

MORAVSKÁ VYSOKÁ ŠKOLA OLOMOUC

Ústav ekonomie

Kateřina Šlechtová

**Ekonomická analýza využití srážkových vod pro provoz
budovy s posouzením environmentálního dopadu**

Economic Analysis of the Use of Rainwater for Building
Operation with the Assessment of Environmental Impact

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Ing. Jarmila Zimmermannová, Ph.D.

Olomouc 2016

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a použila jen uvedené informační zdroje. Prohlašuji, že odevzdaná tištěná verze bakalářské práce se shoduje s elektronickou verzí vloženou do IS/STAG.

Praha

.....

Děkuji mé vedoucí práce Ing. Jarmile Zimmermannové, Ph.D., za velmi cenné rady při jejím zpracování. Dále děkuji MVDr. Petru Holdovi, za svolení zveřejnit interní informace o svojí klinice.

Moravská vysoká škola Olomouc
Akademický rok: 2014/2015

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Kateřina Šlechtová**
Osobní číslo: **M13168**
Studijní program: **B6208 Ekonomika a management**
Studijní obor: **Podniková ekonomika a management**
Název tématu: **Ekonomická analýza využití srážkových vod pro provoz budovy s posouzením environmentálního dopadu.**
Téma anglicky: **Economic Analysis of the Use of Rainwater for Building Operation with the Assessment of Environmental Impact.**
Zadávací katedra: **Ústav ekonomie**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Obecné zásady pro vypracování:

Příkaz prorektora pro studijní a pedagogické záležitosti k bakalářským pracím.
Práce bude zpracována podle zásad platných na Moravské vysoké škole Olomouc pro akademický rok 2015/16.

Osnova:

1. Úvod, stanovení cílů práce
2. Teoretická část - přehled poznatků z literatury
3. Metodologická část - metody a techniky zpracování
4. Praktická část - aplikace, dosažené výsledky a jejich zhodnocení
5. Závěr

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

SYNEK, M., KOPKÁNĚ, H., KUBÁLKOVÁ, M., Manažerské výpočty a ekonomická analýza. 1. vyd. Praha: Beck, 2009, 301 s. ISBN 978-80-7400-154-3.

KNÁPKOVÁ, A., PAVELKOVÁ, D., ŠTEKER, K., Finanční analýza - Komplexní průvodce s příklady. 2. vyd. Praha: Grada Publishing, 2013, 240 s. ISBN 978-80-247-4456-8.

ŠÁLEK, J., a kol. Voda v domě a na chatě. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2012, 144 s. ISBN 978-80-247-3994-6.

MACEK, L., ŠVEC, L. (ed.) 2008. Sborník příspěvků konference Nakládání s vodami v urbanizovaných povodích. Vydavatel: Aquion, Praha. Zákon o vodách č. 254/2001 Sb.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Jarmila ZIMMERMANNOVÁ, Ph.D.
Ústav ekonomie

