní vody z myčky traktorů budou obsahovat jednak mechanické nečistoty, ale i ropné látky, saponáty, vosky, rostlinné oleje a další. Vstupní znečištění může činit až 5000 mg/l (CHEMIE STAR, 2020).

Znečištěná voda z myčky bude odtékat do sedimentačních kanálů, v kterých se usadí hrubé nečistoty, poté do podzemní sedimentační nádrže, kde se usadí jemné

mechanické nečistoty, a následně do podzemní dělené nádrže, jejíž součástí bude odlučovač lehkých kapalin. Odsud bude část vody putovat do další dělené podzemní nádrže a následně na pískovou filtraci, ze které bude přečištěná voda uložena v nádrži na recyklovanou vodu a znovu použita v mycím procesu. Přebytečná voda z dělené podzemní nádrže bude čerpána do čistírny odpadních vod, ze které bude po dosažení stanovených parametrů odvedena do kanalizace (CHEMIE STAR, 2020).

Množství vody v mycím okruhu se zvyšuje o množství dodávané vody z vodovodního řadu (na závěrečný oplach). Na obrázku č. 23 níže je uveden hydrotechnický propočet pro čistírnu typu AQUASTAR 3.0 s nastaveným výkonem 0,42 l/s při provozu 0,33 hodin denně, 260 dní v roce pro provoz ruční kontaktní vysokotlaké myčky (CHEMIE STAR, 2020).

| | |
|-------------------------------------|--|
| Nastavený výkon ČOV (AQUASTAR 3.0) | 0,42 l/s - provoz 0,33 hod/den 260 dnů/rok |
| Množství vod vyčištěných ČOV | |
| Q průměrný | 1,5 m ³ /hod |
| Q denní | 0,5 m ³ /den |
| Q roční (260 dní) | 130 m ³ /rok |
| Množství vypouštěných vod | |
| Q průměrný | 0,42 l/s |
| Q denní | 0,5 m ³ /den |
| Q roční (260 dní) | 130 m ³ /rok |

Obr. 23: Množství vod vyčištěných a vypouštěných z čistírny odpadních vod (CHEMIE STAR, 2020, upraveno).

10.6 Ekonomické zhodnocení

Podle ceníku společnosti ČEVAK a.s., platného od 01.01.2022 pro město Soběslav, je cena pro vodné 44,73 Kč/m³ a cena pro stočné 29,79 Kč/m³, dohromady tedy 74,52 Kč/m³ (ceny jsou včetně DPH) (ČEVAK, 2022).

V příloze číslo 3 dokumentu s názvem „Metodika pro ekonomické hodnocení zelené a modré infrastruktury v lidských sídlech“ z roku 2019 se její autoři pokusili na základě získaných dat o vyčíslení investičních a provozních nákladů na opatření modrozelené infrastruktury realizované v rámci lidských sídel. Podkladem pro tato vyčíslení bylo nejméně 10 realizovaných prvků (opatření) od každého typu. Pro účely této diplomové práce bude pozornost zaměřena na náklady vsakovacího průlehu, propustných povrchů ploch, extenzivní zelené střechy a intenzivní zelené stěny, jejichž přehled je na obrázku č. 24 (Macháč a kol., 2019).

Pod investiční náklady vsakovacího průlehu řadíme především náklady na zemní práce a zpevnění průlehu, naopak sem neřadíme náklady administrativní a na nákup pozemků. Cena za běžný metr průlehu, tj. 3 x 1m, se pohybuje od 1 300 Kč. Provozní náklady vsakovacího průlehu zahrnují sekání trávy včetně náletů přibližně 2-3 x ročně, přičemž cena je od 40 Kč za běžný metr. Dalším provozním nákladem je také čištění průlehu, které zahrnuje odstraňování sedimentu. Cena je od 20 Kč za běžný metr. Jako plochu s propustným povrchem lze v areálu označit štěrkovou otevřenou plochu. Do investičních nákladů na štěrkovou plochu počítáme náklady za materiál a stavební práci podle stávajícího vyžití daného území, sklonu a skladby podloží. Cena za m² je 290-800 Kč. Provozní náklady štěrkové plochy tvoří její údržba, ta se pohybuje v rozmezí 0-25 Kč/m² (Macháč a kol., 2019).

Investiční náklady na extenzivní zelenou střechu tvoří náklady na jednotlivé vrstvy jejího souvrství a náklady na provedení. Podle sklonu je rozlišována střecha běžná (tzv. běžný standard), kde je cena od 700 Kč za m², a střecha šikmá se sklonem větším než 15° (tzv. vyšší standard) s cenou 2 250 Kč za m². V rámci provozních nákladů je prováděna kontrola hydroizolace a vegetace 1-2 x ročně s cenou v rozmezí 15-50 Kč za m². Investiční náklady intenzivní zelené stěny jsou náklady za nádoby na pěstování nebo konstrukci, substrát, systém závlah včetně způsobu hnojení, vegetaci a její instalaci na stěnu. Cena je poměrně vysoká a její rozmezí je 12 000-21 000 Kč za m². Roční provozní náklady jsou dle dostupnosti

zelené stěny 100-250 Kč za m² a tvoří je závlaha, hnojení a údržba vegetace, např. výměna a stříhání rostlin (Macháč a kol., 2019).

| Prvek (opatření) | Investiční náklady | Provozní náklady |
|--|--|--|
| Vsakovací průleh | Od 1 300 Kč/běžný metr (3 x 1 m) | 2-3 x ročně sekání trávy a náletů od 40 Kč/běžný metr + čištění a odstraňování sedimentu od 20 Kč/běžný metr |
| Plochy s propustným povrchem – štěrková plocha | 290-800 Kč/m ² | 0-25 Kč/m ² |
| Extenzivní zelená střecha | Běžná střecha od 700 Kč/m ² Šikmá střecha od 2 250 Kč/m ² | 15-50 Kč/m ² |
| Intenzivní zelená stěna | 12 000-21000 Kč/m ² | Ročně 100-250 Kč/m ² |

Obr. 24: Investiční a provozní náklady prvků modrozelené infrastruktury (Macháč a kol., 2019, upraveno).

11. Výsledky

Hlavními výhodami zelených budov je ve srovnání s konvenčními budovami efektivní využití a úspora energií i vody, lepší kvalita ovzduší spolu se snížením emisí oxidu uhličitého do ovzduší, a dále např. i zvýšení využití recyklovaných materiálů při stavbě. Přínosy zelených budov dosahují více než desetinásobku zprůměrované počáteční investice zahrnující projekt a výstavbu. Z ekonomického hlediska mohou zelené budovy poskytovat výhodu v podobě vyšší tržní hodnoty a vyšších cen pronájmů, vyšší relativní návratnosti investice a nižších provozních nákladů. Pro marketingovou prezentaci investora bude přínosem, že přispěl zelenou budovou k udržitelné výstavbě. Nevýhody zelených budov spočívají především ve vysokých počátečních investičních nákladech, u kterých je ve srovnání s konvenčními budovami cena za projekt a výstavbu o více než 2 % vyšší. Další nevýhoda spočívá v dlouhé návratnosti investice do zelených technologií. Každopádně výhody převažují nad nevýhodami – viz obrázek č. 25.

| PRO | PROTI |
|---|--|
| Úspora energie, vody | Vyšší počáteční investiční náklady |
| Zlepšení kvality ovzduší | Delší návratnost investice do zelených technologií |
| Snížení emisí CO ₂ | |
| Použití recyklovaných materiálů | |
| Vyšší tržní hodnota budovy | |
| Vyšší pronájmy | |
| Propagace investora prostřednictvím zeleného marketingu | |
| Vyšší relativní návratnost investice | |
| Nižší provozní náklady | |

Obr. 25: Pro a proti zelených budov (Wagnerová, 2022).

