

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra zahradní a krajinné architektury



**Česká zemědělská
univerzita v Praze**

**Navržení opatření pro zadržení vody v zahradě
Bakalářská práce**

**Autor práce
Lukáš Kuchařík**

**Obor studia
Zahradní a krajinařské úpravy**

**Vedoucí práce
Mgr. Eva Jakubcová**

© 2021 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Navržení opatření pro zadržení vody v zahradě" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 21.4.2021

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval Mgr. Evě Jakubcové za odborné vedení, cenné rady a podporu při psaní této práce.

Navržení opatření pro zadržení vody v zahradě

Souhrn

Tématem této práce bylo přiblížit problematiku spojenou s odvodněním urbanizovaného území. Seznámit čtenáře s novými možnostmi využití dešťové vody v místě jejího dopadu. Vytýčení platné legislativy okolo zadržování vody v krajině. Dále tato práce popisuje jednotlivé způsoby, jak lze vodu v krajině a hlavně v urbanizovaném území zadržet. Praktická část této práce se zabývala konkrétním pozemkem, který se nachází v Panenském Týnci. Jedná se o restauraci s přílehlými pozemky. Byla zde navržena úprava zpevněných ploch na propustné či polopropustné plochy. Dále bylo navrženo vsakovací zařízení na dešťovou vodu dle platné legislativy. Jako poslední možnost, jak využít dešťovou vodu v areálu, byla navržena retenční nádrž na dešťovou vodu pro zalévání místní zahrady.

Klíčová slova: dešťová voda, odpadní voda, retence vody, vsakování vody, hospodaření s vodou

Designing measures to retain water in the garden

Summary

The topic of this work was to approach the issues associated with the drainage of urban areas. To acquaint the reader with new possibilities of using rainwater in the place of its impact. Delineation of valid legislation around water retention in the landscape. Furthermore, this work describes the various ways in which water can be retained in the landscape, and especially in urban areas. The practical part of this work dealt with a specific plot of land located in Panenský Týnec. It is a restaurant with adjacent land. The modification of paved surfaces into permeable or semi-permeable surfaces was proposed here. Furthermore, a seepage device for rainwater was designed according to the valid legislation. As a last resort to use rainwater in the area, a rainwater retention tank was designed to water the local garden.

Keywords: rainwater, wastewater, water retention, water infiltration, water management

Obsah:

Katedra zahradní a krajinné architektury.....	1
Úvod.....	8
Cíl práce.....	9
Literární řešerše.....	10
1.1 Srážková voda.....	10
1.2 Zdroj vody pro ČR.....	10
1.3 Urbanizované území a voda.....	10
1.4 Přirozeně propustné plochy a voda.....	11
1.5 Odvodnění urbanizovaného území.....	12
1.5.1 Vznik centrální kanalizace.....	12
1.5.2 Konvenční odvodnění.....	12
1.5.3 Decentrální hospodaření s dešťovou vodou.....	12
1.6 Využití HDV ve světě.....	13
1.6.1 Německo.....	13
1.6.2 Austrálie.....	14
1.7 HDV v technických předpisech.....	14
1.7.1 Politika územního rozvoje ČR 2008.....	14
1.8 HDV v platné legislativě ČR.....	15
1.8.1 Zákon č. 254/2001 Vodní zákon.....	15
1.8.2 Vyhláška č. 501/2006.....	16
1.8.3 Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby.....	16
1.8.4 Zákon č. 274/2001.....	16
1.9 HDV v technických předpisech.....	17
1.9.1 ČSN 75 9010 Vsakovací zařízení srážkových vod.....	17
1.9.2 TNV 75 9011 – Hospodaření se srážkovými vodami.....	18
1.10 Prvky pro zadržení dešťové vody v místě dopadu.....	19
1.10.1 Vsakování vody.....	19
1.10.2 Povrchové vsakování.....	20
1.10.3 Podzemní vsakování.....	24
1.10.4 Střešní zahrady.....	27
1.10.5 Akumulace dešťové vody v nádrži pro pozdější využití.....	29
1.10.6 Zpevněné plochy.....	30
1.10.7 Vegetace v urbanizovaném prostředí.....	33

Metodika	34
1.11 Zájmové území	34
1.12 Vstupní data.....	34
1.13 Úprava povrchů.....	36
1.14 Nádrž na dešťovou vodu.....	36
1.15 Návrh vsakovacího objektu pro přilehlé plochy	36
Výsledky.....	40
1.16 Vsakovací objekt	40
Rozpočet vsakovacího zařízení.....	42
Rozpočet na úpravu povrchů	42
1.17 Nádrž na dešťovou vodu.....	43
Rozpočet na akumulární nádrž vody	43
Diskuse	44
Závěr	46
Literatura.....	47
Seznam obrázků	51
Seznam tabulek	52
Samostatné přílohy	I
Seznam příloh.....	XI

Úvod

Již několik let je v České republice důležitým tématem sucho, které je způsobeno nedostatkem dešťových srážek a jejím nedostatečným zadržováním v krajině. Naše území je závislé hlavně na srážkové vodě, proto je důležité se touto problematikou zabývat a co nejúčinněji tuto vodu v krajině zadržovat.

Nejvýrazněji změny klimatu můžeme pocítit v urbanizovaném prostředí, kde je velké množství nepropustných ploch. Dešťová voda se zde nezasákne a je odváděna kanalizacemi do místních toků. Díky tomu je v takovémto prostředí snížený odpar vody a nedochází k ochlazení tohoto mikroklimatu. Při vydatných atmosférických srážkách vzniká velký objem povrchového odtoku, který může přetížit stokový systém a může dojít až k výtoku do okolního prostoru přes uliční vpusti a revizní šachty. Nedochází pouze k lokálním povodním, ale také se výrazně snižuje dotace podzemních vod a tím dochází k jejich snižování. Tento problém nejvíce pocítujeme v suchých částech roku, kdy nastávají problémy s dodávkou vody pro obyvatelstvo (Vítek et al. 2015)

Zvyšováním počtu lidí ve městech, neustálým zastavováním nových území a z části klimatickými změnami dochází v zemích s vysokou hustotou osídlení k tomu, že přibývá dešťové vody, která odtéká z území stále více po jeho povrchu. To znamená jinak, než tomu bylo před jeho zastavěním. Povrchovým odtokem je míněn i odtok kanalizacemi, protože to, že neteče voda po ulicích, nemění princip odvodnění. Ten spočívá v tom, že voda je nejkratší cestou svedena do vodotečí, aniž by ji něco zpomalovalo. V současných městech po povrchu odteče 55 % srážek a 15 % z nich se vsákne do země, v území s přirozeným zemským povrchem se vsákne 50 % deště a 10 % odteče po povrchu. Tato čísla vyjadřují důsledek urbanizace. (Ministerstva pro místní rozvoj 2019)

Nový pohled na srážkovou vodu přináší hospodaření se srážkovou vodou. HDV má za účel odvodnění urbanizovaného území co nejlépe napodobit přirozené hydrologické procesy v přírodě. Využívá decentrálních objektů, které srážkovou vodu zadržují a vsáknou do půdního profilu v místě dopadu na zemský povrch. V již stávající zástavbě se snažíme alespoň o přiblížení se přirozenému odtoku vody. Odtok srážkové vody již neřešíme primárně jen na veřejném prostoru, jak tomu bylo u konvenčního způsobu odvodnění, ale také na jednotlivých soukromých pozemcích. (Vítek et al. 2015)

Tato alternativní řešení pro sběr dešťové vody zahrnující technologie jako jsou zelené střechy, umělé mokřady, propustné chodníky a infiltrační příkopy. Jsou považována za vhodnější pro správu dešťové vody v hustě osídlených městech, ještě více v důsledku změny klimatu. Poskytují řadu výhod, jako je doplňování podzemní vody, ochrana před povodněmi. Tato zařízení nemusí sloužit pouze jen pro užitek, ale mohou plnit estetickou funkci. (Soler et al. 2018)

Cíl práce

Cílem této práce bylo přiblížit problematiku okolo nakládání se srážkovými vodami a jejich odtok z urbanizovaných oblastí. Přiblížit konvenční způsob odvádění atmosférických srážek, kterým je většina měst odvodňována a jeho nevýhody. Dále tato práce měla za cíl seznámit čtenáře s novými způsoby hospodaření s dešťovou vodou v urbanizovaném území a přiblížit legislativu, která se danou problematikou zabývá a stanovuje, jak by s dešťovou vodou mělo být nakládáno. V neposlední řadě tato práce měla za cíl navrhnout způsob vhodného řešení dané problematiky na konkrétním zájmovém území podle platné legislativy a možností úprav na daném pozemku.

Literární rešerše

1.1 Srážková voda

Srážková voda je voda z atmosférických srážek, které jsou odváděny z povrchu terénu nebo stavby, tento charakter neztrácejí, protékají-li přechodně zakrytými úseky, přirozenými dutinami pod zemským povrchem nebo v nadzemních vedeních. (Ministerstva pro místní rozvoj 2019)

1.2 Zdroj vody pro ČR

Jediným zdrojem vody pro střední Evropu jsou dešťové srážky. Česká republika se nachází na pomezí tří úhoří. Většina srážkové vody z našeho území odtéče. Rychlost, jakou je srážková voda z krajiny odváděna závisí na tom, přes jaké přírodní poměry protéká. Nejzásadnější činitelé jsou charakter horninového prostředí, morfologie terénu, způsob nakládání s půdou (orná, louky, lesy), podílem zastavěného území, výskytem zpevněných plocha a meliorací. Na oběhu vody se nepodílí voda vypařená, proto je podíl srážek tvořící odtok výrazně rozdílný v teplém a studeném období roku. Délka, po kterou se dešťové srážky podílejí na koloběhu vody, závisí na tom, zda se srážka stane vodou povrchovou, nebo vodou podzemní. Vody povrchové se na jednom cyklu daného koloběhu podílejí v řádech dní až týdnů, u vod podzemních to jsou měsíce až roky. (Novotná et al. 2015a)

1.3 Urbanizované území a voda

Existují přesvědčivé důkazy o tom, že se zemské klima mění v důsledku lidské činnosti, a že se bude v nadcházejícím století i nadále měnit, ať už dojde k dramatickému snížení emisí skleníkových plynů. Některé typy extrémních událostí se mohou stát častějšími, jako jsou vlny veder, sucha a záplavy, ale vzhledem k přirozené variabilitě počasí na Zemi a omezením klimatického modelování je to v současné době méně jisté. Očekává se, že srážky (v létě i v zimě) zvýší odtok z městské a zemědělské půdy. To by zase zvýšilo riziko záplav a eroze půdy s potenciálně nepříznivými dopady na přírodní prostředí i na lidskou populaci. Tyto dopady by také mohly být zesíleny zvýšeným odtokem z intenzifikace měst. (Ciria 2015)

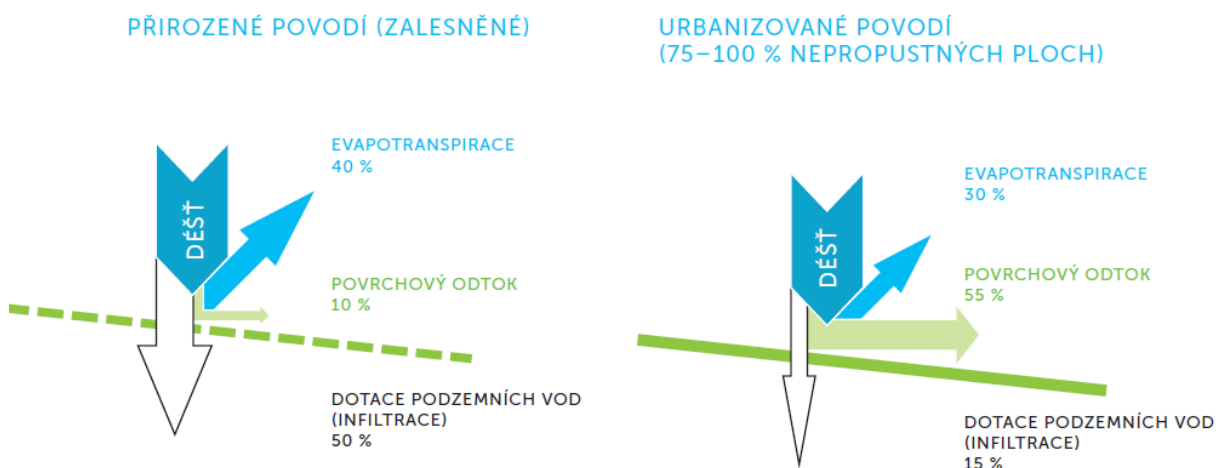
Urbanizovaná území jsou specifická vysokým podílem nepropustných ploch (např. komunikace, střechy budov), které v centrech městských aglomerací dosahuje 70 % i více. Voda dopadající za dešťové situace na povrch povodí nemůže přirozeně infiltrovat do kolektoru podzemních vod. Rovněž úroveň evapotranspirace je oproti přirozeným podmínkám snížena. (Paul et al. 2001) Větší část objemu dešťové vody odtéká po zpevněném povrchu povodí do dešťových vpustí a stokovou sítí je odváděna z urbanizovaných povodí. Kromě zvýšení objemu dochází i k podstatnému urychlení povrchového odtoku a snížení schopnosti transformace kulminačního průtoku. (Stránský 2013)

Důsledkem zvýšeného objemu povrchového odtoku a jeho rychlosti je změna hydrologického režimu vodního toku (Tetzlaff et al. 2005), který se projevuje častějším výskytem lokálních povodní. (Stránský 2013) Na druhé straně se snižuje objem a hladina podzemní vody, což hraje roli zejména v suchých obdobích roku. Rovněž výpar je v urbanizovaných povodích oproti přirozeným podmínkám nižší, což vede ke změně mikroklimatu (nižší vlhkosti vzduchu) a vzniku tzv. tepelných ostrovů. (Novotná et al. 2015a)

Tepelné ostrovy jsou dobře studovaným fenoménem díky němuž mohou městské oblasti zaznamenávat teploty až o několik stupňů vyšší než okolní venkovské oblasti. Výskyt efektu tepelného ostrova byl dokumentován v mnoha velkých městských oblastech po celém světě, což obvykle vede ke 2–4 ° C vyšším teplotám během dne, ale rozdíl teplot může na určitých místech a v určitých časech dosáhnout až 10 ° C, zejména v noci. Některá opatření související s městským plánováním, jako je použití chladných materiálů nebo zvýšení ploch vegetace ve městech, mohou mít důležitý vliv na snížení efektu tepelných ostrovů. (Basagaña 2019)

1.4 Přirozeně propustné plochy a voda

V oblastech s přirozeným vegetačním krytem infiltruje půda až 50 % objemu dešťové vody dopadající na povrch území (z toho přibližně polovina dotuje podzemní vody) a pouze 10 % reprezentuje povrchový odtok. (Slavíková et al. 2007) Obrázek č. 1 zachycuje pro snazší pochopení této problematiky schématické zobrazení rozdílu mezi přirozeně propustnou plochou a plochou zpevněnou.