Datum zadání bakalářské práce: **10. dubna 2015**

Termín odevzdání bakalářské práce: **31. března 2016**

Podpis studenta: *Eleonora Kaberová* Datum: *14. 7. 2015*

Podpis vedoucího práce: *Zim* Datum: *11. 5. 2015*

Kovačičinová
Mgr. Irena KOVAČIČINOVÁ
prorektorka



Lucie Meixnerová
Ing. Lucie MEIXNEROVÁ, Ph.
manažer ústavu

V Olomouci dne 6. května 2015

Obsah

ÚVOD	8
1 TEORETICKÁ ČÁST	10
1.1 Zákon o vodovodech a kanalizacích	10
1.1.1 Vymezení základních pojmů	10
1.1.2 Obecné technické požadavky.....	13
1.2 Využití srážkových vod.....	14
1.2.1 Druhy vod	14
1.2.2 Posouzení napojení na veřejnou kanalizaci	15
1.2.3 Odvod a využití dešťové vody.....	17
1.2.4 Zařízení k dopravě vody	21
1.2.5 Zařízení k akumulaci vody	23
1.2.6 Zařízení k čerpání vody	24
1.2.7 Materiály vnitřního potrubí.....	25
1.3 Ekonomické ukazatele	28
2 PRAKTICKÁ ČÁST – PŘÍPADOVÁ STUDIE	30
2.1 Současnost kanalizování v Praze	30
2.2 Popis zadání	31
2.3 Možnosti řešení odvodu dešťových vod z budovy	32
2.3.1 Tunel s vysokou investicí	32
2.3.2 Nevhodné hydrogeologické podmínky	32
2.3.3 Malá kapacita místní čistírny odpadních vod	33
2.3.4 Schválené konečné řešení	34
2.4 Technický popis navrhovaného řešení	34
2.4.1 Bilance srážkových vod	35
2.4.2 Zásobování pitnou vodou.....	36
2.4.3 Zásobování užitkovou vodou.....	37

2.5	Ekonomické aspekty navrženého řešení	39
2.5.1	Výpočet nákladů	39
2.5.2	Výpočet návratnosti systému čerpání dešťové vody	41
2.5.3	Provozní náklady	42
2.6	Ekonomické vyhodnocení projektu.....	44
ZÁVĚR		45
LITERATURA A PRAMENY		48
SEZNAM ZKRATEK A ZNAČEK		51
SEZNAM OBRÁZKŮ.....		52
SEZNAM TABULEK		53
SEZNAM PŘÍLOH.....		54

ÚVOD

Celosvětově stoupá spotřeba všech médií. Od elektrické energie, přes nerostné suroviny až po vodu. Velká část obyvatelstva naší planety trpí nedostatkem vody. Zásoby pitné sladké vody se neustále tenčí a počet obyvatel vytrvale roste. V rozvinutém světě se postupně větší a větší energie věnuje spojení s vodou.

Obrovské množství vody nám spadne z nebe formou dešťových srážek a bezúčelně odteče do řeky nebo na čistírnu odpadních vod, kde v podstatě ještě zhorší kvalitu čistícího procesu. Velké množství zpevněných ploch, které neustále rostou na úkor zabírání zemědělské půdy, přináší stejný efekt. Původní zemědělská půda má v případě přívalových dešťů, velkou schopnost zadržení a retardace vody. Tento přirozený proces, který člověk nekonečnou industrializací krajiny narušuje, zabraňuje vzniku povodní. V místech kde není oddílná kanalizace, navíc nepřiměřeně zatěžuje kanalizační síť a následný čistící proces.

Hlavním cílem této bakalářské práce je provést ekonomickou analýzu využití srážkových vod pro provoz budovy s posouzením environmentálního dopadu. Dílčím cílem je nalézt způsob, který při dodržení všech platných norem a zákonů, odvede srážkovou vodu ze střechy projektované veterinární kliniky a zpevněných ploch, dále zjistit množství srážkové vody a velikost nádrže, navrhnout alternativu v případě dlouhodobého trvalého deště a v opačném případě navrhnout princip dopouštění nádrže pitnou vodou v období sucha. Na závěr provést ekonomickou analýzu a vyhodnotit, zda vynaložené investice budou ziskové.

Teoretická část má celkem tři kapitoly. V první se zaměřuji na vymezení základních pojmů specifikovaných v zákoně o vodovodech a kanalizacích, které je nutné při realizaci dodržet.

V druhé kapitole popisuji dělení vod v obytných budovách. Dále způsoby odvedení srážkové vody, jímání, její následné akumulace a čerpání. Seznamuji zde s existujícími druhy materiálů na dopravu vody, jejich použitím, životností a také vhodností.

V poslední kapitole teoretické části vymezuji ekonomické pojmy jako: návratnost investice, položkový rozpočet, variabilní a fixní náklady.

Praktická část je rozdělena do čtyř kapitol, kde v první hledám možnost, jak nahradit finančně náročné ražení tunelu, jiným odvodem srážkové vody. Posuzuji možnost vsakování a stanovuji konečné řešení.