Srážky a jejich odtok je nutné řešit v místě jejich vzniku a navracet je zpět do přirozeného koloběhu vody. Vhodné není současné řešení odvádění srážek z území do kanalizace, jelikož srážková voda není odpad, ale velmi potřebný zdroj vody. Význam mají pro udržitelné hospodaření se srážkovou vodou dva následující přístupy. V rámci in situ hospodaření se srážkovou vodou je prioritou snížit povrchový odtok a zvýšit infiltraci (vsakování) srážek do půdy. Ex situ hospodaření se srážkovou vodou je založeno na svedení povrchového odtoku z převážně

nepropustných ploch a jeho akumulaci v nádržích nad nebo pod zemí, přičemž až 80 % z ročních srážek může být akumulováno. V tuzemsku převládá zachytávání srážek do nadzemních nádrží a sudů.

Pro běžný déšť je vhodným nástrojem pro hospodaření se srážkovou vodou využití prvků modrozelené infrastruktury, pro déšť silný je vhodné vybudovat retenční prostory a zefektivnit jejich využití prostřednictvím řízeného odtoku vody, a v případě extrémního deště je vhodné využít nouzové povrchové cesty, kterými je nadbytečná voda bezpečně odvedena z území obce, a dočasně vodu zadržet v rozlivných plochách a poldrech.

Z projektu plánovaného nového průmyslového areálu, kterému se věnovala praktická část diplomové práce, lze identifikovat trvale udržitelné technologie a řešení, která se objevují v zelených budovách. Jsou jimi fotovoltaické panely na výrobu elektrické energie ze solárního záření, dvě tepelná čerpadla vzduch-voda pro vytápění, dobíjecí stanice pro elektromobily na parkovišti, automaticky ovládané předokenní hliníkové žaluzie, které jsou řízeny signálem z meteostanice tak, aby zabránily přehřívání uvnitř budovy. Dále intenzivní zelená stěna neboli vertikální zahrada na stěně budovy, treláže s popínavými rostlinami na fasádě budovy, vsakovací průleh, biotop, zelená střecha myčky traktorů.

Srážkové vody budou v průmyslovém areálu akumulovány, upravovány a distribuovány. Použijí se pro zálivku zeleně a také pro zásobování myčky traktorů a kombajnů, obslužné jímky, akumulační a požární nádrže. Srážková voda bude zachytávána ze střech a ze zpevněných povrchů a uložena bude v podzemní akumulační nádrži. Přibližná celková plocha, ze které bude srážková (dešťová) voda zachytávána, bude činit na základě součtu jednotlivých ploch areálu v projektu (včetně zelených ploch pro budoucí rozvoj areálu) cca 20 099,15 m². Této ploše bude odpovídat roční úhrn srážek v areálu cca 12 501,67 m³. Z této hodnoty připadá přibližně 60 % na plochy, do kterých se srážková voda vsákne, a zbylých přibližně 40 % připadá na plochy, do kterých se srážková voda nevsákne, ale bude z povrchu svedena do jiných objektů vodního hospodářství a následně využívána k různým účelům.

Aplikujeme-li dostupné informace o výše zmíněném průmyslovém areálu na národní certifikační systém SBToolCZ, můžeme se pokusit stanovit, v jakých

aspektech by areál teoreticky mohl obstát stanoveným kritériím. Environmentální kritéria zaujímají v rámci celého systému váhu 50 %, Sociální kritéria 35 % a Ekonomika a management 15 %. Přehled jednotlivých environmentálních kritérií je uveden na obrázku číslo 26 spolu s jejich váhou vyjádřenou v procentech (Vonka a kol., 2011).

| Kritérium | Váha [%] |
|---|------------|
| E.01 Spotřeba primární energie | 22,8 |
| E.02 Potenciál globálního oteplování | 16,5 |
| E.03 Potenciál okyselování prostředí | 5,0 |
| E.04 Potenciál eutrofizace prostředí | 3,4 |
| E.05 Potenciál ničení ozonové vrstvy | 5,4 |
| E.06 Potenciál tvorby přízemního ozonu | 3,5 |
| E.07 Využití zeleně na budově a pozemku | 5,5 |
| E.08 Spotřeba pitné vody | 4,2 |
| E.09 Použití konstrukčních materiálů při výstavbě | 9,2 |
| E.10 Použití certifikovaných materiálů | 5,2 |
| E.11 Využití půdy | 7,1 |
| E.12 Zachycení dešťové vody | 4,4 |
| E.13 Výroba obnovitelné energie | 4,1 |
| E.14 Chlazení | 3,7 |
| Celkem | 100 |

Obr. 26: Přehled jednotlivých environmentálních kritérií certifikačního systému SBToolCZ (Vonka a kol., 2011).

Z těchto uvedených environmentálních kritérií by mohl průmyslový areál teoreticky splnit následující:

- **Využití zeleně na budově a pozemku** – hodnotí se procentuální pokrytí budovy (zelená fasáda, zelená střecha) a přilehlých pozemků zelení. Fasáda budovy v areálu bude ozeleněna trelážemi s popínavými rostlinami a zelenou stěnou. Dále bude ozeleněna střecha myčky traktorů a bude vybudován vsakovací průleh.
- **Zachycení dešťové vody** – hodnotí se do jaké míry je dešťová voda zachycena na pozemku, množství vody odváděné do kanalizace, předcházení riziku vzniku povodní. Dešťová voda bude v areálu zachytávána, jak je popsáno v praktické části práce, tudíž je minimalizováno její odvádění do kanalizace.
- **Výroba obnovitelné energie** – hodnotí se, kolik procent z celkové spotřeby energie pochází z obnovitelného zdroje energie. Střecha servisní haly v areálu bude pokryta fotovoltaickými solárními panely, které budou vyrábět elektrickou energii pro následnou spotřebu v budově.

- **Spotřeba pitné vody** – hodnotí se redukce spotřeby pitné vody, úspora pitné vody, dešťová nebo užitková voda jako náhrada vody pitné, zavlažování nepitnou vodou, vsakování vody na pozemku. V areálu bude dešťová voda vsakována, používána k záливce, částečně k mytí v myčce traktorů, čímž bude snížena spotřeba pitné vody.
- **Chlazení** – hodnotí se pasivní a nízkoenergetické chlazení v budově, které snižuje energetickou náročnost. V budově budou využívána dvě tepelná čerpadla vzduch-voda pro systém podlahového chlazení, tudíž energetická náročnost bude snížena.

Co by v areálu pravděpodobně nebylo splněno, je kritérium Použití certifikovaných materiálů z hlediska jejich šetrnosti k přírodě a trvale udržitelného rozvoje. Dále Využití půdy v tom smyslu, že jsou lépe ohodnoceny stavby na již dříve využitém území (brownfield), nicméně areál splňuje alespoň požadavek, že vytěžená půda je ideálně využita na pozemku. Žádná půda nebyla odvezena z areálu, jelikož byla využita pro vyrovnání svažitosti pozemku. Kritérium Použití konstrukčních materiálů při výstavbě – hodnotí se obnovitelné, recyklované, recyklovatelné konstrukční materiály a důraz je kladen na regionální produkty. Pravděpodobně by k naplnění kritéria nestačil jen recyklovaný materiál v podobě podrcené stavební suti, který byl použit do zásypů základových konstrukcí a určité procento recyklované složky v prefa železobetonové konstrukci. K teoretickému posouzení zbylých kritérií chybí potřebné informace.