Obrázek 1 Porovnání odtoku srážkových vod v přirozeném a urbanizovaném území (zdroj: Vítek et al. 2015)

1.5 Odvodnění urbanizovaného území

1.5.1 Vznik centrální kanalizace

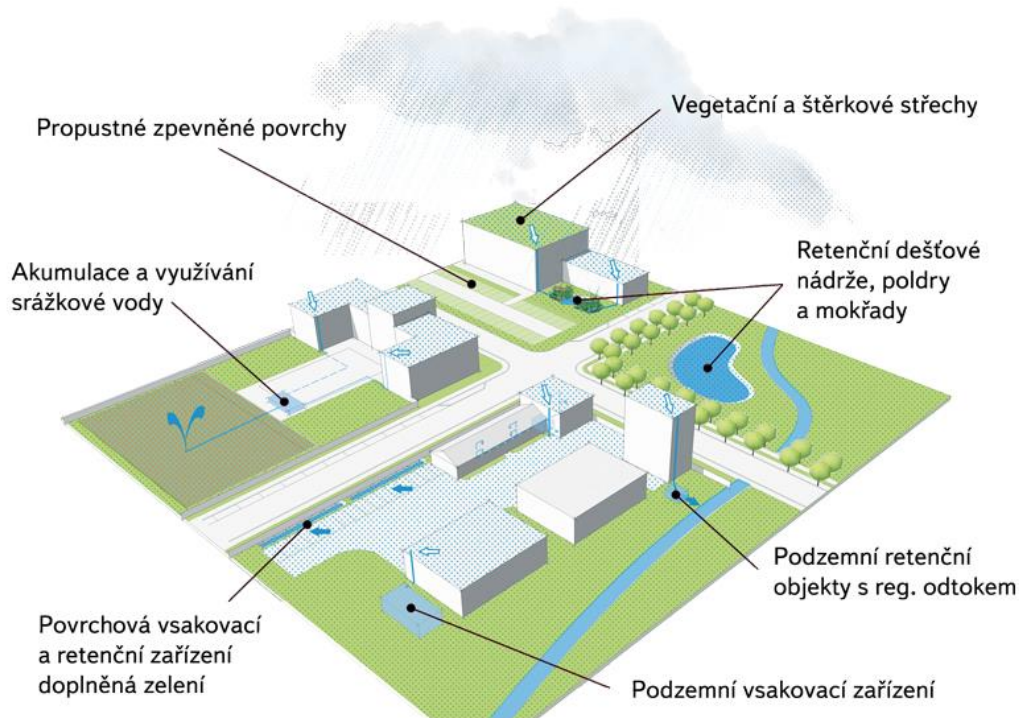
Vznik konvenčního řešení odvodnění měst můžeme datovat do 19. století, kdy se začala rychle rozvíjet městská aglomerace, kterou sužovala řada opakujících se epidemií. Jedna z hlavních příčin těchto epidemií bylo nakládání se splaškovou vodou, která tekla volně po ulicích. Při deštích se splašky mísily se srážkovou vodou a kontaminovali zdroje pitné vody. Nejjednodušším řešením bylo budování prvních stokových sítí. Lze říci, že urbanizace byla příčinou vzniku městského odvodnění. (Vítek et al. 2015)

1.5.2 Konvenční odvodnění

Konvenční odvodňovací systémy jsou navrženy tak, aby co nejrychleji shromažďovaly a přepravovaly odtok vody z městských oblastí prostřednictvím kanalizačních sítí do blízkých vodních toků. Hlavním cílem je řídit objem vody, tak aby se zabránilo záplavám v městských oblastech. Na dešťovou vodu je v urbanizované oblasti pohlíženo jako na nežádoucí prvek, a proto je tedy transportována způsobem „mimo dohled a mimo mysl“. To znamená, že v návrhu konvenčního drenážního systému existuje omezený zájem o problémy s kvalitou vody, a ještě méně o její vhodnost a rekreační hodnoty. (Zhou 2014) Pro správné fungování při přívalových deštích je odvodňovací systém doplněn o dešťové oddělovače, neboli odlehčovací komory. Při přetížení systému může dojít k vytékání splaškové vody přímo do vodního toku. Pro snížení negativních dopadů na vodoteče se do systému osazují retenční nádrže. Jejich výhodou je snížení počtu přepadů. Nevýhodou jsou vysoké pořizovací a provozní náklady. V městském prostředí k tomu můžeme ještě přičíst nedostatek prostoru a cenu pozemků. Konvenční systém odvodnění tak představuje řešení, které lze akceptovat pouze do omezené míry zastavěnosti území. Tím, že systém konvenčního způsobu odvodnění nezohledňuje problematiku srážkových vod v širších souvislostech, nelze ho, měřeno současnými potřebami, vnímat jinak než jako řešení zastaralé a neperspektivní. (Vítek et al. 2015)

1.5.3 Decentrální hospodaření s dešťovou vodou

Tradiční odvodňovací systémy již nejsou schopny zvládnout rostoucí množství odtoku vody, protože byly navrženy na základě určité doby návratnosti a počtu uživatelů. (Griffiths 2017) Moderní způsob odvodnění, ve kterém je zakomponováno hospodaření s dešťovou vodou, je systémem decentrálním. Úkolem je zadržet dešťovou vodu v místě dopadu na zem. K tomu slouží decentrální retenční objekty (obrázek č. 2). Snahou je dešťovou vodu zasakovat do podloží. Pro zasakování vody do podloží musí být příznivé lokální podmínky, zejména vhodná geologie podloží (Vacková 2017).



Obrázek 2 Schéma řešení HDV (zdroj: Vítek 2018)

1.6 Využití HDV ve světě

Přírodě blízká decentrální koncepce odvodnění se v zahraničí prosazuje již od 70. let 20. století. Konkrétní názvy a označení tohoto způsobu odvodnění se liší podle regionu, oboru a původního účelu, v jehož rámci jsou principy, koncepty nebo jednotlivé techniky užívány. V Severní Americe (USA, Kanada) se používají pojmy jako Best Management Practices (BMPs), Low Impact Development (LID) nebo Stormwater Control Measures (SCMs). Ve Velké Británii je tento koncept znám jako Sustainable Urban Drainage Systems (SUDS), zatímco co třeba ve Francii jako Alternative Techniques (ATs). V německy mluvících zemích se přírodě blízká decentrální koncepce odvodnění obecně označuje jako naturnahe Regenwasserbewirtschaftung či dezentrale Regenwasserbewirtschaftung. V případě holistického přístupu k vodě a vodním zdrojům v urbanizovaných územích se také používají pojmy jako Water Sensitive Urban Design (WSUD), Integrated Urban Water Management (IUWM), Green Infrastructure nebo Water Sensitive Cities. U nás se pro tento přístup ustálil název Hospodaření s dešťovými vodami, ve zkratce HDV. (Vítek et al. 2015) Zeměmi, kterými se Česká republika může inspirovat jsou Německo a Švýcarsko. Tyto země mají přírodě blízké nakládání s dešťovou vodou již řadu let pevně zakotvené v legislativě (Novotná et al. 2015a)

1.6.1 Německo

Německo je významným průkopníkem v hospodaření s dešťovou vodou. Město Hamburk začalo poskytovat dotace na zadržování dešťové vody již v roce 1988. V jednotlivých spolkových

zemí Německa je národní zákon o vodních zdrojích, který je využíván jako rámec pro vývoj vodních předpisů. Německé zákony nařizují obyvatelům hospodárně využívat vodu, tak aby chránili dostupné vodní zdroje. (Porter-Bopp et al. 2011)

1.6.2 Austrálie

Austrálie je nejsušším kontinentem na Zemi. Sběr dešťové vody a skladování vody pro období sucha jsou v zemi nesmírně důležité. Opětovné požití vody, stejně jako v systémech šedé vody, je běžné v celé zemi. Australská vláda vyžaduje, aby všechny nově postavené budovy měly zavedeny systémy odvodu dešťové vody a poskytuje mnoho slevových programů pro ty, kteří instalují systémy využívající dešťovou vodu v domácnostech a podnicích. (Fryer 2012)

1.7 HDV v technických předpisech

Téma optimalizace hospodaření s dešťovou vodou v urbanizovaných územích stejně tak, jako ve volné krajině se stává stále aktuálnější a více diskutovaným, a to nejen na odborné a akademické úrovni, ale čím dál více proniká i do politické sféry a stává se významným tématem jak na lokální či státní úrovni, tak i na úrovni mezinárodní. Není tak překvapující, že se v posledním desetiletí tato problematika čím dál častěji zakotvuje v územně plánovacích a strategických dokumentech na všech úrovních a dále v národní a mezinárodní legislativě. (Novotná et al. 2015a)

Pro zajištění kontinuity vývoje a strategických cílů v jednotlivých oblastech působnosti státu jsou prostřednictvím ministerstev vypracovány strategické plány rozvoje. Oblast hospodaření se srážkovými vodami je akcentována zejména Plánem hlavních povodí České republiky (v působnosti Ministerstva zemědělství ČR ve spolupráci s Ministerstvem životního prostředí ČR) a Politikou územního rozvoje České republiky (v působnosti Ministerstva pro místní rozvoj ČR). (Vítek et al. 2015)

1.7.1 Politika územního rozvoje ČR 2008

Strategický dokument na celostátní úrovni je Politika územního rozvoje ČR schválena usnesením vlády v roce 2009. Vzhledem k řešení problematice jsou vymezeny republikové priority územního plánování pro zajištění udržitelného rozvoje území, mezi které patří:

- Vytvoření podmínek pro preventivní ochranu území a obyvatelstva před potenciálními riziky a přírodními katastrofami v území (záplavy, sesuvy půdy, eroze atd.) s cílem minimalizovat rozsah případných škod. Zejména zajistit územní ochranu ploch potřebných pro umístování staveb a opatření na ochranu před povodněmi a pro vymezení území určených k řízeným rozlivům povodní.
- Vytvářet podmínky pro zvýšení přirozené retence srážkových vod v území s ohledem na strukturu osídlení a kulturní krajinu jako alternativy k umělé akumulaci vod.

- V zastavěných územích a zastavitelných plochách vytvářet podmínky pro zadržování, vsakování i využití dešťových vod jako zdroje vody s cílem zmírňování účinků povodní. (Novotná et al. 2015a)

1.8 HDV v platné legislativě ČR

V současné době již existuje v legislativě ČR několik ustanovení o hospodaření se srážkovou vodou. Dosavadní praxe odtoku těchto vod z urbanizovaných území do kanalizace se stává minulostí a u nových staveb bude možná pouze ve výjimečných případech. Pro trvale udržitelný rozvoj nebude akceptovatelné rozvíjet infrastrukturu ve městech a obcích, kde vznikají další nové zpevněné povrchy znemožňující zasakování srážkové vody, bez komplexního programu hospodaření se srážkovou, resp. dešťovou vodou (HDV). Likvidace srážkových vod zasakováním do horninového prostředí je legislativně ošetřena zákonem č. 254/2001 Sb. (vodní zákon) v § 5, odst. 3 (v souladu s další platnou legislativou – stavební zákon). (Novotná et al. 2015b) Česká legislativa má z hlediska aplikace odvodnění urbanizovaných území podle principů udržitelného rozvoje jeden veliký nedostatek. Právní předpisy definující pravidla pro nový způsob odvodnění jsou do zákonů a jejich prováděcích vyhlášek zaneseny nesystémově a nekoordinovaně. Je na nich poznat, že byly do zákonů a vyhlášek vřazeny bez hlubší znalosti problematiky a pochopení širších souvislostí. Právní předpisy a jejich výklad vůbec neodpovídají tomu, o jak významnou změnu ve stavebnictví se jedná. Způsob, kterým stát vodohospodářskou politiku ve vztahu ke změnám klimatu a míře urbanizace krajiny praktikuje, je poměrně nedbalý a s ohledem na předpokládané tempo změn, nezodpovědný. Jednotlivá nařízení jsou ve výsledku chaotická a nedávají státní správě do ruky srozumitelná a jednoznačná pravidla, která by zajistila jejich stejnou vymahatelnost po celém území státu. (Vítek et al. 2015)

1.8.1 Zákon č. 254/2001 Vodní zákon

V zákoně č. 254/2001 stojí, že při provádění staveb, nebo jejich změn, nebo změn jejich užívání jsou stavebníci povinni podle charakteru a účelu užívání těchto staveb, je zabezpečit zásobováním vodou a odváděním, akumulací nebo čištěním odpadních vod s následným vypouštěním do vod povrchových nebo podzemních, odpadních vod z nich v souladu s tímto zákonem a zajistit vsakování nebo zadržování a odvádění povrchových vod vzniklých dopadem atmosférických srážek na tyto stavby (dále jen „srážkové vody“) v souladu se stavebním zákonem. 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.

1.8.2 Vyhláška č. 501/2006

Vyhláška č. 501/2006 Sb., § 21 pozemky staveb pro bydlení a pro rodinnou rekreaci, uvádí že vsakování dešťových vod na pozemcích staveb pro bydlení je splněno [§ 20 odst. 5 písm. c)], jestliže poměr výměry části pozemku schopné vsakování dešťové vody k celkové výměře pozemku činí v případě

- a) samostatně stojícího rodinného domu a stavby pro rodinnou rekreaci nejméně 0,4,
- b) řadového rodinného domu a bytového domu 0,3.

Podle této normy se v rovinném území u většiny samostatně stojících rodinných domů a staveb pro rodinnou rekreaci se dá počítat s tím, že plocha, která bude potřebná pro vsakování, resp. zadržování srážkové vody, bude odpovídat cca 10 až 20 % redukované plochy celého odvodňovaného stavebního pozemku, resp. stavby. To platí i pro většinu řadových rodinných domů a bytových domů. (Vítek et al. 2015)

1.8.3 Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby

Vyhláška č. 268/2009 Sb. § 6 odstavec 4 uvádí, že stavby, z nichž odtékají povrchové vody, vzniklé dopadem atmosférických srážek (dále jen „srážkové vody“), musí mít zajištěno jejich odvádění, pokud nejsou srážkové vody zadržovány pro další využití. Znečištění těchto vod závadnými látkami, nebo jejich nadměrné množství se řeší vhodnými technickými opatřeními. Odvádění srážkových vod se zajišťuje přednostně zasakováním. Není-li možné zasakování, zajišťuje se jejich odvádění do povrchových vod; pokud nelze srážkové vody odvádět samostatně, odvádí se jednotnou kanalizací.

Z tohoto odstavce tedy jasně vyplývá, že každá stavba musí mít zajištěný odvod dešťových vod a nemůže tedy docházet ke vzniku bezodtokových území, která mohou ohrožovat okolní zástavbu vyplavením vod při překročení kapacit objektů HDV. (Vacková 2017)

V této souvislosti je třeba zdůraznit, že podle dále citovaného § 8 zákona č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích má vlastník stokové sítě povinnost umožnit připojení srážkových vod na kanalizaci. (Vítek et al. 2015)

1.8.4 Zákon č. 274/2001

Zákon č. 274/2001 § 8 odstavci 4 uvádí, že vlastník vodovodu nebo kanalizace, popřípadě provozovatel, pokud je k tomu vlastníkem zmocněn, je povinen umožnit připojení na vodovod nebo kanalizaci, pokud to umožňují kapacitní a další technické požadavky. Možnost připojení nesmí být podmiňována vyžadováním poplatků nebo jiných finančních plnění. Náklady na realizaci napojení vodovodní přípojky nebo kanalizační přípojky na vodovod nebo kanalizaci hradí vlastník, jemuž je umožněno napojení, pokud se nedohodnou jinak.

Zákon vlastníkovu kanalizace ukládá povinnost umožnit připojení, pokud je odvodňovaná stavba nebo stavební pozemek v dosahu jeho kanalizace způsobem, který vyplývá ze vzájemné polohy stavby a kanalizace. (Vítek et al. 2015)

1.9 HDV v technických předpisech

Do technických předpisů jednotlivých oborů českého stavebnictví doposud nebyla zapracována a vzájemně zkoordinována pravidla pro novou roli vody a zeleně v našich městech a obcích. Stát se doposud nevyjádřil k tomu, v jakých všech aspektech lidské činnosti je nutné změnit náš přístup a chování tak, aby se naše společnost byla schopná připravit na nové klimatické podmínky. Technické normy pro komunikace a pozemní stavby doposud neintegrovaly požadavky, které jsou obsažené, nebo vyplývají z TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami. Nejpatrnější je to u ČSN 73 6005 Prostorové uspořádání sítí technického vybavení. V této normě objekty decentrálního odvodnění, resp. modrozelené infrastruktury vůbec nefigurují, tzn. že v uličních profilech není definována poloha inženýrských sítí vůči MZI, jejich vzájemné situační a výškové uspořádání, nejsou stanovena ochranná pásma. (Vítek 2018) Zásady navrhování vsakovacích zařízení jsou podrobně řešeny v rámci technických norem TNV 75 9011 a ČSN 75 9010 jejichž dodržování musí být uplatňováno při navrhování těchto zařízení projektanty. (Novotná et al. 2015a)

1.9.1 ČSN 75 9010 Vsakovací zařízení srážkových vod

Vznik české technické normy v roce 2012 byl vyvolán s ohledem na novelizace právních předpisů. Norma se zabývá vsakováním srážkových vod jako jedním ze způsobů hospodaření se srážkovými vodami. Stanovuje hlavní zásady pro navrhování, výstavbu a následný provoz povrchových a podzemních vsakovacích zařízení. (Novotná et al. 2015a)

Dle Vítky et al. (2015) technický předpis ČSN 75 9010 vsakovací zařízení srážkových vod je v platnosti od února 2012. ČSN 75 9010 řeší problematiku HDV jen částečně, protože se zabývá pouze vsakováním srážkové vody z jednotlivých staveb bez kontextu s celým odvodňovacím systémem oblasti nebo města. ČSN 75 9010 má z hlediska praktické aplikace HDV následující nedostatky:

- Norma neřeší problematiku odvádění srážkových vod podle principů HDV a neobsahuje systémová opatření.
- Norma neřeší odvodnění stavby v případě, kdy nelze srážkovou vodu vsakovat, což omezuje její použití pro většinu staveb v ČR. Norma řeší pouze techniku odvedení srážkové vody do podzemí.
- Maximální doba prázdnění vsakovacích zařízení uvedená v normě je 3 dny. To je z pohledu možné četnosti přívalových srážek velmi riskantní kritérium, zejména když jediným uvažovaným recipientem je pouze půdní a horninové prostředí.