V druhé části technicky popisuji jednotlivé detaily k jímání a využití dešťové vody, montáž a zvolené materiály. Vypočítávám množství vody na základě srážkových úhrnů, navrhuji objem akumulací nádrže a jednotlivé technické prvky.

Třetí část vyčísluje náklady celého díla, včetně materiálů a práce.

Na závěr posuzuji ekonomii celého projektu, jeho návratnost a proveditelnost.

V rámci mé bakalářské práce byly použity matematické a ekonomické metody sloužící především pro výpočet návratnosti vyprojektovaného zařízení jímání dešťové vody. Zohledňuji nejen přínos ve formě ušetřených prostředků za stále zdražující se pitnou vodu, ale i náklady na stavbu, na elektrickou energii a rovněž úsporu za srážkovně daného objektu. Součástí výpočtu návratnosti byl odhad růstu cen energie a vodného. Na růst vodného jsem stanovila záměrně nízkou hodnotu, aby případný skutečný ekonomický výsledek, mohl nabýt pouze větších hodnot. Při výběru technických prvků jsem použila narativní metodu, kde jsem od lidí z praxe zjišťovala nejlepší použitelná zařízení na trhu za přijatelnou cenu.

1 TEORETICKÁ ČÁST

1.1 Zákon o vodovodech a kanalizacích

Práva a povinnosti vlastníka, provozovatele a odběratele stanovují základní pojmy z oboru vodovodů a kanalizací. Jde o definici rozdílů mezi infrastrukturou a samotnou přípojkou při jejím provozování, údržbě, opravách a případných rekonstrukcích. Tato část zákona se taktéž věnuje majetkové a provozní evidenci, plánu rozvoje obnovy a tvorby rezerv.

1.1.1 Vymezení základních pojmů

*„(1) **Vodovod** je provozně samostatný soubor staveb a zařízení zahrnující vodovodní řady a vodárenské objekty, jimiž jsou zejména stavby pro jímání a odběr povrchové nebo podzemní vody, její úpravu a shromažďování. Vodovod je vodním dílem.*

*(2) **Kanalizace** je provozně samostatný soubor staveb a zařízení zahrnující kanalizační stoky k odvádění odpadních vod a srážkových společně, nebo odpadních vod samostatně a srážkových vod samostatně, kanalizační objekty, čistírny odpadních vod před jejich vypouštěním do kanalizace. Odvádí-li se odpadní voda a srážková voda společně, jedná se o jednotnou kanalizaci a srážkové vody se vtokem do této kanalizace přímo, nebo jejich přípojkou stávají odpadními vodami.*

*(3) **Provozování vodovodů a kanalizací** je souhrn činností, kterými se zajišťuje dodávka pitné vody nebo odvádění a čištění odpadních vod. Rozumí se jím zejména dodržování technologických postupů při odběru, úpravě a dopravě pitné vody včetně manipulačních řadů, kanalizačního řádu, vedení provozní dokumentace, provozní a fakturační měření, dohled na provozuschopnost vodovodů a kanalizací, příprava podkladů pro výpočet ceny pro vodné a stočné a další související činnosti; není jím správa vodovodů a kanalizací ani jejich rozvoj.*

*(4) **Fyzickou osobou trvale využívající vodovod nebo kanalizaci** podle § 1 odst. 3 písm. a) je fyzická osoba, která má mít v obci kde se nachází vodovod nebo kanalizace trvalý pobyt.“¹*

¹ CHALOUPKA, V., aj. Zákon o vodovodech a kanalizacích, s. 18.