12. Diskuze

Jak bylo zjištěno v diplomové práci, tradičním a převládajícím způsobem nakládání se srážkovými vodami v urbanizovaném území je v současnosti její svedení z nepropustných povrchů přímo do kanalizace. V kontextu klimatických změn a s nimi spojenými extrémními projevy, jako je např. sucho, přívalové deště nebo povodně, se v České republice, ale i jinde ve světě začíná tento dosavadní přístup přehodnocovat a novým trendem se postupně stává přírodě blízké hospodaření se srážkovou vodou, které je trvale udržitelné a zabývá se srážkami v místě jejich vzniku. Neméně podstatné je z hlediska hospodaření se srážkovou vodou její zachytávání a akumulace v nádržích, sudech apod., která umožňuje znovuvyužití této vody pro různé účely.

Z výzkumu provedeného v letech 2017-2020 vzešlo zjištění, že cca dvě třetiny Čechů, kteří žijí v rodinných domech, akumulují srážkovou vodu v sudech umístěných nad zemí a jen 9 % Čechů preferuje akumulaci v podzemních nádržích. Během tohoto výzkumu bylo dále zjištěno, že došlo ke snížení počtu domácností, které srážkovou vodu žádným způsobem neakumulují, přičemž pro většinu domácností je hlavním důvodem akumulace srážkové vody finanční úspora a cca jen 30 % domácností pohlíží na věc z ekologického hlediska (Slavíková a Macháč, 2021).

Největší část z celkového srážkového úhrnu, tj. cca 65-80 %, tvoří běžný déšť. Obecně je jako nástroj udržitelného hospodaření se srážkovou vodou pro tento typ deště preferována zejména ve městech aplikace tzv. modrozelené infrastruktury, prostřednictvím které je možné dosáhnout vyššího výparu a vsakování vody do půdy. Tímto přírodě blízkým opatřením je zajištěno pomalé odtékání srážkové vody do lokálního koloběhu, které je z hlediska udržitelnosti více než žádoucí. Jak uvádí tato práce, mezi výhody aplikace modrozelené infrastruktury patří mimo jiné např. snížení účinků sucha, zlepšení mikroklimatu v daném území nebo snížení rizika lokálních záplav (Stránský a kol., 2021).

Jedním z odborníků na problematiku hospodaření se srážkovými vodami je Doc. Ing. David Stránský, Ph.D. Podle jeho názoru zadržování a využívání srážkové vody v České republice stále ještě není zcela běžnou praxí, nicméně je pozitivní zprávou, že roste povědomí společnosti o důvodech, proč je třeba v urbanizovaném

území srážkovou vodu zadržovat. Stránský poukazuje na to, že pro obce nebo města, které by měly zájem na svém území lépe hospodařit se srážkovou vodou, např. realizací prvků modrozelené infrastruktury, existuje stále mnoho překážek mezi samotnou myšlenkou a její realizací. Obce si často neumějí poradit např. s otázkou správy a provozu objektů hospodaření se srážkovou vodou nebo s hledáním souladu mezi těmito objekty a ostatní infrastrukturou, což je mnohdy od záměru odradí. Naopak pro nové stavby nepředstavuje větší problém přizpůsobit se udržitelnému hospodaření se srážkovou vodou, avšak stále těchto staveb není dostatečné množství na to, aby se obce nebo města přeorientovaly od nevhodného odtoku srážkové vody z území na její zadržování a následné využívání (PRIORITA, 2019).

S výše uvedeným tvrzením, že se v České republice u nových staveb daří hospodařit se srážkovou vodou, se ztotožňuje i architektka a urbanistka věnující se modrozelené infrastruktuře Ing. arch. Miroslava Zadražilová, Ph.D. Poukazuje např. na fakt, že je v současnosti u nových staveb již běžnou praxí vybudování retenční nádrže na srážkovou vodu v případě nevhodných vsakovacích podmínek. Podle Zadražilové si lze všimnout jistého pokroku i v tom smyslu, že dnes lidé více přemýšlí nad tím, zda konkrétní část zemského povrchu pokryjí nepropustným či propustným povrchem, přičemž s propustnými povrchy se dnes můžeme setkávat stále častěji. Zadražilová zastává názor, že je v oblasti aplikace modrozelené infrastruktury ještě stále značný prostor pro zlepšování. Nesouhlasí např. s tím, že jsou některé objekty pro hospodaření se srážkovou vodou (jako příklad lze uvést podzemní retenční nádrž) řešeny sice vhodně z pohledu technického, nicméně zcela odděleně od zelené složky, která poskytuje prostředí další výhody - tedy vytýká přístup nedostatek komplexnosti (CENTRUM PASIVNÍHO DOMU, 2021).

V případě těch českých obcí a měst, které nejsou příliš ochotné hospodařit se srážkovou vodou jiným způsobem než dosud, Zadražilová doporučuje srážkovou vodu alespoň shromažďovat a následně využívat, neboť tím obec nebo město ušetří finanční prostředky za odvod srážkové vody do kanalizace a vodu lze navíc dále využít na zálivku zeleně (CENTRUM PASIVNÍHO DOMU, 2021).

Z dostupných zdrojů, které se věnují tématu srážkových vod a otázce udržitelného hospodaření s nimi, jsem v průběhu psaní této práce dospěla k názoru,

že se v případě „nových“ přístupů, ať už se jedná o inovativní a efektivní způsoby nakládání se srážkovou vodou v zelených budovách nebo v běžných domácnostech, hospodaření se srážkovou vodou spojené s realizací zelených střech, vertikálních zahrad, vsakovacích průlehů, uměle vytvořených mokřadů, dešťových zahrad a dalších, rozhodně jedná o krok správným směrem. Jak bylo v práci mnohokrát uvedeno, výhod existuje vícero a nepochybně převažují nad nevýhodami.

Domnívám se, že větší část společnosti by se nebránila udržitelnějšímu bydlení v zelených budovách, stejně tak např. vybudování retenčních nádrží na svých pozemcích nebo i většímu ozelenění budov a přilehlých pozemků v místě, kde žijí. Významným problémem jsou dle mého názoru stále zejména finanční prostředky, třebaže se stát snaží prostřednictvím různých programů přispívat na takové projekty a motivovat obyvatele. Pokud jde o obce a města domnívám se, že je v udržitelném hospodaření se srážkovou vodou překážkou především nedostatek zkušeností, neochota či obavy jejich vedení jít vstříc novým věcem a pravděpodobně i omezený veřejný rozpočet. Do budoucna bych očekávala výraznější pokles množství odváděných srážkových vod ze zpevněných ploch do kanalizace.

13. Závěr

Princip trvale udržitelného rozvoje je založen na třech prolínajících se pilířích: environmentálním, sociálním a ekonomickém. Jeho smyslem je, aby současné generace využívaly přírodní zdroje v takové míře, aby byly zachovány i pro generace budoucí. Tento princip obecně usiluje o snížení ekologické stopy, tj. nižší spotřeba energie, materiálů a nižší produkce odpadů. Jelikož jsou budovy poměrně velkým znečišťovatelem životního prostředí, vznikla myšlenka vytvořit takové budovy, které budou k životnímu prostředí šetrnější. Tato myšlenka postupným vývojem vyústila do podoby dnešních tzv. zelených budov, známých také pod označením green buildings.

V práci bylo zjištěno, že zelené budovy snižují nebo zcela eliminují negativní dopady a zároveň jsou schopny vyvolat pozitivní dopady na klima a životní prostředí. Mezi jejich výhody patří úspora energií a vody, zlepšení kvality ovzduší, snížení emisí CO₂ do ovzduší. Naopak nevýhodou jsou vysoké počáteční investiční náklady. Posuzování energetických požadavků, spotřeby vody, intenzity znečištění a dalších faktorů v nových i stávajících budovách zajišťují environmentální hodnotící systémy. Existuje jich mnoho, v České republice však převažuje certifikační systém BREEAM, následovaný je systémem LEED a třetím nejpoužívanějším je certifikační systém SBToolCZ.