1.9.2 TNV 75 9011 – Hospodaření se srážkovými vodami

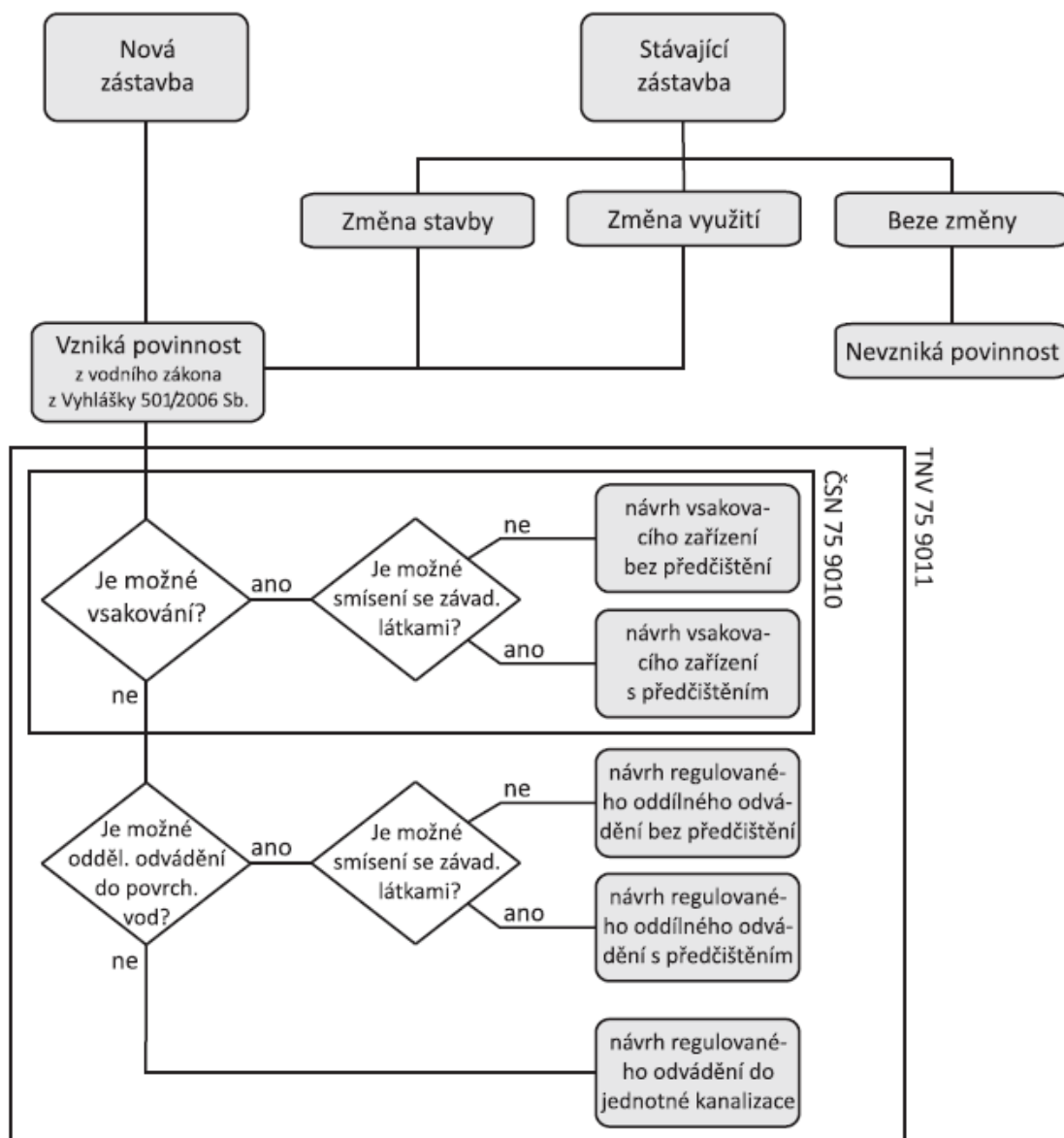
Tato norma řeší nakládání se srážkovými vodami zejména na pozemku stavby (decentrální způsob odvodnění), ale jsou uvedena i centrální opatření, která jsou řazena za opatření decentrální (řetězení do série) tak, aby byl vytvořen funkční systém přírodě blízkého odvodnění. V této normě jsou uvedena také opatření pro snížení (případně prevenci vzniku) srážkového odtoku. Dále tato norma obsahuje návod ke správné volbě příjemce srážkových vod a ke správnému technickému řešení. Norma zahrnuje problematiku znečištění srážkových vod, kdy je nezbytné důsledně oddělovat nakládání s mírně znečištěnými a silně znečištěnými srážkovými vodami. Norma dává do souvislosti typické druhy znečištění s typem plochy, která je odvodňována, a s typem zařízení či opatření, které je vhodné pro odstranění specifického druhu znečištění. Dále norma popisuje decentrální objekty používané k hospodaření se srážkovými vodami, stanovuje výpočetní postupy pro jejich dimenzování a předkládá základní informace k jejich údržbě a provozu. (TNV 75 9011 2013)

Knop (2017) uvádí že dle této normy je možné navrhovat, schvalovat, povolovat, stavět, kolaudovat a přebírat do provozu odvodnění staveb dle principů HDV. Základní charakteristiky této normy:

- řeší problematiku HDV komplexně, věnuje se vsakovacím i retenčním zařízením
- maximální dobu prázdnění vsakovacích zařízení udává 24 hod
- maximální specifický odtok 3 l/s.ha
- překročení retenční kapacity objektu max. jednou za 5 let
- obsahuje detailní nákresy jednotlivých zařízení

1.9.2.1 Filtrace vody před jejím vypuštěním do povrchových vod

Filtrační zařízení určená pro předčištění srážkových vod před jejich zaústěním do povrchových vod jsou utěsněna vůči okolním půdním vrstvám nepropustnými fóliemi. Filtrací přes pískové a štěrkové vrstvy se zachytí hrubé a jemné nerozpuštěné látky. Pískové a štěrkové filtry porostlé vegetací, retenční půdní filtry (nejlépe osázené) či systémy průlehů a rýh jsou vysoce účinné pro zadržení jemných částic, biologický rozklad organických látek a vázání rozpuštěných látek. Při průsaku půdou dochází k adsorpci těžkých kovů a organických polutantů. Filtrační zařízení je nutno chránit před kolmatací pomocí předřazeného sedimentačního zařízení. (TNV 75 9011 2013)



Obrázek 3 Schéma využití norem (zdroj: Vítek et al. 2015)

1.10 Prvky pro zadržení dešťové vody v místě dopadu

1.10.1 Vsakování vody

Dešťovou vodu odtékající ze zpevněných povrchů lze do podloží zasakovat nejrůznějšími způsoby, např. přes průlehy, šachty nebo tzv. rýhy. Jedná se o dešťovou vodu ze střešních ploch nebo z přepadu cisteren. Cílené zasakování dešťové vody se používá také v případech, kde by bylo „zpropustnění“ povrchu příliš nákladné. Z důvodů ochrany životního prostředí se doporučuje přednostně zasakovat přes zatravněnou půdní vrstvu, tzn. přes průlehy. Než si zvolíte zasakovací

objekt, měli byste vědět, kolik vody je půda na vašem pozemku schopna pojmout. Tyto informace získáte buď na obecním nebo na stavebním úřadě či odboru životního prostředí. (Bullermann 2005)

1.10.2 Povrchové vsakování

Vsakování přes půdní profil je nejjednodušším a nejpřirozenějším způsobem zasakování, který se přirozeně uplatňuje v urbanizovaných územích jak v místě dopadu srážky, tak v místech, kam je voda sváděna z nepropustných ploch. Tento způsob uplatňuje plošné vsakování bez i s vytvořením omezeného retenčního prostoru (povrchová nádrž, průleh, vsakovací příkop). Alternativou může být i vsakování z povrchu terénu. Vhodné a efektivní řešení je, pokud se přítok srážkové vody rozprostře do plochy v co možná nejmenší vrstvě (např. dostatečně dlouhou přelivnou hranou). Povrchové vsakování přes půdní profil může také sloužit jako předřazený prvek před dalšími objekty centrálního systému hospodaření se srážkovou vodou, který sníží přitékající množství vody a napomůže předčištění přitékající srážkové vody. (Novotná et al. 2015a, Ministerstva pro místní rozvoj 2019)

Tato zařízení jsou obecně využitelná pro všechny typy běžných ploch. Individuální posouzení je nutné u manipulačních ploch, zemědělských areálů, autobazarů a autovrakovišť apod., kde hrozí riziko nepřípustně vysokého znečištění vod. (Vítek et al. 2015)

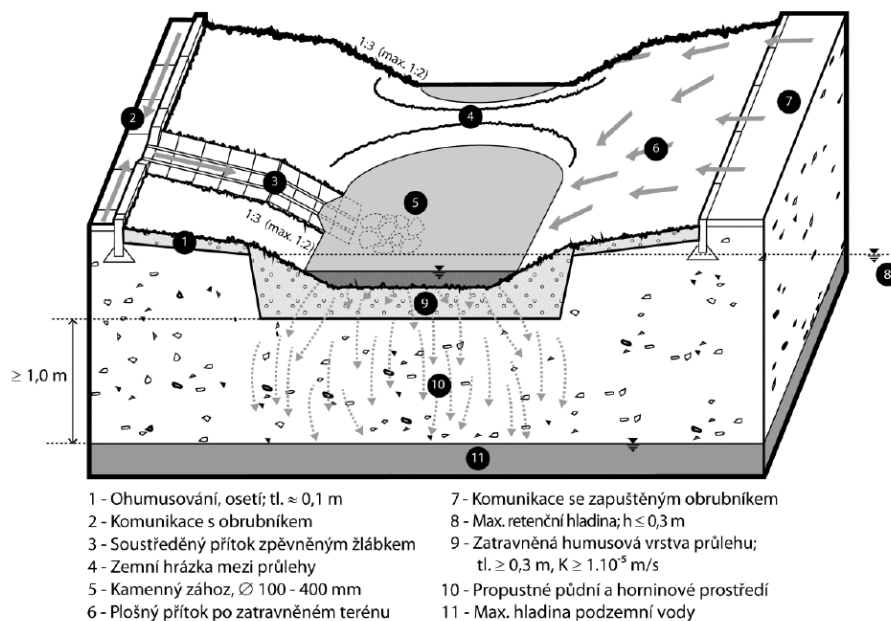
Tabulka 1 Vhodný návrh vsaku u povrchových řešení (zdroj: Novotná et al. 2015a)

Barevné vyjádření	Kód vsaku	Plošné přes půdní profil	Plošné přes technické prvky	Vsakovací průleh, nádrž	Retenční nádrže
	0 bez informací	není možné posoudit	není možné posoudit	není možné posoudit	není možné posoudit
	1 vysoká až velmi vysoká	vhodné	vhodné	vhodné	vhodné
	2 střední	vhodné	vhodné	vhodné	vhodné
	3 nízká až velmi nízká	vhodné	vhodné	vhodné	vhodné
	4 sedimenty nivy	vhodné	vhodné	vhodné	vhodné
	5 spraše	vhodné	vhodné	vhodné	vhodné

1.10.2.1 Vsakovací průleh

Průleh je mělce tvarovaná prohlubeň v terénu (povrchové vsakovací zařízení) určená k vsakování srážkové povrchové vody s krátkodobou povrchovou retencí (Ministerstva pro místní rozvoj 2019). Průlehy jsou mělké vegetační odvodňovací prvky, ve kterých dochází k zadržení dešťové vody a později k její infiltraci do podloží. V průlehu by mělo docházet k nízkému proudění vody, tak aby došlo k usazení hrubých nečistot (Woods 2007). Vhodné jsou pro všechny typy zpevněných povrchů, tj. střechy, komunikace i parkoviště. Nejsou náročné na místo (cca 7–20 % z velikosti odvodňované plochy), vyžadují dobré vsakovací podmínky (Vítek et al. 2015). V případě nedostatečné vsakovací schopnosti půdního a horninového prostředí prokázané geologickým průzkumem je nutné kombinovat vsakování s regulovaným odtokem do povrchových vod či jednotné kanalizace (Novotná et al. 2015a).

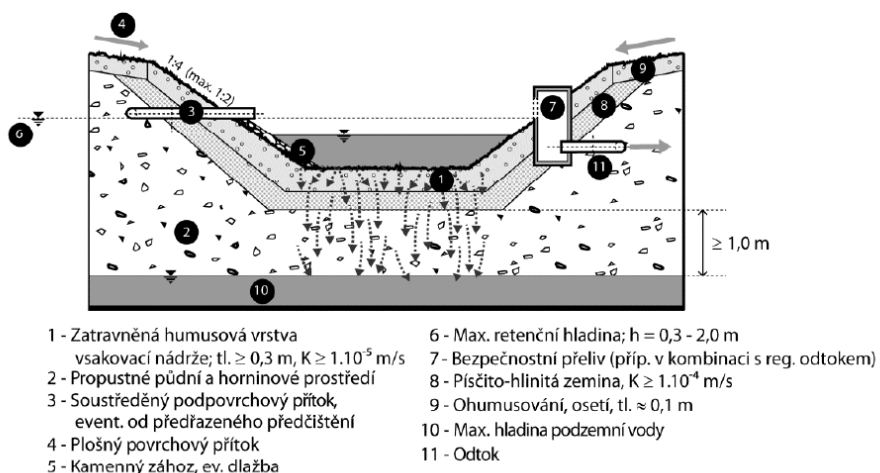
Zasakovací průlehy se obecně používají tehdy, pokud není k dispozici dostatečná plocha nebo propustné podloží k plošnému zasakování. Maximální výška vzduť v ZP se doporučuje 30 cm. Aby bylo dosaženo co nejrovnoměrnějšího rozdělení zasakované vody, navrhuje se dna vsakovacího průlehu vodorovná. Přepady ze zpevněných ploch do zasakovacího průlehu by měly být co nejrovnoměrnější. V případě soustředěného povrchového přítoku do vsakovacího průlehu je nutno místo přítoku opevnit. (Vítek 2008)



Obrázek 4 Průleh (zdroj: TNV 75 9011)

1.10.2.2 Vsakovací nádrž

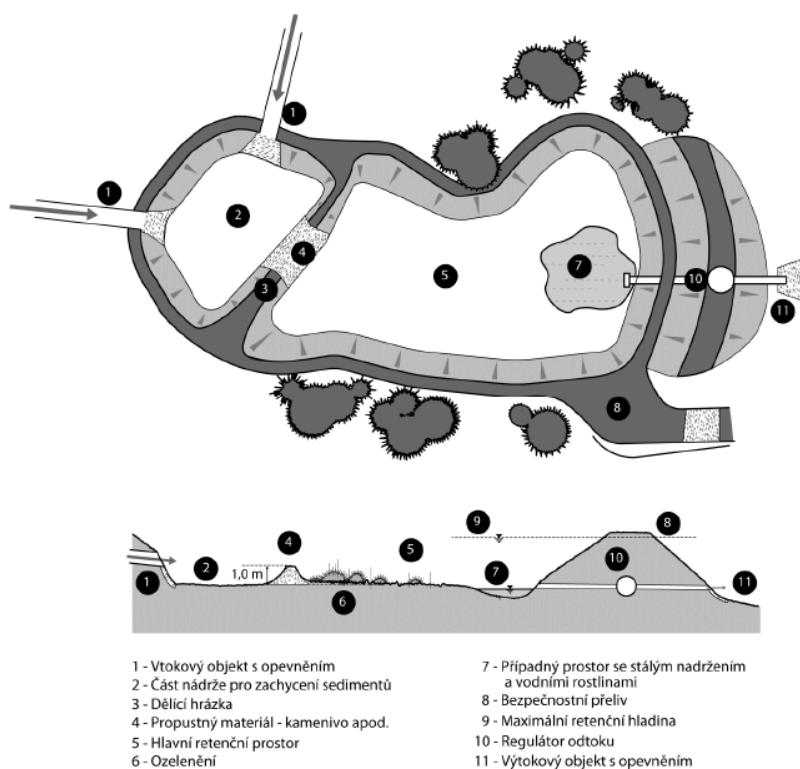
Vsakovací nádrže jsou objekty s výraznou retenční funkcí, nevyžadují proto velké nároky na místo (zpravidla méně než 7 % z velikosti napojených zpevněných ploch). Vhodné jsou pro všechny typy zpevněných povrchů, tj. střechy, komunikace i parkoviště. Většinou se jedná o zařízení semicentrálního charakteru (tj. je do nich svedeno více objektů i více typů povrchů). Z důvodu zvýšeného zatížení hrozí rychlejší kolmatace vsakovací vrstvy, což je nutné zohlednit bezpečnostním faktorem. Předpokladem jsou dobré vsakovací podmínky. (Vítek et al. 2015) Do nádrží se ukládá povrchová voda ze srážek. V nádržích je voda zadržena a postupně se vsakuje do podloží. (Čechová 2013)



Obrázek 5 Vsakovací nádrž (zdroj: TNV 75 9011)

1.10.2.3 Poldr

Schéma suché retenční dešťové nádrže (půdorys a podélný řez nádrží) je znázorněno na obrázku č.6. Toto řešení je vhodné jak pro samostatné pozemky, tak jako opatření pro více pozemků s předřazenými zařízeními HDV na jednotlivých pozemcích. (TVN 75 9011 2013)