*„(5) **Provozovatelem vodovodu nebo kanalizace** je osoba, která provozuje vodovod nebo kanalizaci a je držitelem povolení k provozování tohoto vodovodu nebo kanalizace krajským úřadem podle § 6.*

*(6) **Odběratelem** je vlastník pozemku nebo stavby připojené na vodovod nebo kanalizaci, není-li dále stanoveno jinak; u budov v majetku České republiky je odběratelem organizační složka státu, které přísluší hospodaření s touto budovou podle zvláštního zákona; u budov, u nichž spoluvlastník budovy je vlastníkem bytu nebo nebytového prostoru jako prostorově vymezené části budovy a zároveň podílovým spoluvlastníkem společných částí budovy, je odběratelem společenství vlastníků. U pozemků nebo budov předaných pro hospodaření příspěvkových organizací zřízených územními samosprávnými celky jsou odběratel tyto osoby.*

*(7) **Vnitřní vodovod** je potrubí určené pro rozvod vody po pozemku nebo stavbě, které navazuje na konec vodovodní přípojky. Vnitřní rozvod není vodním dílem.*

*(8) **Vnitřní kanalizace** je potrubí určené k odvádění odpadních vod, popřípadě i srážkových vod ze stavby, k jejímu líci. V případě, kdy jsou odváděny odpadní vody, popřípadě i srážkové vody ze stavby i pozemku vně stavby, je koncem vnitřní kanalizace místo posledního spojení vnějších potrubí. Tato místa jsou také začátkem kanalizační přípojky.*

*(9) **Obnovou** je výměna části vodovodu, úpravny vody, kanalizace nebo čistírny odpadních vod, která je inventárně sledovanou částí majetku vlastníka nebo samostatnou položkou uvedenou ve vybraných údajích majetkové evidence, za účelem prodloužení životnosti stavby a s ní související technologie.*

*(11) **Vybrané údaje majetkové evidence** jsou souborem technických a ekonomických údajů, údajů o poloze umožňujících identifikaci staveb přiváděcích řadů a rozvodné vodovodní sítě, staveb pro úpravu vody s technologií pro úpravu nebo bez ní, přiváděcích stok a stokových sítí, čistíren odpadních vod tak, že u každé položky jsou uvedeny identifikační údaje jejich vlastníka.“²*

² CHALOUPKA, V., aj. *Zákon o vodovodech a kanalizacích*, s. 19.

Zákon také vymezuje a upravuje vlastnické vztahy týkající se vodovodních a kanalizačních přípojek, které byly dříve častou příčinou sporů.

*„(1) **Vodovodní přípojka** je samostatnou stavbou tvořenou úsekem potrubí od odbočení z vodovodního řadu k vodoměru, a není-li vodoměr, pak k vnitřnímu uzávěru připojeného pozemku nebo stavby. Odbočení s uzávěrem je součástí vodovodu. Vodovodní přípojka není vodním dílem.*

*(2) **Kanalizační přípojka** je samostatnou stavbou tvořenou úsekem potrubí od vyústění vnitřní kanalizace stavby nebo odvodnění pozemku k zaústění do stokové sítě. Kanalizační přípojka není vodním dílem.*

*(3) **Vlastníkem** vodovodní přípojky nebo kanalizační přípojky, popřípadě jejích částí zřízených přede dnem nabytí účinnosti tohoto zákona, je vlastník pozemku nebo stavby připojené na vodovod nebo kanalizaci, neprokáže-li se opak.*

*(4) **Vlastník vodovodní přípojky** je povinen zajistit aby vodovodní přípojka byla provedena a užívána tak, aby nemohlo dojít ke znečištění vody ve vodovodu.*

*(5) **Vlastník kanalizační přípojky** je povinen zajistit, aby kanalizační přípojka byla provedena jako vodotěsná a tak, aby nedošlo ke zmenšení průtočného profilu stoky, do které je zaústěna.*

*(6) **Vodovodní přípojku a kanalizační přípojku** pořizuje na své náklady odběratel, není-li dohodnuto jinak; vlastníkem přípojky je osoba, která na své náklady přípojku pořídila.*

*(7) **Opravy a údržbu** vodovodních přípojek a kanalizačních přípojek uložených v pozemcích, které tvoří veřejné prostranství, zajišťuje provozovatel ze svých provozních nákladů.*

*(8) **Obecní úřad** může v přenesené působnosti rozhodnutím uložit vlastníkům stavebního pozemku nebo staveb, na kterých vznikají, nebo mohou vznikat, odpadní vody, povinnost připojit se na kanalizaci v případech, kdy je to technicky možné.“³*

³ CHALOUPKA, V., aj. Zákon o vodovodech a kanalizacích, s. 25-26.