Dále práce uvádí, že srážková voda je povrchová voda vzniklá dopadem atmosférických srážek. Hospodaření se srážkovou vodou, které klade důraz na zachování přirozené bilance vody v území, a šetření s vodou jsou dva zásadní způsoby udržitelného hospodaření s vodou. Existují různé přístupy a technologie hospodaření se srážkovou vodou, typickým příkladem je zachytávání povrchového odtoku srážkové vody z nepropustných povrchů a jejich akumulace v nádobách různého objemu. Akumulovanou srážkovou vodu lze následně použít k různým účelům, zejména pro zálivku, splachování toalet nebo praní prádla. Finanční podpora vztahující se k hospodaření se srážkovou vodou je v České republice poskytována z dotačního programu Dešťovka, z Národního programu Životní prostředí a z Operačního programu Životní prostředí.

Je potřeba rozlišovat prvky vedoucí k udržitelnému hospodaření se srážkovou vodou, jako je propustná dlažba či podzemní nádrž na srážkovou vodu, a prvky

modrozelené infrastruktury, jakožto přírodě blízké hospodaření se srážkovou vodou. Mezi modrozelenou infrastrukturu patří zejména zelené střechy, dešťové zahrady, vsakovací průlehy, umělé mokřady, vertikální zahrady. Jejím hlavním cílem je podpoření výparu a vsakování vody v území a zajištění pomalého odtékání do lokálního koloběhu vody. Legislativně je hospodaření se srážkovou vodou zakotveno primárně v zákoně o vodách č. 254/2001 Sb., ve vyhlášce o obecných požadavcích na využívání území č. 501/2006 Sb., a v zákoně o vodovodech a kanalizacích č. 274/2001 Sb.

Praktická část práce umožnila aplikovat informace o hospodaření se srážkovými vodami uvedené v teoretické části práce na konkrétní příklad, kterým je plánovaný a aktuálně rozestavěný průmyslový areál společnosti AGRO-partner s.r.o. Popsány jsou v této části jednotlivé navržené objekty vodního hospodářství, posloupnost procesů v rámci hospodaření se srážkovými a splaškovými vodami v areálu, zmíněný je též objekt myčky traktorů a kombajnů plánovaný v areálu včetně vodní bilance.

14. Přehled literatury a použitých zdrojů

14.1 Odborné publikace

Abdelfattah, A. F., 2020: Sustainable development practices and its effect on green buildings (online) [cit.2021.11.15], dostupné z <<https://www.proquest.com/docview/2554365544/3421F8C7B9F8427EPQ/17?accountid=26997&forcedol=true>>.

Al-Batsh, N., Khatib, A., Ghannam, S., Anayah, F. M., Jodeh, S., Hanbali, G., Khalaf, B., Valk, M., 2019: Assessment of Rainwater Harvesting Systems in Poor Rural Communities: A Case Study from Yatta Area, Palestine (online) [cit.2022.01.28], dostupné z <https://www.researchgate.net/publication/331928460_Assessment_of_Rainwater_Harvesting_Systems_in_Poor_Rural_Communities_A_Case_Study_from_Yatta_Area_Palestine>.

Antrop, M., 2004: Landscape change and the urbanization process in Europe (online) [cit.2021.12.03], dostupné z <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169204603000264>>.

Balaban, O., Oliveira J. A. P., 2016: Sustainable buildings for healthier cities: assessing the co-benefits of green buildings in Japan (online) [cit.2021.11.03], dostupné z <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652616001359?via%3Dihub>>.

Barton, H., Davis, G., Guise, R., 1995: Sustainable Settlements – A Guide for Planners, Designers, and Developers (online) [cit.2021.11.15], dostupné z <<https://www.proquest.com/docview/2554365544/3421F8C7B9F8427EPQ/17?accountid=26997&forcedol=true>>.

Berardi, U., GhaffarianHoseini, A., GhaffarianHoseini, A., 2014: State-of-the-art analysis of the environmental benefits of green roofs (online) [cit.2022.02.05], dostupné z <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261913008775>>.

Brožková, J., 2016: Proč firmy vyhledávají Shell & Core prostory? (online) [cit.2021.11.18], dostupné z <<https://www.bydlet.cz/411292-proc-firmy-vyhledavaji-shell--core-prostory/>>.

Calkins, M., 2011: The Sustainable Sites Handbook: A Complete Guide to the Principles, Strategies, and Best Practices for Sustainable Landscapes (online) [cit.2021.12.27], dostupné z <<https://ebookcentral.proquest.com/lib/czup/reader.action?docID=4771481&ppg=19>>.

Carrey, D. M., 2010: Water Recycling and Water Management (online) [cit.2022.01.26], dostupné z <<https://ebookcentral-proquest-com.infozdroje.czu.cz/lib/czup/reader.action?docID=3019802&ppg=7>>.

Clar, M. L., 2009: Low Impact Development: New and Continuing Applications (online) [cit.2022.01.16], dostupné z <<https://ebookcentral-proquest-com.infozdroje.czu.cz/lib/czup/reader.action?docID=3115534&ppg=237>>.

Datta, P. S., 2019: Water Harvesting for Groundwater Management: Issues, Perspectives, Scope, and Challenges (online) [cit.2021.12.03], dostupné z <<https://ebookcentral-proquest-com.infozdroje.czu.cz/lib/czup/reader.action?docID=5612909&ppg=23>>.

Dinic Brankovic, M., Mitkovic, P., Bogdanovic Protic, I., Igetic, M., Dekic, J., 2019: Bioswales as elements of green infrastructure – foreign practice and possibilities of use in the district of the City of Nis, Serbia (online) [cit.2022.01.23], dostupné z <https://www.researchgate.net/figure/Bioswale-concept-diagram-1-Dirty-and-polluted-water-from-rooftops-roads-and-parking_fig1_335219312>.

Drabinová, S., 2019: Co byste měli znát, než se pustíte do hospodaření s dešťovou vodou v rodinném domku? (online) [cit.2022.01.28], dostupné z <<https://ekolist.cz/cz/zelena-domacnost/rady-a-navody/co-byste-meli-znat-nez-se-pustite-do-hospodareni-s-destovou-vodou-v-rodinnem-domku>>.

Drosou, N., Soetanto, R., Hermawan, F., Chmutina, K., Boshier, L., Hatmoko, J. U. D., 2019: Key Factors Influencing Wider Adoption of Blue-Green Infrastructure in Developing Cities (online) [cit.2021.12.22], dostupné z <<https://www.mdpi.com/2071-1050/13/19/11041/htm>>.

Ebert, T., Eßig, N., Hauser, G., 2013: Green Building Certification Systems: Assessing Sustainability - International System Comparison – Economic Impact of Certification (online) [cit.2021.11.14], dostupné z <<https://ebookcentral.proquest.com/lib/czup/detail.action?docID=1075570>>.

Edwards, B. W., Naboni, E., 2013: Green Buildings Pay: Design, Productivity and Ecology (online) [cit.2021.11.09], dostupné z <<https://ebookcentral.proquest.com/lib/czup/reader.action?docID=1357590&ppg=80>>.

Echols, S., Pennypacker, E., 2015: Artful rainwater design (online) [cit.2022.01.23], dostupné z <<https://ebookcentral.proquest.com/lib/czup/reader.action?docID=4090879&ppg=9#>>.