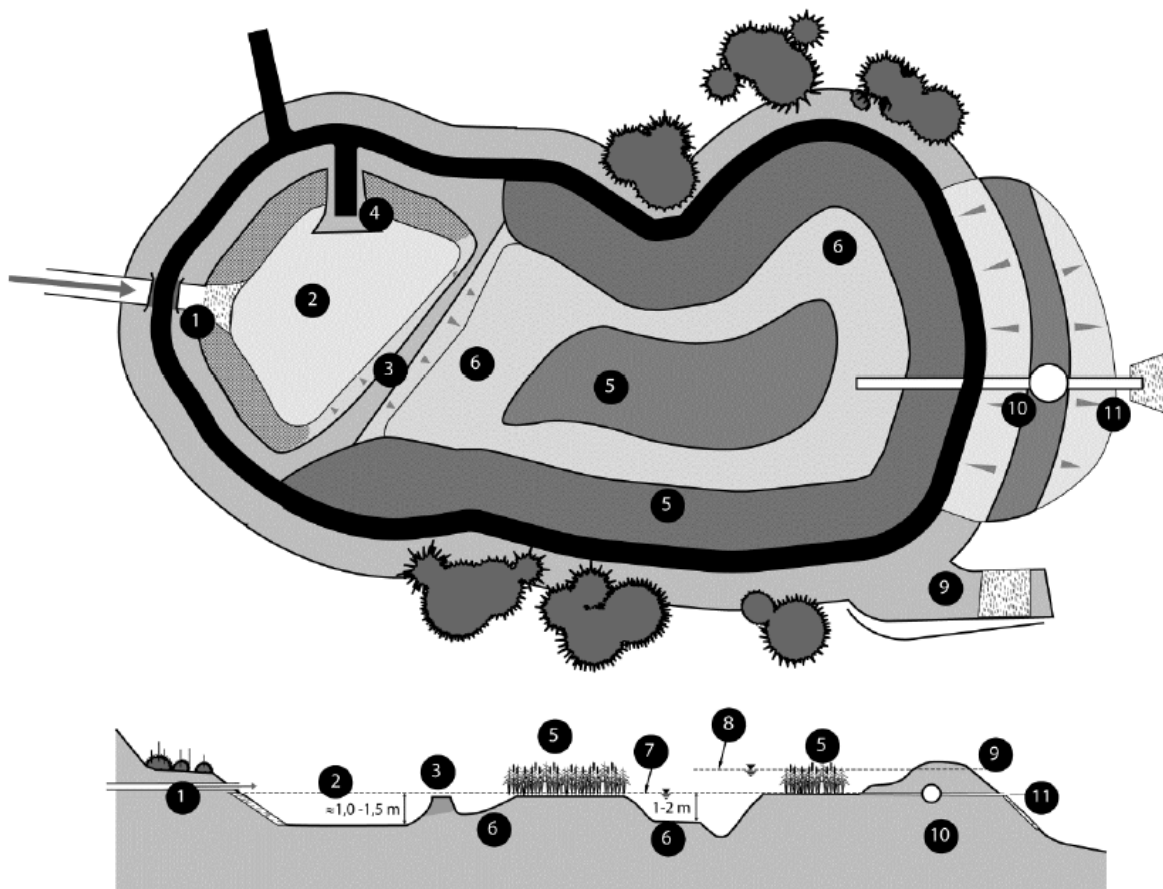


Obrázek 6 Poldr (zdroj: TNV 75 9011)

1.10.2.4 Mokřad

Mokřady jsou v různých částech světa využívány k čištění odpadních vod již od poloviny 20. století. Oblast umělých mokřadů je značně rozsáhlá, a proto je i názvosloví i množství vlastních konstrukčních uspořádání značně bohaté. (Mlejnská et al. 2016) Jednotlivé konfigurace umělých mokřadů jsou použitelné pro různé případy. Mokřady s povrchovým průtokem, anebo s otevřenou vodní hladinou, jsou vhodné pro čištění vod z difúzních zdrojů, které nejsou mikrobiálně zatížené. Mokřady s trvale zaplaveným filtračním prostředím s podpovrchovým prouděním jsou využitelné pro odstranění organického znečištění, mikrobiálního znečištění, denitrifikaci do určité míry i odstranění fosforu. Mokřady s pulsním plněním anebo prázdňením filtračního prostředí, které není trvale nasycené, jsou využitelné pro čištění odpadních vod, včetně nitrifikace amoniakálního dusíku. (Rozkošný 2013)

Umělé mokřady jsou mělké nádrže se stálým nadržением a s vodními rostlinami, které plní funkci biologického čištění srážkových vod. Vhodné jsou zejména v místech, kde srážkový odtok může být znečištěn živinami, protože kombinují funkci snížení kulminačních průtoků s funkcí okrasnou a čistící. (Vítek et al. 2015) V případě mokřadů a retenčních nádrží, kde je požadováno menší stálé zadržování vody, je nutné provést částečné opatření proti vysychání nádrže nadměrným vsakováním do jejího dna (dotěsnění do požadované úrovně hladiny). (Novotná et al. 2015a)



- | | |
|---|-------------------------------------|
| 1 - Vtokový objekt s opevněním | 6 - Zóna plovoucí/ponořené vegetace |
| 2 - Část nádrže pro zachycení sedimentů | 7 - Hladina stálého nadržení |
| 3 - Dělicí hrázka | 8 - Maximální retenční hladina |
| 4 - Vstup pro čištění nádrže | 9 - Bezpečnostní přeliv |
| 5 - Zóna emersní vegetace | 10 - Regulátor odtoku |
| | 11 - Výtokový objekt s opevněním |

Obrázek 7 Umělý mokřad (zdroj: TNV 75 9011)

1.10.3 Podzemní vsakování

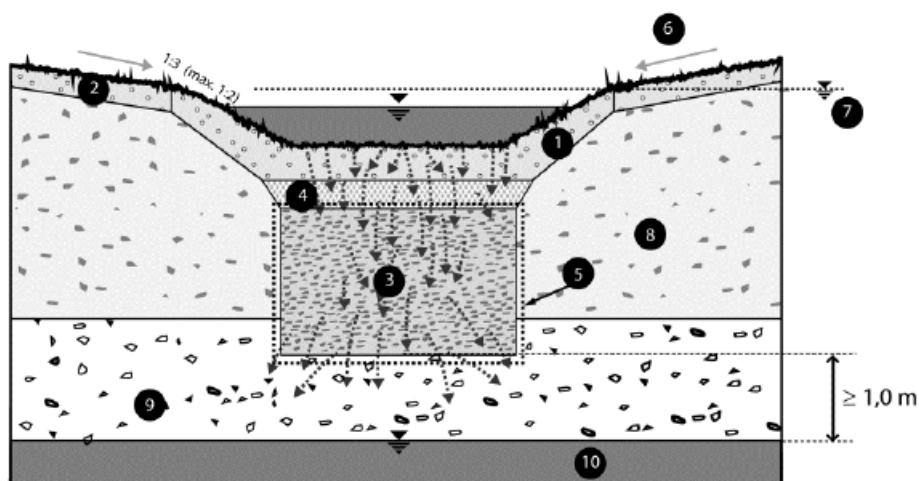
Jedná se o tradiční jednoduchý způsob vsakování srážkové vody do podloží, který je běžně využívaný zejména u menších staveb, jako jsou rodinné domy a chaty. Jeho využití je vhodné v případech, kdy není k dispozici dostatečně velká plocha pro povrchové zasakování vody, nebo při malé propustnosti horninového podloží, kdy je třeba počítat s delší dobou zdržení vody a větším akumulacním objemem. Akumulační (retenční) prostor pro zachycení vody ze srážky je vytvořen pórovitostí výplňového materiálu (zpravidla se jedná o štěrky), odkud se dále vsakuje do podloží. Voda se do akumulacího prostoru přivádí potrubím přes usazovací a rozdělovací šachtu. Předčištění a zadržení splavenin před vtokem do retenčního prostoru je u tohoto opatření naprosto nezbytné. Boční stěny a horní úroveň obsypu se doporučuje chránit geotextilií. Opatřuje se revizními šachtami pro kontrolu funkce. (Novotná et al. 2015a, Ministerstva pro místní rozvoj 2019)

Tabulka 2 Vhodný návrh vsaku u podzemního řešení (zdroj: Novotná et al. 2015a)

Barevné vyjádření	Kód vsaku	Vsakovací rýha vyplněná štěrkem	Vsakovací rýha vyplněná vsakovacími bloky	Vsakovací šachty	Vsakovací průleh - rýha (rýha tvořená štěrkem nebo zasakovacími bloky)
	0 bez informací	není možné posoudit	není možné posoudit	není možné posoudit	není možné posoudit
	1 vysoká až velmi vysoká	vhodné	vhodné	vhodné	vhodné
	2 střední	vhodné	vhodné	vhodné	vhodné
	3 nízká až velmi nízká	podmíněně vhodné	podmíněně vhodné	podmíněně vhodné	podmíněně vhodné
	4 sedimenty nivy	nevhodné	nevhodné	nevhodné	nevhodné
	5 spraše	nevhodné	nevhodné </td <td>nevhodné</td> <td>nevhodné</td>	nevhodné	nevhodné

1.10.3.1 Vsakovací rýhy

Vsakovací rýha je hloubené liniové vsakovací zařízení vyplněné propustným štěrkovým materiálem s retencí a vsakováním do propustnějších půdních a horninových vrstev. Vsakovací rýha je vhodná zejména u liniových staveb či např. na obvodu parkovišť a tam, kde jsou omezené prostorové podmínky, které neumožňují aplikaci povrchového vsakování. Přívod vody je zajištěn po povrchu nebo pod povrchem. Při vsakování v rýze s podpovrchovým přívodem musí být na vtoku umístěna kalová jámka a revizní šachta, popřípadě proplachovací šachta na opačném konci drenáže. (Vítek et al. 2015)



- 1 - Zatravněná humusová vrstva průlehu; tl. $\geq 0,3$ m, $K \geq 1 \cdot 10^{-5}$ m/s
- 2 - Ohumusování, osetí; tl. $\approx 0,1$ m
- 3 - Retenční/vsakovací rýha (štěrk 16/32mm / prefabrikované bloky)
- 4 - Písčito-hlinitá vrstva, tl. $\geq 0,1$ m, $K \geq 1 \cdot 10^{-4}$ m/s

- 5 - Geotextilie
- 6 - Plošný povrchový přítok
- 7 - Max. retenční hladina; $h \leq 0,3$ m
- 8 - Nedostatečně propustné půdní a horninové prostředí
- 9 - Propustné půdní a horninové prostředí
- 10 - Max. hladina podzemní vody

Obrázek 8 Vsakovací rýha (zdroj: TNV 75 9011)

1.10.3.2 Vsakovací bloky

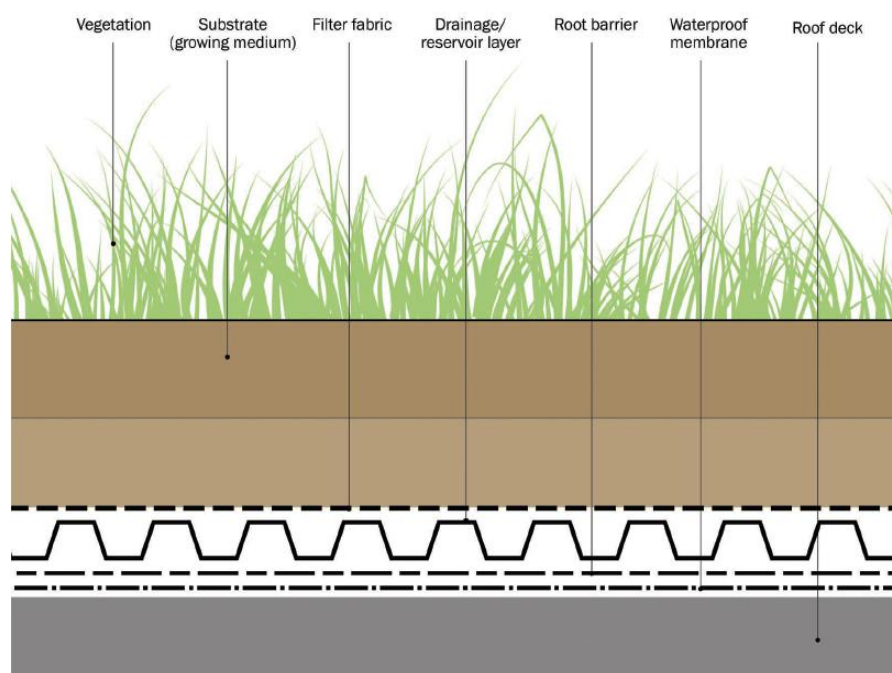
Jedná se o alternativní způsob vsakování srážkové vody k tradiční rýze vyplněné šterkem. Retenční prostor pro zachycení vody ze srážky je v tomto případě vytvořen plastovými bloky s perforovanými stěnami. Využití je vhodné zejména tam, kde není dispozici dostatečně velká plocha pro povrchové zasakování vody, nebo při nižší propustnosti horninového podloží, kdy je třeba počítat s delší dobou zdržení vody a větším akumulacním objemem. Voda je do akumulacního prostoru přiváděna podpovrchově potrubím, přes usazovací a rozdělovací šachtu. Předčištění a zadržení splavenin před vtokem do retenčního prostoru je u tohoto opatření naprosto nezbytné (vyšší investice do předčištění srážkových vod a zachycení kalů může zásadně zvýšit životnost systému). V případě, že prvek tvoří součást systému hospodaření s dešťovou vodou a umožňují-li to místní poměry, je vhodné objekty vybavit bezpečnostním přelivem (regulací odtoku), který zajistí při dosažení návrhové kapacity bezpečné odvedení vody mimo zastavěné území, například do recipientu, dešťové kanalizace nebo navazující retenční nádrže. (Novotná et al. 2015a, Ministerstva pro místní rozvoj 2019)



Obrázek 9 Vsakovací bloky (zdroj: Novotná et. al. 2015a)

1.10.4 Střešní zahrady

Mezi dalšími strategiemi pro zmírnění a přizpůsobení se klimatu řadíme zelené střechy. Zelené střechy přispívají k šetrnému nakládání s městskými odpadními vodami a ke snížení efektu teplotních ostrovů ve městech. Protože v hustě urbanizovaných městech jsou vegetační plochy zřídka dostupné, střechy mohou poskytnout nevyužívané městské povrchy. Vzhledem k tomu, že v posledních desetiletích roste zájem o zmírňování změny klimatu a odolnost městského prostředí, nabývají na významu zelené střechy. (Susca 2019) Ačkoli zelené střechy jsou obecně dražší než běžné střechy a náročnější na údržbu, mohou poskytovat mnoho dlouhodobých výhod. Sestava vegetačního krytu by měly být kompatibilní a navrženy k ochraně podkladní hydroizolace střechy materiály. Životnost konstrukce střešní hydroizolace lze prodloužit ochranou hydroizolace před mechanickým poškozením. Rostlinný kryt chrání střechu před ultrafialovým zářením a vyrovnává teplotní extrém. Zelené střechy mohou zlepšit tepelný výkon budov a potenciálně tak snížit v budově náklady na energii v důsledku chlazení rostlin a substrátu evapotranspirací během letních měsíců. Zelené střechy pomůžou bojovat proti efektu městského tepelného ostrova a také přispívá ke zlepšení kvality ovzduší zachycováním prachových částic. (Woods 2015)



Obrázek 10 Řes vrstvami zelené střechy (zdroj: Ciria 2015)

1.10.4.1 Extenzivní systémy

Tyto systémy pokrývají celou plochu střechy vytrvalým, pomalu rostoucím sucho tolerujícími rostlinami s minimální údržbou (např. mechy, sukulenty, byliny, trávy), často vylepšené o květy. Výsadba často roste pomaleji, ale dlouhodobá biologická rozmanitost může mít vysokou hodnotu. Jsou přístupné pouze kvůli údržbě a mohou být ploché nebo šikmé. Typicky rozsáhlé zelené

střechy obsahují růstové médium o tloušťce 20–150 mm. Tento typ konstrukce je lehký a má nízké náklady na údržbu a lze je použít na nejrůznějších místech s minimem zásahů. Díky své nízké hmotnosti jsou často vhodné pro renovaci stávajících konstrukcí. (Woods 2015)



Obrázek 11 Extenzivní typ zelené střechy (zdroj: odu-green-roof.com)

1.10.4.2 Intenzivní systémy

Intenzivní střešní zahrady jsou osázeny velkým množstvím různých druhů rostlin, viz. obrázek 12 (stromy, keře, byliny a travník). V některých případech se na tento typ zahrad instalují vodní prvky, např. fontánky, jezírka. Potřebují poměrně silnou střešní konstrukci, protože oproti extenzivním střechám mají větší objem substrátu. Normálně, tyto zahrady potřebují podkladovou vrstvu 20-50 cm, což je minimální hmotnost 200–300 kg na metr čtvereční. Pro snížení zatížení konstrukce se využívá speciální odlehčený substrát. (Willem V. C. 2005)