1.1.2 Obecné technické požadavky

Vzhledem k tomu, že se výrazně rozšiřuje využívání srážkových vod, stoupá tím také nebezpečí fyzického napojení na vodovod pro veřejnou potřebu. Tuto možnost je nutné důsledně vyloučit. Pokud by došlo k propojení vodovodu pro veřejnou potřebu s jiným zdrojem vody, hrozí majiteli vysoká pokuta. Toto také upravuje zákon.

*„(1) **Vodovody** musí být navrženy a provedeny tak, aby bylo zabezpečeno dostatečné množství zdravotně nezávadné pitné vody pro veřejnou potřebu ve vymezeném území a aby byla zabezpečena nepřetržitá dodávka pitné vody pro odběratele. Je-li vodovod jediným zdrojem pro zásobování požární vodou, musí splňovat požadavky požární ochrany na zajištění odběru vody k hašení požáru, je-li to technicky možné.*

*(2) **Potrubí** vodovodu pro veřejnou potřebu včetně jeho přípojek a na ně napojených vnitřních rozvodů nesmí být propojeno s vodovodním potrubím z jiného zdroje vody, než je vodovod pro veřejnou potřebu.*

*(3) **Vodovody** musí být chráněny proti zamrznutí, poškození vnějšími vlivy, vnější a vnitřní korozi a proti vnikání škodlivých mikroorganismů, chemických a jiných látek zhoršujících kvalitu pitné vody. Další technické požadavky na stavby vodovodů stanoví prováděcí správní předpis.“⁴*

⁴ CHALOUPKA, V., aj. *Zákon o vodovodech a kanalizacích*, s. 75.

1.2 Využití srážkových vod

1.2.1 Druhy vod

Základní dělení vod v obytných budovách je na vodu **pitnou, užitkovou, odpadní a srážkovou**.⁵

Zdrojem pitné vody je veřejný vodovod, nebo studna. Tato voda musí být zdravotně nezávadná a při dlouhodobém požívání nevyvolávat onemocnění nebo poruchy zdraví. Nesmí obsahovat mikroorganismy a jiné látky, které akutním, chronickým či pozdním působením ovlivňují zdraví fyzických osob.⁶ V praxi se nejčastěji posuzují – tvrdost, dusičnany, mangan a železo, amoniak a bakteriální znečištění. Zjišťování tvrdosti vody se provádí z důvodu praktického používání – čím vyšší tvrdost (pH), tím více chemických přípravků do domácích spotřebičů se musí použít. S tímto jsou ovšem spojeny provozní problémy s potrubím a armaturami, které se rychleji zanášejí. Vyšší obsah manganu a železa způsobuje žluté skvrny na domácím zařízení, nebo také dochází k růstu železitých bakterií v potrubí, které se následně vyplavují a lidé je zaměňují se rzí. Pokud je zdroj pitné vody kontaminován vodou odpadní, tato pak vykazuje vysoké hodnoty amoniaku, což se projeví obvykle i bakteriálním znečištěním. Pokud voda obsahuje dusičnany, je nebezpečná zejména pro kojence a děti. Pokud voda určená k pití neodpovídá těmto požadavkům, je nutné ji upravovat. Za kvalitu vody u veřejných vodovodů zodpovídá provozovatel a u místních zdrojů zodpovídá pak sám odběratel (majitel studny).⁷