Ekren, E., 2017: Advantages and risks of vertical gardens (online) [cit.2022.02.19], dostupné z <https://www.researchgate.net/publication/323174917_ADVANTAGES_AND_RISKS_OF_VERTICAL_GARDENS>.

Elliott, J., 2012: An Introduction to Sustainable Development (online) [cit.2021.10.30], dostupné z <<https://www-taylorfrancis-com.infozdroje.czu.cz/books/mono/10.4324/9780203844175/introduction-sustainable-development-jennifer-elliott?context=ubx&refId=a090c470-f679-46a4-ab66-99cbeaad1813>>.

Forman, R. T. T., 2014: Urban Ecology: Science of Cities (online) [cit.2022.01.16], dostupné z <<https://ebookcentral.proquest.com/lib/czup/reader.action?docID=5988966>>.

Ghofrani, Z., Sposito, V., Faggian, R., 2017: A comprehensive review of blue green infrastructure concepts (online) [cit.2021.12.22], dostupné z <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169204618309770>>.

Hamid, Z. A., Zain, M. Z. M., Hung, F. C., Noor, M. S. M., Roslan, A. F., Kilau, N. M., Ali, M. C., 2014: Towards a National Green Building Rating System for Malaysia (online) [cit.2021.10.30], dostupné z <https://www.researchgate.net/publication/268507751_Towards_a_national_green_building_rating_system_for_Malaysia>.

Hegger, M., 2007: Energie Atlas (online) [cit.2021.11.14], dostupné z <<https://ebookcentral.proquest.com/lib/czup/detail.action?docID=1075570>>.

Helmreich, B., Horn, H., 2008: Opportunities in rainwater harvesting (online) [cit.2021.12.07], dostupné z <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S001191640900575X>>.

Hostetler, M., 2009: Conserving biodiversity in subdivision development (online) [cit.2022.01.08], dostupné z <<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s11355-016-0309-3.pdf>>.

Ishimatsu, K., Ito, K., Mitani, Y., Tanaka, Y., Sugahara, T., Naka, Y., 2016: Use of rain gardens for stormwater management in urban design and planning (online) [cit.2022.01.08], dostupné z <<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s11355-016-0309-3.pdf>>.

Jaber, F., Woodson, D., LaChance, C., York, C., 2013: Stormwater Management: Rain Gardens (online) [cit.2022.01.08], dostupné z <https://www.glo.texas.gov/coastal-grants/_documents/grant-project/11-009-final-rpt.pdf>.

Jiang, S. C., Lim, K., Huang, X., McCarthy, D., Hamilton, A. J., 2015: Human and environmental health risks and benefits associated with use of urban stormwater (online) [cit.2022.01.26], dostupné z <<https://wires.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/wat2.1107>>.

Kats, G., 2003: The Costs and Financial Benefits of Green Buildings: A report to California's Sustainable Building Task Force (online) [cit.2021.11.05], dostupné z <https://www.academia.edu/5217491/The_Costs_and_Financial_Benefits_of_Green_Buildings_A_Report_to_Californias_Sustainable_Building_Task_Force>.

Kats, G., Braman, J., James, M., 2009: Greening Our Built World: Costs, Benefits, and Strategies (online) [cit.2021.11.05], dostupné z <<https://ebookcentral-proquest-com.infozdroje.czu.cz/lib/czup/detail.action?docID=3317565&query=green+building+benefits>>.

Khan, J. S., Zakaria, R., Shamsudin, S. M., Abidin, N. I. A., Sahamir, S. R., Abbas, D. N., Aminudin, E., 2019: Evolution to Emergence of Green Buildings (online)

- [cit.2021.10.30], dostupné z
<https://www.researchgate.net/publication/330315309_Evolution_to_Emergence_of_Green_Buildings_A_Review>.
- Kibert, C. J., 2004: Green Buildings: An Overview of Progress (online) [cit.2021.10.29], dostupné z
<https://www.jstor.org/stable/42842851?seq=8#metadata_info_tab_contents>.
- Lau, J. T., Mah, D., 2018: Green wall for retention of stormwater (online) [cit.2022.02.19], dostupné z
<https://www.researchgate.net/publication/322921333_Green_wall_for_retention_of_stormwater>.
- Liao, K., Deng, S., Tan, P. Y., 2017: Blue-Green Infrastructure: New Frontier for Sustainable Urban Stormwater Management (online) [cit.2022.02.06], dostupné z
<https://www.researchgate.net/publication/315852828_Blue-Green_Infrastructure_New_Frontier_for_Sustainable_Urban_Stormwater_Management>.
- Liu, I., Guo, X., Hu, F., 2014: Cost-benefit analysis on green building energy efficiency technology application: A case in China (online) [cit.2021.11.07], dostupné z
<<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378778814005428>>.
- Manso, M., Castro-Gomes, J., 2015: Green wall systems: A review of their characteristics (online) [cit.2022.02.19], dostupné z
<<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032114006637>>.
- Nagase, A., Dunnett, N., 2012: Amount of water runoff from different vegetation types on extensive green roofs: Effects of plant species, diversity and plant structure (online) [cit.2022.02.05], dostupné z
<<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169204611003239>>.
- Naja, G. M., Volesky, B., 2011: Constructed Wetlands for Water Treatment (online) [cit.2022.02.06], dostupné z
<<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780444640468003621?via%3Dihub>>.

Nietscheová, J., 2020: Problematika nakládání se srážkovými vodami (online) [cit.2022.01.24], dostupné z <<https://vodnihospodarstvi.cz/problematika-nakladani-se-srazkovymi-vodami/>>.

Novak, C. A., Giesen, E. V., DeBusk, K. M., 2014: Designing Rainwater Harvesting Systems: Integrating Rainwater into Building Systems (online) [cit.2021.12.03], dostupné z <<https://ebookcentral-proquest-com.infozdroje.czu.cz/lib/czup/reader.action?docID=1650821&ppg=17>>.

Ott, K., Döring, R., 2006: Grundlinien einer Theorie starker Nachhaltigkeit (online) [cit.2021.11.14], dostupné z <<https://ebookcentral.proquest.com/lib/czup/detail.action?docID=1075570>>.

Paul, M. J., Meyer, J. L., 2001: Streams in the urban landscape (online) [cit.2021.12.03], dostupné z <[https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/koncepcni_dokumenty/\\$FILE/OOV-studie_HDV-20191220.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/koncepcni_dokumenty/$FILE/OOV-studie_HDV-20191220.pdf)>.

Perini, K., Sabbion, P., 2017: Urban Sustainability and River Restoration: Green and Blue Infrastructure (online) [cit.2021.12.27], dostupné z <<https://ebookcentral.proquest.com/lib/czup/reader.action?docID=4771481&ppg=19>>.

Plotěný, K., 2019: Využití srážkových vod – současný stav a trendy (online) [cit.2022.01.30], dostupné z <<https://www.asio.cz/cz/998.vyuziti-srazkovych-vod-soucasny-stav-a-trendy>>.

Sample, D. J., Liu, J., 2014: Optimizing rainwater harvesting systems for the dual purposes of water supply and runoff capture (online) [cit.2022.01.30], dostupné z <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652614003084?via=ihub>>.

Shafique, M., Kim, R., Rafiq, M., 2018: Green roof benefits, opportunities and challenges – A review (online) [cit.2022.02.05], dostupné z <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S136403211830217X>>.

Schuetze, T., 2013: Rainwater harvesting and management – policy and regulations in Germany (online) [cit.2022.01.26], dostupné z <<https://ebookcentral-proquest-com.infozdroje.czu.cz/lib/czup/reader.action?docID=3425866&ppg=6#>>.