Zeleň u intenzivní výsadby vyžaduje umělé zavlažování. Je zde několik systémů zavlažování, klasické ruční, poloautomatické nebo automatické zavlažování. Závlahové zařízení může být volněloženo na povrchu, nebo rozvedeno skrytě pod povrchem. Střecha s intenzivní výsadbou se už podobá zahradě. Nabízí majiteli daleko větší relaxační využití, ale je náročná na údržbu. Skládá se z více vrstev. Jsou zde tedy větší pořizovací náklady na souvrství, tak i na pořizovanou výsadbu. Jediným limitujícím faktorem jsou dřeviny s hlubokými kořeny a stromy s výškou nad 10 m. (Vojtěch O. 2019)



Obrázek 12 Intenzivní střešní zahrada (zdroj: Ciria 2015)

1.10.5 Akumulace dešťové vody v nádrži pro pozdější využití

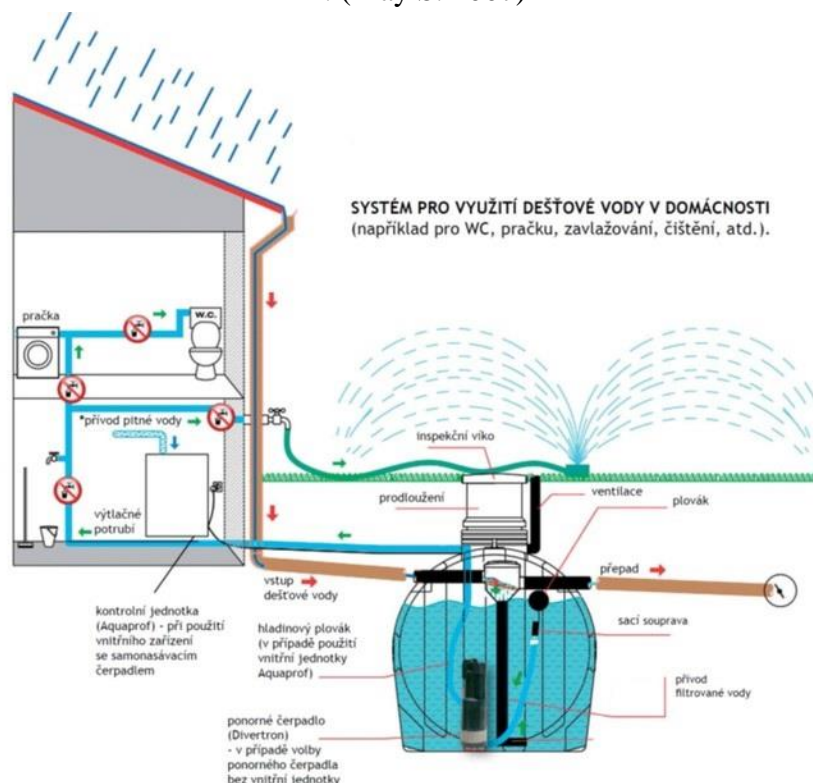
Dnes v mnoha zemích ožívá stará praxe získávání dešťové vody pro domácí použití kvůli jejímu potenciálu řešit řadu environmentálních a sociálních problémů. Sběr dešťové vody (RWH – Rainwater harvesting) definuje malou koncentraci, sběr, skladování a místní využití dešťové vody pocházející ze střech, dvorů a jiných nepropustných povrchů budov. Ve městech s nedostatkem vody je RWH na bázi nádrže považována za doplňkovou metodu zásobování vodou, která může pomoci při úspoře pitné vody z hlavní sítě. (Cook et al. 2013)

Výhod pro sběr dešťové vody je spousta. Poskytují zdroj vody zdarma pouze s náklady na skladování a čištění. Akumulace dešťové vody snižuje odtok do místních toků. Snižuje erozi půdy. Sběr dešťové vody poskytuje přirozenou měkkou vodu, která může sloužit pro splachování a úklid. Po vhodném ošetření poskytuje dešťová voda bezpečnou vodu pro lidskou spotřebu. Kromě svého potenciálu generovat značné množství vody, získávání dešťové vody vede k odběru decentralizované vody, která je levnější ve srovnání s vrtáním studny a dodávkou vody z veřejného vodovodu. Dešťovou vodu lze také použít k minimalizaci ztrát vody a ke zvýšení dodávky vody ve všech povodí. (Adeboye O. 2009) Systémy akumulace a využívání srážkové vody se zapojují mezi odvodňovanou plochu a další prvek HDV, např. vsakovací zařízení, retenční nádrž nebo se mohou přímo kombinovat v jednom objektu s retenční nádrží (zejména při venkovním využívání srážkové vody). Pro minimalizaci vnosu znečištění je nejvhodnější používat srážkové vody odtékající ze střech nemovitosti. (Vítek et al. 2015)

Pro zadržení vody se využívají nádrže z různých konstrukčních materiálů (plast, kov, beton) a o různém objemu (1 m^3 až 100 m^3) v závislosti na množství srážek z odvodňované polohy ústící do akumulární nádrže. Dalším aspektem při výběru velikosti nádrže je množství vody, které bude teoreticky spotřebováno. Pro výpočet nádrže se volí 21 - 90denní spotřeba.

Takto kumulovanou vodu můžeme dále upravovat podle toho, pro jaký účel bude využívána. Voda před vstupem do nádrže je zbavena organického materiálu, (např. listí) který se zachytává přes filtry k tomu určené. Použitý systém čištění dešťové vody závisí na kvalitě zachycené vody a jejím

konečném použití. V některých případech postačuje filtrace a chlorace prostým usazováním písku. Pro rafinovanější použití lze také použít složité systémy, jako je membránová filtrace, ultrafialová nebo ozonová dezinfekce. (May S. 2007)



Obrázek 13 Akumulace dešťové vody (zdroj: voda.tzb-info.cz)

1.10.6 Zpevněné plochy

V městském kontextu jsou nepropustné povrchy hlavním přispěvatelem k odtoku, ale propustné povrchy se v městských oblastech stále častěji používají jako adaptační strategie na změnu vzorců srážek. Odtok z propustných oblastí je proto stále důležitější vzít v úvahu, zejména při deštích s vysokou intenzitou. (Davidsen et al. 2018) Na celé řadě pozemků se najdou plochy, které jsou zpevněné nebo zastavěné, protože se zdálo, že je to pro jejich účel nutné nebo vhodné. Tak se tedy dláždilo, betonovalo nebo asfaltovalo, protože to prostě vyžadovalo jejich využívání např. jako chodníky, odstavné plochy nebo parkovací místa. Častým důvodem zpevňování ploch byla také údržba, protože zdánlivě není tak náročná jako údržba zelených ploch, jež obnáší pravidelnou péči a zavlažování. Mnohdy však takové plochy přestaly plnit svoji původní funkci, nebo k jejich původně zamýšlenému využití ani nedošlo. Navíc se mění přístup k životnímu prostředí a přírodě. Lidé dnes citlivěji vnímají potřebu kontaktu s přírodním prostředím – taková zelená kvetoucí zahrada v místě plném komunikací, parkovišť a budov má v dnešní době velkou cenu. Zpevněné plochy, které již neplní svoji funkci, by měly být přeměněny na zelené plochy. Tento proces se nazývá „zpropustňování“, tedy přestavba nepropustných povrchů na propustné. (Bullermann S. 2005, Ivana K. 2009)

Povrchy, jako jsou ulice a chodníky, lze dláždit pomocí široké škály materiálů. Dlažba se může skládat z jediného souvislého krytu (např. asfaltu nebo betonu) nebo ze sestavy jednotlivých dlažeb (např. z kamene, betonu nebo cihel). V druhém případě bude mít zpevněný povrch také mnoho spojů s různou šířkou mezi dlaždicemi. Tyto spáry jsou vyplněny sypkým materiálem a mohou usnadnit růst vegetace. Spoje dále umožňují infiltraci vody do podloží. Dlažba s jednotným krytem se označuje jako dlažba s nízkou propustností (LPP) a povrch skládající se z dlažby a spár je klasifikován jako propustná dlažba (CPP). CPP se liší od navržené propustné dlažby (DPP), který odkazuje na (super) porézní beton nebo asfalt a další nové materiály speciálně navržené jako metody vsakování dešťové vody. Rozdělení těchto povrchů je uvedeno na obrázku 14. (Timm A. et al. 2018)

Designed Permeable Pavements (DPPs)



Classic Permeable Pavements (CPPs)



Low Permeability Pavements (LPPs)



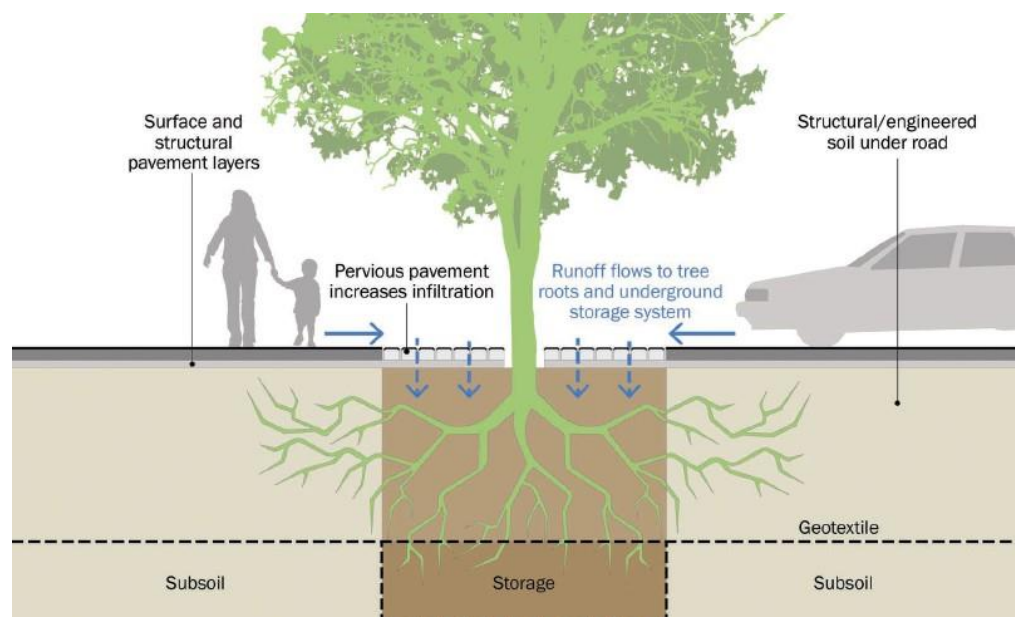
Obrázek 14 Typy zpevněných povrchů (zdroj: Timm A. et al. 2018)

1.10.7 Vegetace v urbanizovaném prostředí

Vegetace může zmírnit městské tepelné ostrovy stínováním jinak absorbujících povrchů a evapotranspirací, při které se teplo v okolním prostředí převádí na latentní teplo, čímž se snižuje okolní teplota. Bylo vypočítáno, že velký strom může vydat $9,6 \text{ E} + 05 \text{ kJ}$ (230 000 kcal) energie denně, což odpovídá pěti klimatizacím pracujícím 19 hodin denně (Federer 1971, Chi-Ru Ch. et al. 2007).

Stromy plní ve městech hned několik velmi přínosných funkcí. Přispívají k efektivnímu hospodaření se srážkovou vodou, zkrášlují a zpříjemňují městské prostředí a zvyšují hodnotu rezidenční a komerční zóny, snižují roční spotřebu energií budov tím, že zmírňují místní klima (v létě poskytují stín a ochlazují své okolí), listy zachytávají znečištění a prachové částice ze vzduchu, stromy vytvářejí kyslík, působí jako protihluková bariéra, poskytují stanoviště živým organismům a zvyšují biodiverzitu. (Vacková 2017)

Stromové jámy a výsadbové systémy mohou být navrženy tak, aby shromažďovaly a tlumily odtok tím, že poskytují další úložiště v základní struktuře. Půdy kolem stromů lze také použít k odfiltrování znečišťujících látek z odtoku. (Woods 2015)

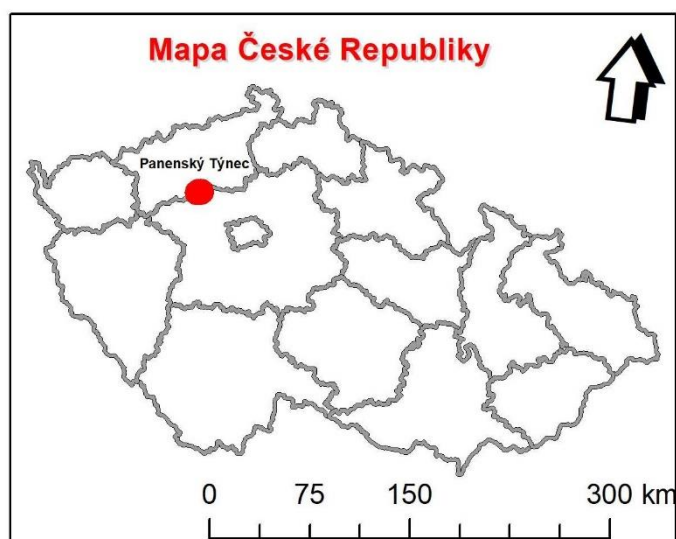


Obrázek 15 Sběr povrchové vody pro strom (zdroj: Ciria 2015)

Metodika

1.11 Zájmové území

Území zkoumané touto prací se nachází na pomezí Ústeckého a Středočeského kraje. Jedná se obec Panenský Týnec, konkrétně místní restauraci s přílehlými pozemky. Objekt restaurace dříve sloužil jako pila – katr na dřevo. Po požáru v roce 2007 původní majitelé pilu již znovu nezprovoznili. Nový majitelé z troskek objektu vybudovali restauraci s penzionem, která je v provozu od roku 2010. Při získávání stavebního povolení se v té době ještě nehledělo na využití odpadních vod a dešťových vod v místě dopadu, a proto je dešťová voda ze střechy objektu přímo odváděná do místní kanalizace. Veškerá odpadní voda z provozovny je vyčištěna v čističce odpadních vod a poté ústí do obecní dešťové kanalizace.



Obrázek 166 Mapa ČR (zdroj: vlastní)



Obrázek 17 Mapa Panenský Týnec (zdroj: vlastní)

1.12 Vstupní data

Celková plocha: 4915 m²
Plocha střechy budovy: 560 m²
Travní plocha 400 m²
Záhony 250 m²
Parkoviště/ cesty 1000 m²
Terasa 200 m²
Zahrada 2505 m²

Tabulka 3 Dotčené parcely (zdroj: katastr nemovitostí)

Parcelní číslo	Obec	Číslo LV	Výměra [m2]	Druh pozemku	Vlastnické právo
st. 187	Panenský Týnec [566535]	910	1467	zastavěná plocha a nádvoří	Bouda Jaroslav
163/2	Panenský Týnec [566535]	910	68	zahrada	Bouda Jaroslav
1221/2	Panenský Týnec [566535]	910	415	ostatní plocha	Bouda Jaroslav
1339	Panenský Týnec [566535]	910	2861	zahrada	Bouda Jaroslav
1340	Panenský Týnec [566535]	910	504	ostatní plocha	Bouda Jaroslav

Geologické poměry

Oblast Panenského Týnce se nachází v geologickém regionu česká křídová pánev, která dále zasahuje do českého masivu. 90 % území obce a s ním i naše zájmové území je na horninovém podloží tvořené písčítými slínovci až spongilitickými jílovci, místy silicifikované (opuky). Tyto horniny vznikaly v období křídy.

Hydrometeorologické poměr

Panenský Týnec se nachází z hydrologického hlediska v kladenské pánvi, která tvoří část rakovnické pánve. V rakovnické pánvi jsou hydrologicky nejvýznamnější spodní šedé a spodní červené vrstvy, které mají největší podíl písčité složky. Střídáním poloh propustných sedimentů s jílovými polohami se vytváří řada lokálních zvodní s napjatou hladinou. Charakter zvodnění je místně odlišný, většinou převažuje puklinová propustnost nad průlinovou. Oběh podzemní vody je silně omezen častými faciálními změnami, zejména v hlubších částech pánve, kde voda téměř stagnuje.

Tabulka 4 Průměrné měsíční a roční úhrny srážek ve stanici Louny (zdroj: studie Panenský Týnec, Louny jihovýchod – likvidace odpadních vod říjen 2009)

Stanice	období	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Roční úhrn srážek (mm)
Louny	Ø1961-1990	19	17	26	40	56	66	79	58	50	36	25	25	728

1.13 Úprava povrchů

Pro co nejlepší vsak dešťové vody byly v celém areálu voleny propustné nebo polopropustné povrchy. Značná část prostor pozemku je využívána jako parkoviště a cesty. Pro tento prostor byla zvolena asfaltová drť se šterkem o frakci 16–32 mm. Povrch se částečně spojil díky asfaltu, tak že i při větším zatížení nemění tvar a díky šterku je povrch porézní a voda se může vsakovat do nižších vrstev terénu. K původním 100 m² travní plochy bylo doplněno dalších 550 m² okrasné zeleně pro lepší vsak dešťové vody a její kumulace v půdním profilu. Nově vzniklá zeleň nahradila zhutněný povrch, který částečně sloužil pro parkování a z části byl bez využití. Pro zlepšení mikroklima zde bylo vysazeno několik stromů, které dříve na pozemku zcela chyběly.