Užitková voda je zdravotně nezávadná voda, která na rozdíl od vody pitné může mít širší mikrobiální kontaminaci (ovšem výhradně nepatogenní) a může vykazovat mírné zabarvení, zákal, nebo pachut'. Používá se k praní prádla, zavlažování, úklidu, splachování toalet, lze ji také použít k napájení hospodářských zvířat, ale pouze v případě, že odpovídá limitním požadavkům pro požívání vody zvířaty.⁸

Srážková voda je dle příslušné legislativy voda, která se ještě nedotkla zemského povrchu, takovou je například voda ze střech. Pro vodu, která již dopadla na terén,

⁵ Srov. ŠÁLEK J., a kolektiv, *Voda v domě a na chatě*, s. 8.

⁶ Srov. ŽABIČKA. Z., *Vodovod a kanalizace*, s. 17.

⁷ Srov. ŠÁLEK J., a kolektiv, *Voda v domě a na chatě*, s. 9.

⁸ Srov. tamtéž, s. 15.

by se měl používat termín „povrchové vody vzniklé z vod srážkových“.⁹ Pro zjednodušení budu dále používat pro vodu vzniklou ze srážek, ať už dopadla na jakýkoliv povrch, termín srážková voda, nebo také dešťová voda.

Voda, jejíž kvalita je zhoršena působením lidské činnosti, se nazývá **voda odpadní**.¹⁰

1.2.2 Posouzení napojení na veřejnou kanalizaci

Současná legislativa vyžaduje hospodaření se srážkovými vodami podle toho, co dovolují místní podmínky. Jednou z možností, kam dešťovou vodu odvést z pozemku, je napojení se na veřejnou kanalizaci. V případě veterinární kliniky by se jednalo o napojení na kanalizaci pod důležitou komunikací, kde nebylo možno zastavit ani omezit provoz a také je zde vysoká hustota inženýrských sítí, které brání otevřenému výkopu. Zde by se musela volit výstavba kanalizační přípojky hornickým způsobem a to převážně ručně za použití drobných mechanismů. Hloubily by se dvě vstupní svislé šachty s rozměrem 2 x 2 m a hloubkou 5 m. Dále by se razila štola podkovitého tvaru jištěna pražskými rámy z ploché oceli 10 x 100 mm.¹¹ Délka štoly by byla 12 m. Výkop by byl proveden šikmo od šachty směrem ke svodu potrubí dešťové kanalizace. O nacenění tunelování jsem požádala kolegu, jehož pracovní náplní je i práce s rozpočty těchto výkopových prací.

Tab. 1 - Ceny výkopových prací¹²

Ceny výkopových prací				
ŠACHTA č. 1	1 m	20 000,-	5 m	100 000,-
ŠACHTA č. 2	1 m	20 000,-	5 m	100 000,-
ŠTOLA	1m	50 000,-	12 m	600 000,-
VÝKOP	1m	15 000,-	10 m	150 000,-
Cena celkem bez DPH:				950 000,-

⁹ Srov. ŠÁLEK J., a kolektiv, *Voda v domě a na chatě*, s. 9.

¹⁰ Srov. tamtéž, s. 13.

¹¹ Srov. ŠTEFANOVÁ, P., PEJŠA, J. a HEROUTOVÁ, H., *Kanalizační díla budovaná hornickým způsobem* [online]. 2015 [cit. 2016-01-29]. Dostupné na: <http://slon.diamo.cz/hpvt/2005/tezba/S_17.htm>

¹² Vlastní zpracování.

Odhadovaná cena zahrnuje vytěžení 40 m³ zeminy, zpětné zasypání šachet, zhutnění, odvoz, skládku přebytečného materiálu, dopravu pažení a strojů na staveniště (přesun hmot).