Silva, M. M., 2019: Public Spaces for Water: A Design Notebook (online) [cit.2022.01.16], dostupné z <<https://ebookcentral.proquest.com/lib/czup/reader.action?docID=5988966>>.

Slavíková, L., Macháč, J., 2021: Proč a jak české domácnosti (ne)hospodaří se srážkovou vodou? (online) [cit.2022.01.31], dostupné z <http://www.ieep.cz/wp-content/uploads/2021/04/Zprava_pro_klicove_aktery_c_2_Destovka_domacnosti.pdf>.

Speak, A. F., Rothwell, J. J., Lindley, S. J., Smith, C. L., 2012: Urban particulate pollution reduction by four species of green roof vegetation in a UK city (online) [cit.2022.02.05], dostupné z <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231012007157>>.

Stránský, D., Kabelková, I., Vítek, J., Suchánek M., 2008: Koncepce hospodaření s dešťovou vodou v ČR současný stav (online) [cit.2021.12.03], dostupné z <<http://www.jvprojektvh.cz/publikacni-cinnost/?id=637>>.

Stránský, D., Hora, D., Kabelková, I., Salzmann, K., Suchánek, M., Vacková, M., Vítek, J., 2021: Analýza dokumentů pro koncepční hospodaření se srážkovou vodou v obcích (online) [cit.2021.12.07], dostupné z <[https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/prioritni_osa_6_seznam_projektu/\\$FILE/ofeu-analyza_srazkove_vody-20210329.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/prioritni_osa_6_seznam_projektu/$FILE/ofeu-analyza_srazkove_vody-20210329.pdf)>.

Strong, D., Burrows, V., 2006: A Whole-System Approach to High-Performance Green Buildings (online) [cit.2021.11.09], dostupné z <<https://ebookcentral.proquest.com/lib/czup/reader.action?docID=4845598&ppg=18>>.

Struk-Sokolowska, J., Gwoździejgwoździej-Mazur, J., Jadwiszczak, P., Butarewicz, A., Ofman, P., Wdowikowski, M., Kazmierczak, B., 2020: The Quality of Stored Rainwater for Washing Purposes (online) [cit.2022.01.28], dostupné z <https://www.researchgate.net/publication/338624116_The_Quality_of_Stored_Rain_water_for_Washing_Purposes>.

Tabb, P. J., Deviren, A. S., 2014: The Greening of Architecture: A Critical History and Survey of Contemporary Sustainable Architecture and Urban Design (online) [cit.2021.10.29], dostupné z <<https://ebookcentral.proquest.com/lib/czup/detail.action?docID=1570485#>>.

Tan, P. Y., Jim, C. Y., 2017: Greening Cities (online) [cit.2021.12.27], dostupné z <<https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-10-4113-6>>.

Vargas-Parra, M. V., Rovira-Val, M. R., Gabarrell, X., Villalba, G., 2019: Rainwater harvesting systems reduce detergent use (online) [cit.2022.01.30], dostupné z <<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s11367-018-1535-8.pdf>>.

Vijayaraghavan, K., 2016: Green roofs: A critical review on the role of components, benefits, limitations and trends (online) [cit.2022.02.05], dostupné z <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032115015026>>.

Vonka, M., Lupíšek, A., Hájek, P., Žďára, V., 2010: SBToolCZ – Complex Assessment Methodology of Buildings Performance for Czech Republic (online) [cit.2021.11.22], dostupné z <https://www.researchgate.net/profile/Antonin-Lupisek/publication/263209503_SBToolCZ_-_complex_assessment_methodology_of_buildings_performance_for_Czech_Republic/links/545bcbd20cf249070a7a7f55/SBToolCZ-complex-assessment-methodology-of-buildings-performance-for-Czech-Republic.pdf>.

Vonka, M., Hájek, P., Havlík, F., Hodková, J., Lupíšek, A., Mančík, Š., Pavlů, T., Pečman, J., Schorsch, P., Tencar, J., Volf, M., Vychytil, J., 2011: Metodika SBToolCZ: Manuál hodnocení administrativních budov ve fázi návrhu (online) [cit.2021.11.20], dostupné z <https://www.sbtool.cz/upload/metodiky/SBtoolCZ_ADM_2011.PDF>.

Voskamp, I. M., Van de Ven, F. H. M., 2015: Planning support system for climate adaption: Composing effective sets of blue-green measures to reduce urban vulnerability to extreme weather events (online) [cit.2021.12.20], dostupné z <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S036013231400242X>>.

Yudelson, J., 2007: Green Building A to Z: Understanding the Language of Green Building (online) [cit.2021.10.25], dostupné z <<https://ebookcentral-proquest-com.infozdroje.czu.cz/lib/czup/detail.action?docID=316354>>.

Yudelson, J., Fedrizzi, S. R., 2007: The Green Building Revolution (online) [cit.2021.10.30], dostupné z <<https://ebookcentral.proquest.com/lib/czup/reader.action?docID=3317640&ppg=26>>.

14.2 Legislativní zdroje

Vyhláška č. 501/2006 Sb., o obecných požadavcích na využívání území, v platném znění.

Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách, v platném znění.

Zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů, v platném znění.

14.3 Internetové zdroje

AGRO-PARTNER, ©2022: O nás (online) [cit.2022.02.12], dostupné z <<https://www.agropartner.cz/o-nas>>.

ARCHITECTURE 2030, Why the Building Sector? (online) [cit.2021.10.30], dostupné z <<https://architecture2030.org/why-the-building-sector/>>.

ASIAN DEVELOPMENT BANK, 2016: Nature-Based Solutions for Building Resilience in Towns and Cities: Case Studies from the Greater Mekong Subregion (online) [cit.2022.01.23], dostupné z <<https://ebookcentral-proquest-com.infozdroje.czu.cz/lib/czup/reader.action?docID=4813358&ppg=4>>.

ASOCIACE PRO VODU ČR, ©2019: Studie hospodaření se srážkovými vodami v urbanizovaných územích (online) [cit.2021.12.03], dostupné z <[https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/koncepcni_dokumenty/\\$FILE/OOV-studie_HDV-20191220.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/koncepcni_dokumenty/$FILE/OOV-studie_HDV-20191220.pdf)>

BRE, ©2021: All about BREEAM (online) [cit.2021.11.15], dostupné z <<https://www.bregroup.com/buzz/all-about-breeam/>>.

BREEAM, ©2021a: Certified BREEAM Assessment (online) [cit.2021.11.18], dostupné z <<https://tools.breeam.com/projects/explore/buildingdetails.jsp?id=49768253&from=0§ionid=0&projectType=&rating=&countryID=38&client=&description=&certBody=&certNo=&developer=&location=&buildingName=Futurama+&assessor=&subschemeid=0&Submit=Search&rpp=20>>.

BREEAM, ©2021b: How BREEAM Certification Works (online) [cit.2021.11.15], dostupné z <<https://www.breeam.com/discover/how-breeam-certification-works/>>.

BREEAM, ©2021c: Environmental Section Weightings (online) [cit.2021.11.15], dostupné z <https://www.breeam.com/BREEAM2011SchemeDocument/Content/03_ScoringRating/environmental_section_weightings.htm>.

BREEAM, ©2021d: Scoring and Rating BREEAM Assessed Buildings (online) [cit.2021.11.15], dostupné z <https://www.breeam.com/BREEAM2011SchemeDocument/Content/03_ScoringRating/scoring.htm>.

BREEAM, ©2021e: Technical Standards (online) [cit.2021.11.18], dostupné z <<https://www.breeam.com/discover/technical-standards/>>.