1.14 Nádrž na dešťovou vodu

Pro snížení spotřeby pitné vody pro zalévání zahrady bylo navrženo opatření pro zadržení dešťové vody ze střechy budovy do zádržných nádrží. Pro tyto účely budou sloužit dvě nádrže, které nyní plní funkci čističky odpadních vod. Po dokončení obecní kanalizace v 2023 již nebude mít ČOV objektu využití.

Pro výpočet vhodného objemu nádrže se využívá spotřeba vody za 21–90 dní.

1.15 Návrh vsakovacího objektu pro přilehlé plochy

Vzhledem k složení horninového podloží v zájmovém území je možné navrhnout pouze vsakování nadzemní přes vegetační vrstvu. Pro přebytečnou vodu byl navržen objekt s regulovaným odtokem.

Povrchová vsakovací zařízení s retencí a odtokem:

$$i \times (A_{red} + A_{vsak}) \times \frac{t}{1000} = (3600 \times Q_{vsak} \times t + V_{vz}) + 3600 \times Q_0 \times t$$

i = Intenzita srážky, v mm/h

vstupní data jsou převzata z ČSN 75 9010 a to z nejbližší situovaného místa k Panenskému Týnci. Vis tabulka č. 5.

Tabulka 5 Návrhové úhrny srážek (zdroj: ČSN 75 9010)

Číslo stanice	Místo	Nadmořská výška (m n. m.)	Periodicita p (rok ⁻¹)	Doba trvání srážek t _c (min)								
				5	10	15	20	30	40	60	120	
9	Petrovice	398	0,2	11,3	17,1	19,4	21,6	23,6	25,2	27,6	31,5	
			0,1	13,0	19,9	22,8	25,0	27,7	30,0	32,7	38,2	
				Doba trvání srážek t _c (h)								
				4	6	8	10	12	18	24	48	72
				Návrhové úhrny srážek h _d (mm)								
			0,2	37,7	43,9	47,4	48,1	48,9	51,2	52,8	63,9	71,0
0,1	45,9	53,6	56,5	57,5	58,5	61,5	63,6	78,5	87,7			

A_{red} = Průmět redukované odvodňované plochy povodí, v m², se stanoví podle vztahu:

$$A_{red} = \sum_{i=1}^n A_i \times \Psi_i$$

kde je:

A_i půdorysný průmět odvodňované plochy určitého druhu (viz tabulka 6), v m²

Ψ_i součinitel odtoku srážkových povrchových vod pro odvodňovanou plochu určitého druhu podle tabulky č. 6

n počet odvodňovaných ploch podle určitého druhu.

Tabulka 6 Součinitele odtoku srážkových povrchových vod (zdroj: ČSN 75 9010)

Druh odvodňované plochy, druh úpravy povrchu	sklon povrchu		
	Do 1 %	1 % až 5 %	Nad 5 %
	Součinitele odtoku srážkových povrchových vod Ψ		
Střechy s propustnou horní vrstvou (vegetační střechy)	0,4 až 0,7 ¹⁾	0,4 až 0,7 ¹⁾	0,5 až 0,7 ¹⁾
Střechy s vrstvou kačírku na nepropustné vrstvě	0,7 až 0,9 ¹⁾	0,7 až 0,9 ¹⁾	0,8 až 0,9 ¹⁾
Střechy s nepropustnou horní vrstvou	1,0	1,0	1,0
Střechy s nepropustnou horní vrstvou o ploše větší než 10 000 m ²	0,9	0,9	0,9
Asfaltové a betonové plochy, dlažby se záhlvkou spár	0,7	0,8	0,9
Dlažby s pískovými spárami	0,5	0,6	0,7
Upravené štěrkové plochy	0,3	0,4	0,5
Neupravené a nezastavěné plochy	0,2	0,25	0,3
Komunikace ze zatravnovacích tvárnic	0,2	0,3	0,4
Komunikace ze vsakovacích tvárnic	0,2	0,3	0,4
Sady, hřiště	0,1	0,15	0,2
Zatravněné plochy	0,05	0,1	0,15
1) Podle tloušťky propustné horní vrstvy (s rostoucí tloušťkou propustné horní vrstvy se součinitel odtoku srážkových povrchových vod snižuje až na uvedenou dolní mezní hodnotu).			

A_{vsak} = Vsakovací plocha vsakovacího zařízení v m²;

Dle normy ČSN 75 9010 můžeme A_{vsak} před výpočtem retenčního objemu povrchových vsakovacích zařízení odhadnout podle vzorce:

$$A_{vsak} = (0,1 \text{ až } 0,3) \times A_{red}$$

t = Doba trvání srážky, v h

Podle tabulky č. 5

Q_{vsak} = Vsakovaný odtok, v m³/s se stanoví podle vzorce:

$$Q_{vsak} = \frac{1}{f} \times k_v \times A_{vsak}$$

Kde je

f součinitel bezpečnosti vsaku (doporučuje se $f \geq 2$)

k_v koeficient vsaku, v m × s⁻¹

V_{vz} = Retenční objem vsakovacího zařízení

$$V_{vz} = \frac{h_d}{1000} \times (A_{red} + A_{vz}) - \left(\frac{1}{f} \times k_v \times A_{vsak} + Q_0 \right) \times t_c \times 60$$

Kde je

h_d návrhový úhrn srážek podle tabulky č.5

A_{vz} plocha hladiny vsakovacího zařízení

Q_0 regulovaný odtok z retenčního prostoru do povrchových vod nebo do jednotné kanalizace, v m³/s.

T_{pr} = Doba prázdnění vsakovacího zařízení

Doba prázdnění T_{pr} se u vsakovacích zařízení řídí podle ČSN 75 9010. Maximální doba prázdnění vsakovacího objektu nemá překročit 72 h, u objektů s regulovaným odtokem nemá přesáhnout 24 h pro navrhovanou délku srážky.

$$T_{pr} = \frac{V_{vz}}{Q_{vsak} + Q_0}$$

Zpětné posouzení rozměrů průlehu

Posledním krokem při výpočtu je posoudit, zda průleh splňuje požadavky na maximální hladinu vody, která je u průlehu stanovena do výše 30 cm

$$h = \frac{V_{vz}}{A_{vsak}}$$

kde je

h je hloubka nadržení vody v průlehu ($\leq 0,30$ m).

Výsledky

1.16 Vsakovací objekt

A_{red} = Průměr redukované odvodňované plochy

Součinitel odtoku byl volen na povrchu se sklonem 1 % až 5 %. Součinitel odtoku u parkoviště byl upraven, jelikož se skládá ze dvou prvků tabulky č.6. Výsledné číslo je průměr těchto dvou materiálů.

Do výpočtu je začleněna plocha střechy o celkové výměře 560 m² se součinitelem odtoku 1,0, parkoviště o rozloze 1000 m² s upraveným součinitelem odtoku 0,6, plocha terasy 200 m² se součinitelem 0,6 a travní plocha s přílehlými záhony o výměře 650 m² se součinitelem 0,1. Redukovaný půdorysný průmět odvodňované plochy je **1345 m²**

A_{vsak} = Vsakovací plocha vsakovacího zařízení

Odhadovaná plocha vsakovacího zařízení podle vzorce k tomu určenému je 135 m² až 404 m². Pro zhoršené schopnosti vsaku půdy a podloží bude do výpočtů vstupovat plocha vsakovacího zařízení vypočítaná podle $A_{red} \times 0,2 = \mathbf{269\ m^2}$

k_v = Koeficient vsaku

Koeficient vsaku byl stanoven podle druhu půdy a dle dodaných informací o vsakových zkouškách prováděných na území obce. Určený koeficient vsaku = $\mathbf{5 \times 10^{-6}\ m \times s^{-1}}$

Q_o = Regulovaný odtok z retenčního prostoru

Pro výpočet přípustného odtoku srážkových vod se doporučuje hodnota specifického odtoku 3 l/(s·ha), avšak hodnota regulovaného odtoku z jednoho zařízení HDV nemá být z provozních důvodů nižší než 0,5 l/s. Naše plocha má 0,1345 ha. $0,1345 \times 3 = 0,4\ l/s$. Dle normy TNV 75 9011 do výpočtů vstupuje navýšené číslo 0,5 l/s = $\mathbf{5 \times 10^{-4}\ (m^3 \times s^{-1})}$

V_{vz} = Retenční objem vsakovacího zařízení

Výpočet retenčního objemu zařízení se provádí pro všechny návrhové úhrny srážek s dobou trvání od 5 min do 72 h dle tabulky č. 5. Periodicita srážek byla zvolena 0,2 (rok⁻¹), protože navrhované opatření má regulovaný odtok. Za návrhový objem se považuje největší vypočtený retenční objem v daný návrhový úhrn srážek. Nejvyšší hodnoty, dle tabulky č.7, bylo dosaženo při 6hodinovém úhrnu a to **45,53 m³**

Tabulka 7 Výpočet retenčního objemu vsakovacího zařízení (zdroj: vlastní)

Doba trvání srážky t_c (min)	Výpočet retenčního objemu vsakovacího zařízení V_{vz}	Retenční objem vsakovacího zařízení V_{vz} (m ³)
5	$V_{vz} = 11,3/1000 \times (1345 + 269) - (1/2 \times 5 \times 10^{-6} \times 269 + 5 \times 10^{-4}) \times 5 \times 60 =$	17,89
10	$V_{vz} = 17,1/1000 \times (1345 + 269) - (1/2 \times 5 \times 10^{-6} \times 269 + 5 \times 10^{-4}) \times 10 \times 60 =$	26,90
15	$V_{vz} = 19,4/1000 \times (1345 + 269) - (1/2 \times 5 \times 10^{-6} \times 269 + 5 \times 10^{-4}) \times 15 \times 60 =$	30,26
20	$V_{vz} = 21,6/1000 \times (1345 + 269) - (1/2 \times 5 \times 10^{-6} \times 269 + 5 \times 10^{-4}) \times 20 \times 60 =$	33,46
30	$V_{vz} = 23,6/1000 \times (1345 + 269) - (1/2 \times 5 \times 10^{-6} \times 269 + 5 \times 10^{-4}) \times 30 \times 60 =$	35,98
40	$V_{vz} = 25,2/1000 \times (1345 + 269) - (1/2 \times 5 \times 10^{-6} \times 269 + 5 \times 10^{-4}) \times 40 \times 60 =$	37,86
60	$V_{vz} = 27,6/1000 \times (1345 + 269) - (1/2 \times 5 \times 10^{-6} \times 269 + 5 \times 10^{-4}) \times 60 \times 60 =$	40,33
120	$V_{vz} = 31,5/1000 \times (1345 + 269) - (1/2 \times 5 \times 10^{-6} \times 269 + 5 \times 10^{-4}) \times 120 \times 60 =$	42,40
240	$V_{vz} = 37,7/1000 \times (1345 + 269) - (1/2 \times 5 \times 10^{-6} \times 269 + 5 \times 10^{-4}) \times 240 \times 60 =$	43,96
360	$V_{vz} = 43,9/1000 \times (1345 + 269) - (1/2 \times 5 \times 10^{-6} \times 269 + 5 \times 10^{-4}) \times 360 \times 60 =$	45,53
480	$V_{vz} = 47,4/1000 \times (1345 + 269) - (1/2 \times 5 \times 10^{-6} \times 269 + 5 \times 10^{-4}) \times 480 \times 60 =$	42,74
600	$V_{vz} = 48,1/1000 \times (1345 + 269) - (1/2 \times 5 \times 10^{-6} \times 269 + 5 \times 10^{-4}) \times 600 \times 60 =$	36,71
720	$V_{vz} = 48,9/1000 \times (1345 + 269) - (1/2 \times 5 \times 10^{-6} \times 269 + 5 \times 10^{-4}) \times 720 \times 60 =$	28,27
1080	$V_{vz} = 51,2/1000 \times (1345 + 269) - (1/2 \times 5 \times 10^{-6} \times 269 + 5 \times 10^{-4}) \times 1080 \times 60 =$	6,66
1440	$V_{vz} = 52,8/1000 \times (1345 + 269) - (1/2 \times 5 \times 10^{-6} \times 269 + 5 \times 10^{-4}) \times 1440 \times 60 =$	-16,09
2880	$V_{vz} = 63,9/1000 \times (1345 + 269) - (1/2 \times 5 \times 10^{-6} \times 269 + 5 \times 10^{-4}) \times 2880 \times 60 =$	-99,47
4320	$V_{vz} = 71,0/1000 \times (1345 + 269) - (1/2 \times 5 \times 10^{-6} \times 269 + 5 \times 10^{-4}) \times 4320 \times 60 =$	-189,32

$$Q_{vsak} = \text{Vsakovaný odtok} = 6,725 \times 10^{-4}$$

Do výpočtu vsakového odtoku vstupuje součinitel bezpečnosti vsaku, který byl stanoven dle doporučení normy na 2. Další data vstupující do výpočtu jsou koeficient vsaku a vsakovací plocha vsakovacího zařízení.

T_{pr} = Doba prázdnění vsakovacího zařízení

Doba prázdnění vsakovacího zařízení se vypočítá podílem mezi retenčním objemem vsakovacího zařízení a vsakovaným odtokem.

$$T_{pr} = 67703 \text{ s} = \mathbf{18,8 \text{ h}}$$

Doba prázdnění 18,8 h splňuje požadavek na vyprázdnění objektu do 24 h, které platí pro objekty s regulovaným odtokem.

Zpětné posouzení rozměrů průlehu

Pro správnost navrhovaného objektu se zpětně dopočítává hladina daného zařízení. Hladina průlehu se vypočítá podílem retenčního objemu objektu a jeho vsakovací plochou. Pro navrhovaný objekt vyšla maximální výška hladina 17 cm. **17 cm ≤ 30 cm**

Rozpočet vsakovacího zařízení

Tabulka 8 Odhad ceny nákladů na vybudování vsakovacího zařízení (zdroj: vlastní)

Materiál/ druh práce		Cena za jednotku	Jednotek	Cena celkem
Výkopové práce (h)		650	30	19500
Zemina s humusem (m ³)		750	50	37500
KG trubka 110/5000 (ks)		429	16	6864
KG trubka 110/500		66	1	66
KG koleno 110/45°		39	5	195
Písek 0,1-0,4 mm (t)		349	7	2443
Osivo (kg)		120	7	840
Stromy (ks)	Acer palm. 'Crimson Princess' 100-125	1575	1	1575
	Salix alba 'Tristis' 18-20	4050	1	4050
	Abies concolor 200-225	3630	1	3630
	Cena celkem včetně zeleně:			76.663, -

Celková cena za materiál a výkopové práce je stanovena na 76.663 Kč. Do ceny průlehu je započtena i cena na vybudování přívodu vody ze stávajících okapů, která by byla odváděna podpovrchově přímo do průlehu. Pro odvodnění zbylých ploch byl navržen žlab.

Rozpočet na úpravu povrchů

Tabulka 9 Rozpočet ceny úprav povrchů v areálu restaurace (zdroj: vlastní)

Materiál/ druh práce	Cena za jednotku	Jednotek	Cena celkem
Výkopové práce (h)	650	120	78000
Likvidace vytěženého materiálu (m ³)	0	30	0
Asfaltová drť se štěrkem (m ³)	0	30	0
Substrát (m ³)	850	20	17000
Mulčovací kůra (m ³)	750	17	12750
Stromy celkem	33000	1	33000
Trvalky/ keře celkem	9000	1	9000
Závlaha	8000	1	8000
Travní osivo (kg)	120	10	1200
Cena celkem:			158.950, -

Celková cena úpravy části povrchů v areálu restaurace, která proběhla na jaře roku 2020, byla 158.950 Kč. Upraveno bylo celkem 1350 m² pozemku. Vytěžený materiál byl co nejvíce znovu využit. Zemina se štěrkem z původních cest posloužila jako podkladní vrstva pro štěrko-asfaltovou

drť na nové ploše parkoviště a cest. Zemina vytěžená z nově realizované plochy parkoviště byla využita pro modelaci terénu zahrady. Přebytečná zemina byla zaskládkována na pozemku majitele restaurace, proto je v tabulce č. 9 tato položka bez finanční částky. Asfaltová drť poskytla obec Panenský Týnec zdarma. Cena práce není uvedena, protože veškeré práce byly prováděny v rodinném kruhu majitelů bez nároku na honorář. Odhadovaný čas práce na ploše parkoviště je 180 h a na části zahrady 220 h.