BREEAM, ©2021f: How to get a BREEAM Rating (online) [cit.2021.11.15], dostupné z <<https://www.breeam.com/discover/how-breeam-certification-works/>>.

CANADA MORTGAGE AND HOUSING CORPORATION, ©2013: Collecting and Using Rainwater at Home: A Guide for Homeowners (online) [cit.2022.01.28], dostupné z <https://publications.gc.ca/collections/collection_2014/schl-cmhc/NH15-474-2013-eng.pdf>.

CENTRUM PASIVNÍHO DOMU, ©2021: Modrozelená infrastruktura jako součást unikátního projektu Chytré Líchy (online) [cit.2022.03.18], dostupné z <<https://www.pasivnidomy.cz/modrozelená-infrastruktura-jako-součást-unikatního-projektu-chytré-lichy/t4848>>.

ČESKÁ RADA PRO ŠETRNÉ BUDOVY, ©2020: Ekonomika a přínosy zelených střech: Příručka pro investory, architekty a projektanty, představující efektivitu zelených střech (online) [cit.2022.02.05], dostupné z <<https://www.czgbc.org/files/2021/01/91b65a0bf6725d54354f59daa9f46f0b.pdf>>.

ČESKÁ RADA PRO ŠETRNÉ BUDOVY, ©2021a: O České radě pro šetrné budovy (online) [cit.2021.11.19], dostupné z <<https://www.czgbc.org/cs/o-nas>>.

ČESKÁ RADA PRO ŠETRNÉ BUDOVY, ©2021b: Šetrné budovy a komplexní certifikační systémy (online) [cit.2021.11.19], dostupné z <<https://www.czgbc.org/files/2021/01/738fb89879d9a56abcc3fb11ed7acce7.pdf>>.

ČEVAK, ©2022: Aktuální ceník (online) [cit.2022.03.02], dostupné z <<https://www.cevak.cz/qf/cs/ramjet/moje-obec/cenik-vodne-stocne?localPartId=151807>>.

ČHMÚ, ©2021: Dlouhodobý roční srážkový normál 1991/2020 pro lokalitu Soběslav (online) [cit.2022.03.02], dostupné z <https://www.cevak.cz/documents/verejne/sobeslav_553131/kanalizacni_rad/Sob%C4%9Bslav%20-%20Dlouhodob%C3%BD%20ro%C4%8Dn%C3%AD%20sr%C3%A1%20norm%C3%A1l.pdf>.

ENERGIE AG KOLÍN, ©2021: Změna dlouhodobého srážkového normálu (online) [cit.2022.03.02], dostupné z <<https://www.energiekolin.cz/cs/novinky/zmena-dlouhodobeho-srazkoveho-normalu-10445>>.

ENGINEERING, AND MEDICINE NATIONAL ACADEMIES OF SCIENCES, Division on Earth and Life Studies, Water Science and Technology Board, and Costs, and Benefits Committee on the Beneficial Use of Graywater and Stormwater: An Assessment of Risks, ©2016: Using Graywater and Stormwater to Enhance Local Water Supplies: An Assessment of Risks, Costs, and Benefits (online) [cit.2022.01.26], dostupné z <<https://ebookcentral-proquest-com.infozdroje.czu.cz/lib/czup/reader.action?docID=4591889&ppg=1#>>.

ENVIC, ©2019: Zeleno-modrá infrastruktura: Výchozí stav, význam, inspirace (online) [cit.2022.02.19], dostupné z <https://zp.kraj-jihocesky.cz/_files/f615/files/vzdelavani/envic-a-kzp-rmp-publikace-zeleno-modra-infrastruktura.pdf>.

EVIWEB, ©2021: Jak na sucho ve městech? Dešťová voda se musí vrátit do přirozeného koloběhu (online) [cit.2022.03.15], dostupné z <<https://www.enviweb.cz/119514>>.

GOVERNMENT OF SOUTH AUSTRALIA, ©2010: Water Sensitive Urban Design: Technical Manual for the Greater Adelaide Region (online) [cit.2022.02.05], dostupné z <https://www.sa.gov.au/__data/assets/pdf_file/0011/11540/WSUD_chapter_6.pdf>.

GREEN BUILDING COUNCIL AUSTRALIA, ©2006: The Dollars and Sense of Green Buildings: Building the Business Case for Green Commercial Buildings in Australia (online) [cit.2021.11.05], dostupné z <<https://www.gbca.org.au/uploads/234/1002/Dollars%20and%20Sense%20of%20Green%20Buildings%202006.pdf>>.

IOWA DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES, ©1999: Iowa Stormwater Management Manual (online) [cit.2022.01.08], dostupné z <<https://ebookcentral.proquest.com/lib/czup/reader.action?docID=4771481&ppg=84>>.

RIS, ©2022: Soběslav - okres Tábor (online) [cit.2022.03.02], dostupné z <<https://www.risy.cz/cs/vyhledavace/obce/553131-sobeslav>>.

JV PROJEKT VH, ©2018: Hospodaření se srážkovými vodami – Cesta k modrozelené infrastruktuře (online) [cit.2022.02.05], dostupné z <https://www.olomouc.eu/administrace/repository/gallery/articles/23_/23422/hdv_cesta_k_mzi.cs.pdf>.

MŽP ČR, ©2015: Možnosti řešení vsaku dešťových vod v urbanizovaných územích v ČR (online) [cit.2022.02.05], dostupné z <http://www.povis.cz/mzp/132/vsak_destovych_vod.pdf>.

MŽP ČR, ©2020: Odborníci i politici stvrdili nová opatření pro boj se suchem, klíčové je zadržovat vodu – v nádržích, půdě i v urbanizovaném prostředí (online) [cit.2022.01.24], dostupné z <https://www.mzp.cz/cz/news_20200512-odbornici-i-politici-stvrdili-nova-opatreni-pro-boj-se-suchem-klicove-je-zadrzovat-vodu>.

NATURAL RESOURCES CONSERVATION SERVICE ©2005: Bioswales (online) [cit.2022.01.23], dostupné z <https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs144p2_029251.pdf>.

NÁRODNÍ PROGRAM ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ ČR, ©2022: Výzva č. 10/2021: Hospodaření s vodou v obcích (online) [cit.2022.01.24], dostupné z <<https://www.narodniprogramzp.cz/nabidka-dotaci/detail-vyzvy/?id=100>>.

NOVÁ ZELENÁ ÚSPORÁM ©2022a: O programu (online) [cit.2022.01.24], dostupné z <<https://novazelenausporam.cz/zakladni-informace/>>.

NOVÁ ZELENÁ ÚSPORÁM ©2022b: Dešťovka – dešťová a odpadní voda (online) [cit.2022.01.24], dostupné z <<https://novazelenausporam.cz/rodinne-domy/>>.

OPERAČNÍ PROGRAM ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ, ©2022a: Základní informace (online) [cit.2022.01.24], dostupné z <<https://www.opzp.cz/zakladni-informace/>>.

OPERAČNÍ PROGRAM ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ, ©2022b: 159. výzva (online) [cit.2022.01.24], dostupné z <<https://www.opzp.cz/nabidka-dotaci/detail-vyzvy/?id=171>>.

PRAŽSKÉ VODOVODY A KANALIZACE, ©2021: Spotřeba vody (online) [cit.2022.01.28], dostupné z <<https://www.pvk.cz/vse-o-vode/pitna-voda/spotreba-vody/>>.

PRIORITA, ©2019: Stránský: propojením srážek a zeleně získá město klimatizaci (online) [cit.2022.03.18], dostupné z <<https://www.priorita.cz/rozhovory/stransky-propojenim-srazkove-vody-a-zelene-ziska-mesto-levnou-klimatizaci/>>.

SBTOOLCZ, ©2021a: O SBToolCZ (online) [cit.2021.11.20], dostupné z <<https://www.sbtool.cz/o-sbtoolcz/>>.

SBTOOLCZ, ©2021b: Metodika SBToolCZ (online) [cit.2021.11.20], dostupné z <<https://www.sbtool.cz/ometodice/>>.

SBTOOLCZ, ©2021c: Proces a orientační ceny hodnocení (online) [cit.2021.11.23], dostupné z <<https://www.sbtool.cz/ometodice/>>.

STÁTNÍ FOND ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ ČR, ©2021: Dešťovka (online) [cit.2022.01.24], dostupné z <<https://www.sfzp.cz/dotace-a-pujcky/destovka/>>.

UNITED NATIONS DIGITAL LIBRARY, ©1987: Report of the World Commission on Environment and Development (online) [cit.2021.10.25], dostupné z <<https://digitallibrary.un.org/record/139811>>.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, The Federal Commitment to Green Building: Experiences and Expectations (online) [cit.2021.10.28], dostupné z <https://archive.epa.gov/greenbuilding/web/pdf/fedcomm_greenbuild.pdf>.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, ©1999: Storm Water Technology Fact Sheet: Vegetated Swales (online) [cit.2022.01.08], dostupné z <<https://ebookcentral.proquest.com/lib/czup/detail.action?docID=4771481>>.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, ©2016: Definition of Green Building (online) [cit.2021.10.29], dostupné z <<https://archive.epa.gov/greenbuilding/web/html/about.html>>.

UNIVERSITY OF FLORIDA, 2008: Florida field guide to low impact development (online) [cit.2022.01.23], dostupné z <http://buildgreen.ufl.edu/Fact_sheet_bioswales_Vegetated_Swales.pdf>.

U.S. GREEN BUILDING COUNCIL, ©2021a: Why LEED (online) [cit.2021.11.18], dostupné z <<https://www.usgbc.org/leed/why-leed>>.

U.S. GREEN BUILDING COUNCIL, ©2021b: A LEED for Every Project (online) [cit.2021.11.18], dostupné z <<https://www.usgbc.org/leed>>.

U.S. GREEN BUILDING COUNCIL, ©2021c: LEED Projects (online) [cit.2021.11.18], dostupné z <<https://www.usgbc.org/projects/csob-headquarters?view=overview>>.

U.S. GREEN BUILDING COUNCIL, ©2021d: LEED Categories and Credits (online) [cit.2021.11.18], dostupné z <<https://www.usgbc.org/leed-tools/scorecard>>.

U.S. GREEN BUILDING COUNCIL, ©2021e: How does LEED Work (online) [cit.2021.11.18], dostupné z <<https://www.usgbc.org/leed>>.

U.S. GREEN BUILDING COUNCIL, ©2021f: Guide to LEED Certification (online) [cit.2021.11.18], dostupné z <<https://www.usgbc.org/cert-guide>>.

WORLD GREEN BUILDING COUNCIL, ©2016: What Is Green Building? (online) [cit.2021.10.25], dostupné z <<https://www.worldgbc.org/what-green-building>>.

14.4 Ostatní zdroje

DEKONTA, ©2020: Dokumentace pro provedení stavby - Novostavba areálu firmy AGRO-partner s.r.o.: Technická dokumentace vodního hospodářství – textová část, 17 s. „nepublikováno“. Dep.: DEKONTA.

CHEMIE STAR, ©2020: Technická zpráva – myčka zemědělských prostředků AGRO-partner Soběslav, 7 s., „nepublikováno“. Dep.: CHEMIE STAR.

Macháč, J., Dubová, L., Hekrlé, M., Louda, J., 2019: Metodika pro ekonomické hodnocení zelené a modré infrastruktury v lidských sídlech (online) [cit.2022.03.05], dostupné z <https://www.researchgate.net/publication/335444689_Metodika_pro_ekonomicke_hodnoceni_zelene_a_modre_infrastruktury_v_lidskych_sidlech>.

PROKON ATELIER, ©2020a: Realizační projektová dokumentace – Novostavba areálu firmy AGRO-partner s.r.o.: Průvodní zpráva, 9 s. „nepublikováno“. Dep.: PROKON ATELIER Příbram.

PROKON ATELIER, ©2020b: Realizační projektová dokumentace – Novostavba areálu firmy AGRO-partner s.r.o.: Souhrnná technická zpráva, 15 s. „nepublikováno“. Dep.: PROKON ATELIER Příbram.

15. Seznam obrázků

Obr. 1: Prognóza globálního vývoje emisí CO₂ s využitím udržitelných technologií a bez využití udržitelných technologií (Ebert a kol., 2013).

Obr. 2: Ekonomické výhody zelených budov (GREEN BUILDING COUNCIL AUSTRALIA, 2006, upraveno).

Obr. 3: Přehled strategií udržitelnosti v zelených budovách posuzovaných v rámci případové studie (Balaban a Oliveira, 2016).

Obr. 4: Výsledky případové studie (Balaban a Oliveira, 2016).

Obr. 5: Vývoj environmentálních certifikačních systémů ve světě (Strong a Burrows, 2016).

Obr. 6: Hodnocení BREEAM (BREEAM, 2021).

Obr. 7: Hodnocení LEED (U.S. GREEN BUILDING COUNCIL, 2021).

Obr. 8: Hodnocení SBToolCZ (SBToolCZ, 2021).

Obr. 9: Vývoj certifikovaných budov v České republice (ČESKÁ RADA PRO ŠETRNÉ BUDOVI, 2019).

Obr. 10: Typický systém hospodaření se srážkovou vodou (Sample a Liu, 2014).

Obr. 11: Vztah srážkových situací, vhodných nástrojů hospodaření se srážkovými vodami a přínosů (Stránský a kol., 2021, upraveno).

Obr. 12: Průřez typické dešťové zahrady (Jaber a kol., 2013).

Obr. 13: Typické složení zelené střechy (Shafique a kol., 2018, upraveno).

Obr. 14: Dělení zelených střech a jejich hlavní znaky (Berardi a kol., 2014).

Obr. 15: Rozložení průměrné spotřeby pitné vody na osobu za den v Praze v roce 2020 (Pražské vodovody a kanalizace, 2021, upraveno).

Obr. 16: Přibližné umístění plánovaného areálu v Soběslavi (Mapy.cz, 2022, upraveno).

Obr. 17: Vizualizace průmyslového areálu AGRO-partner s.r.o. (FRÁNEK ARCHITECTS, 2020).

Obr. 18: Rozdělení jednotlivých ploch ve zkoumaném areálu - výměra a roční úhrn srážek (Wagnerová, 2022).

Obr. 19: Dešťové vody z hlediska jejich následného uplatnění (Wagnerová, 2022).

Obr. 20: Spotřeba čerstvé vody z vodovodního řadu na mytí zemědělských prostředků (CHEMIE STAR, 2020).

Obr. 21: Celková průměrná roční spotřeba vody v myčce traktorů a kombajnů (Wagnerová, 2022).

Obr. 22: Spotřeba vody v myčce traktorů a kombajnů (Wagnerová, 2022).

Obr. 23: Množství vod vyčištěných a vypouštěných z čistírny odpadních vod (CHEMIE STAR, 2020, upraveno).

Obr. 24: Investiční a provozní náklady prvků modrozelené infrastruktury (Macháč a kol., 2019, upraveno).

Obr. 25: Pro a proti zelených budov (Wagnerová, 2022).

Obr. 26: Přehled jednotlivých environmentálních kritérií certifikačního systému SBToolCZ (Vonka a kol., 2011).

16. Přílohy