1.17 Nádrž na dešťovou vodu

Akumulovaná voda v nádrži bude využívána pouze pro zalévání okrasné části zahrady. Jedná se o plochu 650 m² z toho je 400 m² travní plochy a 250 m² záhonu. Pro zálivku této zeleně je využit automatický systém. Zálivka probíhá 2× týdně s vydatností vody 15 l/m²/týden. Při dosažení nejnižšího časového úseku (21 dní) by nádrž měla být dimenzována na **30 m³**. Stávající nádrže, které nyní slouží jako ČOV, mají kapacitu 10 m³. Pro naplnění potřebné kapacity bude navržena další nádrž s celkovou kapacitou 20 m³. Tato nádrž bude umístěna před vsakovacím zařízením.

Rozpočet na akumulční nádrž vody

Tabulka 10 rozpočet nádrž na vodu (zdroj: vlastní)

Materiál/ práce	Cena za jednotku	Jednotek	Cena celkem
Nádrž 20 m ³	52000	1	52000
Výkopové práce	650	15	9750
Beton (m ³)	2300	6	13800
Doprava betonu 18-20 km (m ³)	330	6	1980
Cena celkem:			77.530, -

Pro výpočet byla zvolena nádrž o objemu 20 m³ viz. příloha č. 16. Dle předepsané normy výrobcem bylo stanoveno potřebné množství betonu na podkladovou desku a zalití bočních stran. Celková cena realizace nádrže je odhadnuta na 77.530 Kč.

Diskuse

Česká republika v dostatečné míře nevytváří předpoklady pro koncepční přístup k odvodňování měst a obcí podle principů udržitelného rozvoje. Ministerstvo zemědělství ČR, které má v gesci vodu, zcela ignoruje skutečnost, že adaptace urbanizovaných území na změnu klimatu mimo jiné stojí na důsledné aplikaci principů hospodaření s dešťovou vodou, a to nejlépe prostřednictvím modrozelené infrastruktury. Právní a technické předpisy českého stavebnictví jsou ve vztahu k vodnímu režimu urbanizovaných území nekonceptní, nesystémové a nekoordinované. Problém je v tom, že podmínky pro aplikaci těchto opatření nejsou v ČR doposud dostatečně institucionalizovány. Výklad právních předpisů týkajících se odvodňování měst je vágní a nejednoznačný. Není jasné, co má projektová příprava obsahovat, jaké jsou relevantní podklady, či jsou-li objekty HDV vodními díly. Stejně tak není u změn staveb a změn jejich užívání jasné, kam až sahá povinnost přebudovat/dobudovat u těchto stávajících staveb jejich odvodnění. To vše vede k velmi špatné vymahatelnosti těch mála předpisů, které se pro aplikaci HDV dají využít. Základním nedostatkem v aplikaci HDV je to, že ČR patří k těm mála státům Evropy, kde se za odvádění srážkové vody ze staveb k bydlení a z komunikací poplatky neplatí. Chybí tak finanční motivace pro majitele těchto nemovitostí. (Vítek, 2018)

Jednou možností, jak řešit nakládání s dešťovou vodou jinak než odvedem do dešťové kanalizace a dále do povrchových toků, čím zamezujeme vodě se vsáknout či odpařit na místě dopadu, je návrh objektu HDV v obci Panenský Týnec na pozemcích místní restaurace. Návrhované opatření předpokládá, že navržený objekt HDV sloužící k vsakování je možné uskutečnit. Tento návrh vychází ze zákona č. 254/2001 (vodní zákon), který stanovuje že provádění staveb nebo jejich změn, nebo změn jejich užívání jsou stavebníci povinni zajistit vsakování, nebo zadržování a odvádění povrchových vod vzniklých dopadem atmosférických srážek na tyto stavby. Dále se tento návrh řídí podle zásad navrhování vsakovacích zařízení, které jsou podrobně řešeny v rámci technických norem TNV 75 9011 a ČSN 75 9010. Dimenzování vsakovacího zařízení vychází ze vzorců k tomu určené, které jsou čerpané z těchto norem.

Typ vsakovacího zařízení je zvolen v souladu se vsakovací schopností podloží. Jedná se o povrchové vsakování přes poldr. Pro zhoršené podmínky vsaku je vsakovací objekt doplněn o redukovaný odtok do blízkého povrchového toku. Předčištění vody před vstupem do povrchových vod není řešeno, protože veškeré plochy areálu jsou podle normy TVN 75 9011 zařazeny do skupiny ploch s nízkou mírou znečištění srážkových vod, včetně parkoviště, po kterém se během 24 h pohybuje méně jak 300 vozidel (tab. č. 9). I přesto díky vsaku přes vegetační vrstvu s humusovým podložím bude docházet k částečnému předčištění vsakované vody od hrubých nečistot a organických sloučenin. Přívod vody z povrchů je v návrhu rozdělen do dvou sekcí. První sekce je odvodněna podpovrchově s ustí přímo do průlehu. Touto větví je odváděna voda z okapů. Druhá sekce je řešena podél parkoviště a záhonu vytvořením mělkého žlabu, do kterého vtéká voda ze zbylých ploch.

Tabulka 11 Orientační klasifikace znečištění srážkových vod z hlediska znečištění nerozpuštěnými látkami, těžkými kovy a uhlovodíky (zdroj: TVN 75 9011, upraveno autorem)

Typ plochy	Míra znečištění srážkových vod	
<ul style="list-style-type: none"> - Vegetační střechy - Střechy z inertních materiálů - Střechy s plochou neošetřených kovových částí do 50 m² - Komunikace pro chodce a cyklisty - Málo frekventovaná parkoviště osobních aut - Málo frekventované pozemní komunikace^a (příjezdy k domům) 		nízká
<ul style="list-style-type: none"> - Střechy s plochou neošetřených kovových částí 50 m² až 500 m² - Středně frekventované pozemní komunikace^b - (Vysoce) frekventovaná parkoviště (osobní auta a autobusy) 		střední
<ul style="list-style-type: none"> - Střechy s plochou neošetřených kovových částí nad 500 m² - Vysoce frekventované pozemní komunikace^c - Plochy u skladišť, manipulační plochy - Komunikace zemědělských areálů - Parkoviště nákladních aut^d 		vysoká
<p>^a < 300 automobilů za 24 h, např. příjezdy k domům a místní komunikace v obytné zástavbě</p> <p>^b 300 automobilů až 15 000 automobilů za 24 h</p> <p>^c nad 15 000 automobilů za 24 h, obvykle dálnice a rychlostní silnice</p> <p>^d parkoviště, která nejsou součástí veřejných komunikací</p>		

Další možností zadržení srážkových vod v místě dopadu, by bylo doplnit do navrženého systém HDV další objekt HDV. Dle vsakovací schopnosti půdy, by se mohlo jednat o retenční vsakovací nádrž anebo o umělý mokřad, který neplní jen funkci vsakovací, ale i okrasnou. Toto opatření by při silných deštích snížilo odtok přebytečné vody před redukováný odtok do povrchového toku.

Vhodným navázáním na tuto práci by bylo využití odpadních vod vyprodukovaných touto restaurací. Objem vyprodukované odpadní vody za rok se zde pohybuje okolo 700 m³. Druhotné využití této vody se stává důležitým tématem a do budoucna se snaha o snížení spotřeby vody a její co nejefektivnější využití bude zvyšovat. Práce by se mohla zabývat využitím šedých vod (odpadní voda z umyvadel, praček, kuchyně) pro opětovné využití při splachování nebo zalévání neprodukční části zahrady, ale také snižováním produkce černé vody (voda obsahující tekuté a pevné výkaly) přímo u zdroje, a to využitím nových metod pro splachování. Lze využít například bezvodé pisuáry nebo nové systémy splachování využívající minimum vody.

Závěr

Koncepční způsob odvodnění měst odvádí dešťovou vodu do centrální kanalizace. Tento způsob odvodnění se díky rostoucí zastavěné ploše, z které je odváděna dešťová voda začíná projevovat jako neúnosný. Vody v centrální stokové síti přibývá a při vydatných atmosférických srážkách dochází k přetížení systému. Dalším problémem je vytváření teplotních ostrovů v centrech měst, kdy teplota může být vyšší až o několik stupňů než mimo město. Důvodem tohoto jevu je nedostatek zadržené vody v půdě, která by při odpařování své okolí ochladila. Řešením tohoto problému je aplikace systémů hospodaření s dešťovou vodou, které je navrhováno na dílčí pozemky a stavby, nebo se řeší pro více parcel či zájmové území. Oproti konvenčním řešením HDV pohlíží na dešťovou vodu jako na zdroj, který je třeba zadržet v místě dopadu pomocí vsaku do půdního profilu. Pro tyto účely existuje několik typů objektu pro vsakování dešťové vody.

Typ zvoleného objektu pro zadržení dešťové vody v místě dopadu je závislí na místních podmínkách území, kde je systém realizován. Jedna z možností je povrchový vsak, pro který jsou určeny průlehy, poldry, mokřady nebo vsakovací nádrže. Další typ je vsakování podpovrchové, pro které se budují rýhy, vsakovací šachty nebo systém bloků. Tyto objekty je možno doplnit o regulovaný odtok, který zabraňuje vylití vody mimo vsakovací objekt a chrání okolní stavby před poškozením. Zlepšení vsaku vody po dopadu na povrch lze zlepšit také úpravou povrchů, a to tak že se zpropustní. Dosáhnout lze toho pomocí chodníků se spárou, ostrůvků podél silnic tvořené zelení nebo zelenými střechami. Dešťovou vodu nemusíme jen vsakovat, ale můžeme jí akumulovat v nádržích pro pozdější využití, například na zalévání nebo v domácnosti na splachování.

Nakládání s dešťovou vodou upravuje Česká legislativa. Bohužel právní předpisy jsou do zákonů vkládány nesystémově a nezaobírají se širšími souvislostmi. Česká republika by se měla inspirovat západními zeměmi Evropské unie, kde je nakládání s dešťovou vodou zásadní téma.

Praktická část této práce se zabývá konkrétním návrhem systému HDV v obci Panenský Týnec. Jedná se o vsakovací objekt s regulovaným odtokem do povrchových vod. Bylo zde vypočteno dimenzování objektu podle norem ČSN 75 9010 a TVN 75 9011.

Na dešťovou vodu je potřeba přestat pohlížet jako na nevyužitelný odpad a naučit se jí co nejvíce využít, jak už způsoby uvedenými v této práci, nebo novými netradičními způsoby.

Literatura

Adeboye O., Alatise M., 2008. Surface water potential of River Osun at Apoje Sub-Basin, Nigeria. *Soil Water Res* 3(2):74–79

Bullermann S., 2005. Regenwasserversickerung – Gestaltung von Wegen und Plätzen Praxisratgeber für den Grundstückseigentümer. Bayerisches Landesamt für Umwelt, Darmstadt

Chi-Ru Chang, Ming-Huang Li, Shyh-Dean Chang, 2007. A preliminary study on the local cool-island intensity of Taipei city parks, *Landscape and Urban Planning*, Volume 80, Issue 4, Pages 386-395, dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2006.09.005>.

Cook S., Sharma A., Chong M., 2013. Performance analysis of a communal residential rainwater system for potable supply: a case study in Brisbane, Australia. *Water Resour. Manage.* 27 (14), 4865–4876

ČSN 75 9010, 2012. Vsakovací zařízení srážkových vod. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha

Čechová T., 2013. Umělá infiltrace povrchových vod do podzemí, [BSc. Thesis]. Karlova univerzita, Praha

Davidsen S., Löwe R., Ravn N. H., Jensen L. N., Arnbjerg-Nielsen K. 2018 Initial conditions of urban permeable surfaces in rainfall-runoff models using Horton's infiltration. *Water Science and Technology* Volume 77, Issue 3 662–669.

Federer C.A., 1971 Effects of trees in modifying urban microclimates *Proceedings of the Symposium on Trees and Forests in an Urbanizing Environment*, Co-operative Extension Service, University of Massachusetts, Amherst

Fryer, J., 2012. *Water Storage, How to Use Gray Water and Rainwater Systems, Rain Barrels, Tanks, and Other Water Storage Techniques for Household and Emergency Use*. USA.

Griffiths A., 2017. Sustainable Urban Drainage, *Encyclopedia of Sustainable Technologies*, Elsevier, Pages 403-413

Kabelková I., a Doleželová A., 2009. Jak hospodařit s dešťovou vodou na soukromém pozemku. Ústav pro ekopolitiku, o. p. s. Praha

Knop J., 2017. Hospodaření s dešťovou vodou z komunikací na území městské části Praha 4 [MSc. Thesis]. České vysoké učení technické. Praha

May S., Prado R. T. A., 2007. Experimental evaluation of rainwater quality for non-potable applications in the city of São Paulo, Brazil, *Urban water journal*, Volume 3, 2006, Page 145-151

Ministerstvo životního prostředí. 2001. Zákon č. 254/2001 ze dne 28. června 2001 o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon). Česká republika

Ministerstvo pro místní rozvoj. 2006. Vyhláška č. 501/2006 ze dne 10. listopadu 2006 Vyhláška o obecných požadavcích na využívání území. Česká republika

Ministerstvo pro místní rozvoj. 2009. Vyhláška č. 268/2009 ze dne 12. srpna 2009 o technických požadavcích na stavby. Česká republika

Ministerstvo pro místní rozvoj. 2019. Vsakování srážkových vod. Odbor stavebního řádu. Praha

Mlejnská E., Rozkošný, M., 2016 Návrhové parametry, provozní zkušenosti a možnosti intenzifikace umělých mokřadů. Vodohospodářské technicko-ekonomické informace, 2016, Volume 58(2), Pages 11–19.

Novotná J., Lubas M., Kabelková I., 2015a. Možnosti řešení vsaku dešťových vod v urbanizovaných územích v ČR. Ministerstvo životního prostředí ČR, Praha.

Novotná J., Burda P., Vylamová P., 2015b. Podzemní voda jako stabilizační prvek hydrologického cyklu – zdroje, možnosti a ztráty. GEOTest, Brno

Paul M. J., Meyer J. L., 2001. Streams in the urban landscape. Annual Review of Ecology and Systematics. Volume 32, Page. 333-365

Porter-Bopp S., Brandes M. O., Sandborn C., Brandes L., 2011 Peeling back the pavement A Blueprint for Reinventing Rainwater Management in Canada's Communities, Law Centre Environmental university, Victoria

Rozkošný M., 2013. Umělé mokřady pro čištění vod z malých a difúzních zdrojů. Skupina CzWA ČAO, ČR

Slaviková L., Bareš V., Beneš R., Jílková, J., Stránský D., Valentová M. 2007. Ochrana před povodněmi v urbanizovaných povodích. IREAS, Praha

Susca T., 2019 Green roofs to reduce building energy use? A review on key structural factors of green roofs and their effects on urban climate, Building and Environment, Volume 162. September 2019, 106273

Soler N. G., Moss T., Papasozomenou O. 2018, Rain and the city: Pathways to mainstreaming rainwater harvesting in Berlin, Geoforum, Volume 89, 2018, Pages 96-106

Stránský D., 2005. Přírodně blízké hospodaření se srážkovými vodami na stavebním pozemku a jeho důsledky pro územní plánování. Fakulta architektury ČVUT. Praha

Tetzlaff D., Grottker M., Leibundgut C., 2005. Hydrological criteria to assess changes of flow dynamic in urban impacted catchments. *Physics and Chemistry of the Earth*. Volume 30 (6-7), Pages 426-431

Timm A., Kluge B., Wessolek G., 2018. Hydrological balance of paved surfaces in moist mid-latitude climate – A review, *Landscape and Urban Planning*, Volume 175, 2018, Pages 80-91, dostupné z: (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169204618300896>)

TNV 75 9011, 2013. Hospodaření se srážkovými vodami. Sweco Hyprojekt, Praha.

Vacková M., 2017 Urbanistická opatření pro efektivní hospodaření s povrchovou vodou v zastavěných územích [MSc. Thesis]. Vysoké učení technické, Brno

Van Cotthem Willem., 2005. Rooftop Gardening. Ghent University, Belgium

Vítek J., 2008. Odvodňování urbanizovaných území podle principů udržitelného rozvoje. *Urbanismus a územní rozvoj*. Volume 11, 4/2008, Pages 15-26

Vítek J., 2018. Jak se projevuje úroveň zákonných a technických předpisů na aplikaci modrozelené infrastruktury. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace*, Volume 60 (3), Pages 27–34.

Vítek J., Stránský D., Kabelková I., Bareš V., Vítek R., 2015. Hospodaření s dešťovou vodou v ČR. 01/71 ZO ČSOP Koniklec, Praha.

Vojtěch O., 2019. Dřevostavba rodinného domu s vegetační střechou a terasou se střešní zahradou [MSc. Thesis]. Mendelova univerzita, Brno.

Woods B., Kellagher R., Martin P., Jefferies C., Bray R., Shaffer P. 2007 Site handbook for the construction of SUDS. Ciria, London

Woods B., Wilson S., Clarke H., Illman S., Scott T., Ashley R. 2015. The SuDS Manual [online]. Ciria, London. dostupné z: http://www.ciria.org/Memberships/The_SuDs_Manual_C753_Chapters.aspx

Zákon č. 274/2001 ze dne 10. července 2001 o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích). 2001. Česká republika

Zhou Q., 2014. A Review of Sustainable Urban Drainage Systems Considering the Climate Change and Urbanization Impacts. *Water* Volume 6, Pages 976-992.

Seznam obrázků

Obrázek 1 Porovnání odtoku srážkových vod v přirozeném a urbanizovaném území (zdroj: Vítek et al. 2015)	11
Obrázek 2 porovnání odtoku srážkových vod v přirozeném a urbanizovaném (Vítek a kol. 2015)	11
Obrázek 3 Schéma využití norem (zdroj: Vítek et al. 2015)	19
Obrázek 4 Průleh (zdroj: TNV 75 9011)	21
Obrázek 5 Vsakovací nádrž (zdroj: TNV 75 9011)	22
Obrázek 6 Poldr (zdroj: TNV 75 9011)	22
Obrázek 7 Umělý mokřad (zdroj: TNV 75 9011).....	24
Obrázek 8 Vsakovací rýha (zdroj: TNV 75 9011).....	25
Obrázek 9 Vsakovací bloky (zdroj: Novotná et. al. 2015a).....	26
Obrázek 10 Řes vrstvami zelené střechy (zdroj: Ciria 2015)	27
Obrázek 11 Extenzivní typ zelené střechy (zdroj: odu-green-roof.com).....	28
Obrázek 12 Intenzivní střešní zahrada (zdroj: Ciria 2015)	29
Obrázek 13 Akumulace dešťové vody (zdroj: voda.tzb-info.cz).....	30
Obrázek 14 Typy zpevněných povrchů (zdroj: Timm A. et al. 2018).....	32
Obrázek 15 Sběr povrchové vody pro strom (zdroj: Ciria 2015)	33
Obrázek 16 Mapa ČR (zdroj: vlastní)	34
Obrázek 17 Mapa Panenský Týnec (zdroj: vlastní)	34

Seznam tabulek

Tabulka 1 Vhodný návrh vsaku u povrchových řešení (zdroj: Novotná et al. 2015a)	20
Tabulka 2 Vhodný návrh vsaku u podzemního řešení (zdroj: Novotná et al. 2015a)	25
Tabulka 3 Dotčené parcely (zdroj: katastr nemovitostí).....	35
Tabulka 4 Průměrné měsíční a roční úhrny srážek ve stanici Louny (zdroj: studie Panenský Týnec, Louny jihovýchod – likvidace odpadních vod říjen 2009).....	35
Tabulka 5 Návrhové úhrny srážek (zdroj: ČSN 75 9010)	37
Tabulka 6 Součinitele odtoku srážkových povrchových vod (zdroj: ČSN 75 9010)	37
Tabulka 7 Výpočet retenčního objemu vsakovacího zařízení (zdroj: vlastní)	41
Tabulka 8 Odhad ceny nákladů na vybudování vsakovacího zařízení (zdroj: vlastní)	42
Tabulka 9 Rozpočet ceny úprav povrchů v areálu restaurace (zdroj: vlastní).....	42
Tabulka 10 rozpočet nádrží na vodu (zdroj: vlastní)	43
Tabulka 11 Orientační klasifikace znečištění srážkových vod z hlediska znečištění nerozpuštěnými látkami, těžkými kovy a uhlovodíky (zdroj: TVN 75 9011, upraveno autorem)	45

Samostatné přílohy

Příloha 1 Zájmový objekt v Paneském Týnci (zdroj: vlastní)



Příloha 2 Areál před úpravou povrchů (zdroj: vlastní)



Příloha 3 Zhutněný nepropustný povrch před rekultivací (zdroj: vlastní)



Příloha 4 Příprava podkladové vrstvy parkoviště (zdroj: vlastní)



Příloha 5 Příprava svrchní vrstvy parkoviště (zdroj: vlastní)



Příloha 6 Dokončení úprav parkoviště (zdroj: vlastní)



Příloha 7 Úprava zahrady (zdroj: vlastní)



Příloha 8 výsadba stromů (zdroj: vlastní)



Příloha 9 Plocha zahrady před výsevem trávy (zdroj: vlastní)



Příloha 10 První seč travní plochy (zdroj: vlastní)



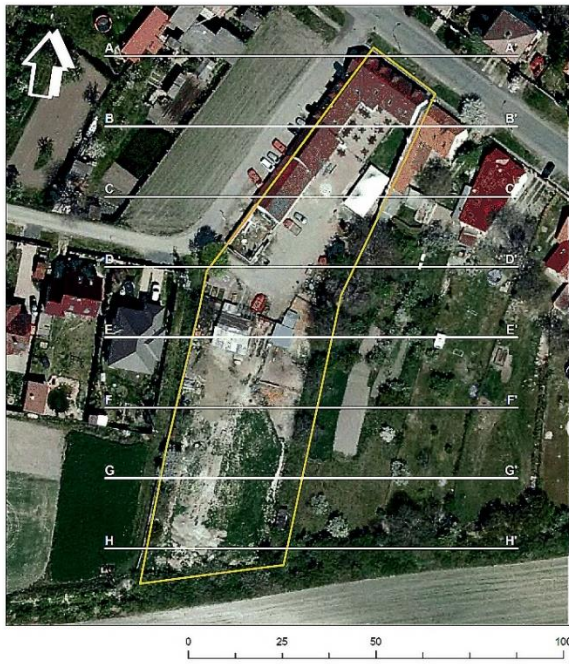
Příloha 11 Dokončená úprava zahrady (zdroj: vlastní)




Příloha 12 Plocha pro navrhovaný průleh (zdroj: vlastní)

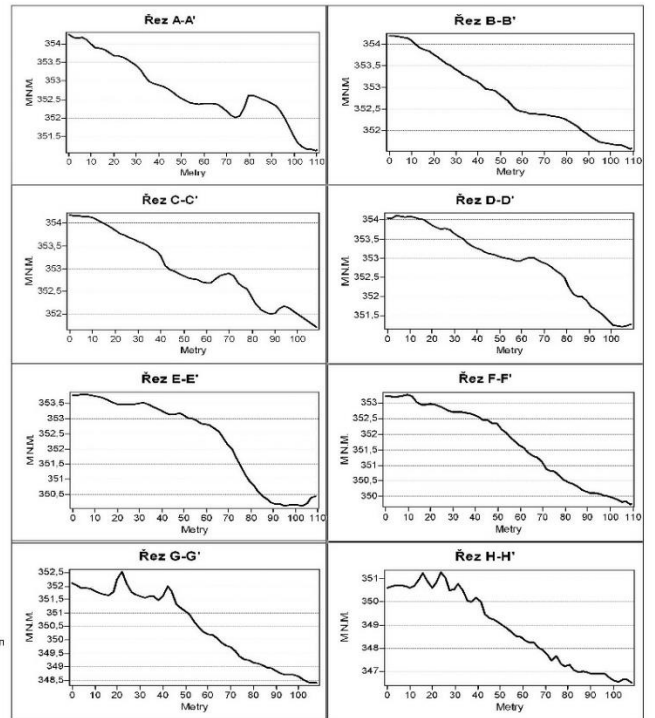


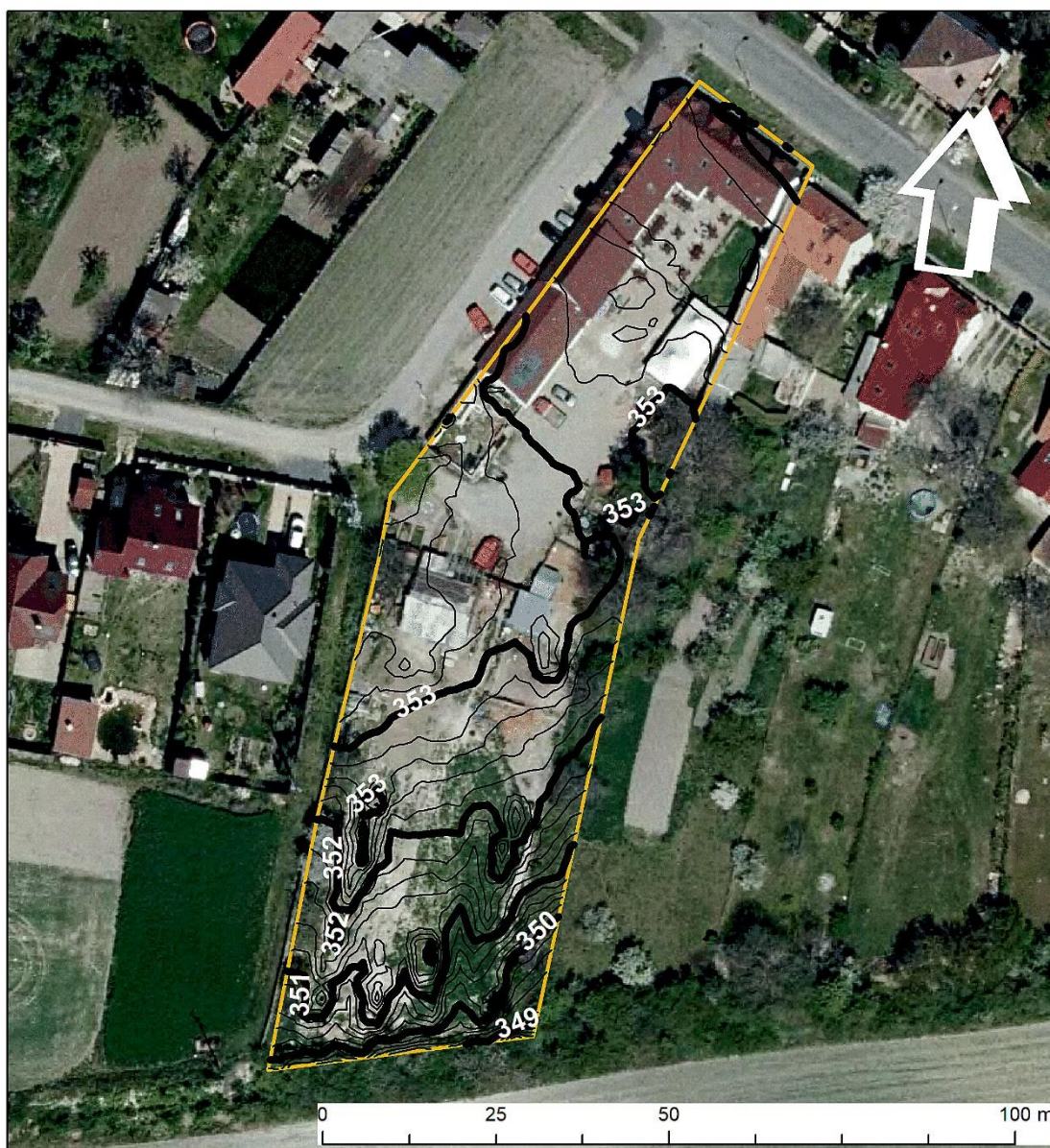
Příloha 13 Řez zájmovým územím (zdroj: vlastní)



Popis symbolů

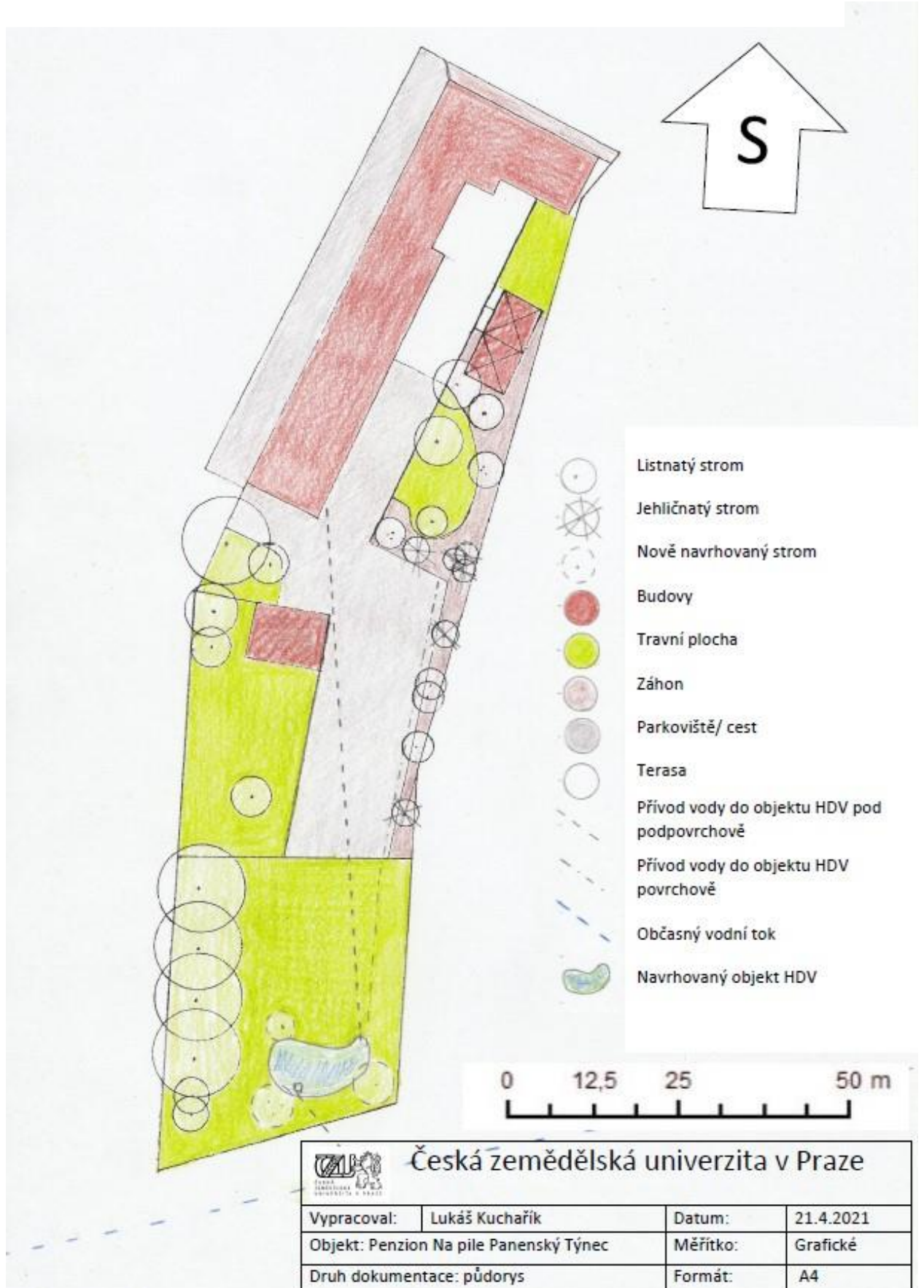
 Panenský Týnec 164





Popis symbolů

 vrstevnice 1m  vrstevnice 0,2m  Panenský Týnec 164



Mravec plast Jímka k obetonování hranatá – 20m³ JOH20



Dostupnost	7 – 14 dní
Kód	JOH20
Výrobce	Mravec plast
Objem	20 m ³

Cena s DPH	52 030,00 Kč
Cena bez DPH	43 000,00 Kč
Počet	<input type="text" value="1"/>

 Do košíku

https://www.mravecplast.cz/e-shop/produkt/jimka-k-obetonovani-hranata-20m3-1096113?gclid=Cj0KCQjwyZmEBhCpARIsALizmnJxsWOCHx2O2tjBRB9MQoEgIFpILO39RP3JgkHaLjC2fLH5crr1xsEaAp_TEALw_wcB

Seznam příloh

Příloha 1 Zájmový objekt v Paneském Týnci (zdroj: vlastní)	I
Příloha 2 Areál před úpravou povrchů (zdroj: vlastní)	I
Příloha 3 Zhutněný nepropustný povrch před rekultivací (zdroj: vlastní).....	II
Příloha 4 Příprava podkladové vrstvy parkoviště (zdroj: vlastní)	II
Příloha 5 Příprava svrchní vrstvy parkoviště (zdroj: vlastní)	III
Příloha 6 Dokončení úprav parkoviště (zdroj: vlastní).....	III
Příloha 7 Úprava zahrady (zdroj: vlastní).....	IV
Příloha 8 výsadba stromů (zdroj: vlastní)	IV
Příloha 9 Plocha zahrady před výsevem trávy (zdroj: vlastní)	V
Příloha 10 První seč travní plochy (zdroj: vlastní)	V
Příloha 11 Dokončená úprava zahrady (zdroj: vlastní)	VI
Příloha 12 Plocha pro navrhovaný průleh (zdroj: vlastní).....	VI
Příloha 13 Řez zájmovým územím (zdroj: vlastní)	VII
Příloha 14 Výšková analýza zájmového území (zdroj: vlastní)	VIII
Příloha 15 Půdorys zájmové parcely (zdroj: vlastní).....	IX
Příloha 16 Navrhovaná nádrž na dešťovou vodu (zdroj: mravenecplast.cz).....	X