Jelikož je veterinární klinika budovou určenou k podnikání, je nutné počítat i s měsíčními platbami za odvádění srážkových vod. Cenu získáme součinem plochy nemovitosti, koeficientem odtokovosti, hodnotou dlouhodobého srážkového úhrnu dané lokality a cenou stočného. Tento způsob výpočtu množství srážkových vod odvedených do kanalizace bez měření upravuje § 31 prováděcí vyhlášky č. 428/2001 Sb. k zákonu č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu.¹³ Tento poplatek mají povinnost platit všichni majitelé nemovitostí, v nichž je provozována podnikatelská činnost. Od povinnosti platit jsou osvobozeni: plochy nemovitostí určených k trvalému bydlení a domácnosti, plochy dálnic, silnic, místních komunikací a účelových komunikací veřejně přístupných, plochy drah celostátních a regionálních, včetně pevných zařízení potřebných pro přímé zajištění bezpečnosti a plynulosti drážní dopravy, zoologické zahrady a k ní náležící pozemky.¹⁴ Opět si tuto položku vyčíslíme pro naši stavbu, avšak jde pouze o teoretické výpočty. V praxi bude napojení řešeno jiným způsobem.

Tab. 2 - Výpočet redukované plochy¹⁵

Druhy ploch	A	B	C	Součet redukovanych ploch
	Zastavěné a těžce propustné zpevněné plochy	Lehce propustné zpevněné plochy	Plochy kryté vegetací	
Plocha v m ²	221	180	514	
Odtokový součinitel	0,9	0,4	0,05	
Redukovaná plocha m ²	221x0,9= 198,9	180x0,4= 72	514x0,05= 25,7	296,6

¹³ Srov. CHALOUPKA, V., aj. *Zákon o vodovodech a kanalizacích*, s. 235.

¹⁴ Srov. NEJČASTĚJŠÍ DOTAZY O VODĚ. *Pvk.cz* [online] 2012 [cit. 2016-01-29]. Dostupné na: <<http://www.pvk.cz/import-1413366156/clanky-1413366156/nejcastejsi-dotazy-o-vode-1413366157/jsem-povinen-platit-za-odvadeni-srazkovych-vod/>>

¹⁵ Vlastní zpracování.

Dlouhodobý srážkový úhrn v Praze je 540 mm/rok (viz příloha č. 2) a cena stočného pro rok 2015 činí 32,94 Kč/m³. Vynásobíme tedy redukované plochy se srážkovým úhrnem 296,6 x 0,54 a vyjde nám, že jsme povinni platit za 160 m³. Tyto vynásobíme cenou stočného a roční platba za odvádění srážkových vod činí: 160 x 32,94 = **5.270,5 Kč**.

1.2.3 Odvod a využití dešťové vody

Další alternativa, jak odvézt dešťovou vodu z pozemku je **vsakování**.¹⁶ Tuto metodu volíme tam, kde jsou vhodné hydrogeologické podmínky (např. u jílovité půdy je vsakování nevhodné). Další kritérium, které je nutno dodržet je, že dno vsakovacího zařízení musí být minimálně 1 m nad hladinou podzemní vody, dále se musí dodržet dostatečná vzdálenost od podsklepených budov, vzrostlých keřů a stromů. V dnešní době nahrazujeme klasické vsakovací drenáže ze štěrku, kameniva, nebo plastových drenážních trubek za mnohem výkonnější a flexibilnější vsakovací bloky a tunely, které mají vysokou akumulaci schopnost. Tím pádem se nemusí provádět tolik výkopů a jsou tedy i nižší náklady na výkopové práce.



Obr. 1 - Vsakovací bloky Garantia¹⁷

¹⁶ Srov. ŠÁLEK, J., a kol., *Voda v domě a na chatě*, s. 19.

¹⁷ VSAKOVÁNÍ A RETENCE. *Nicoll.cz* [online]. 2015 [cit. 2016-01-09]. Dostupné na: <<http://www.nicoll.cz/produkty/destova-voda/vsakovani-a-retence/vsakovaci-bloky.html>>

Tyto podzemní plastové prvky, jsou při montáži velice flexibilní a je tedy možné z nich vytvořit nádrže rozličných rozměrů a kapacity. Další předností je jejich recyklovatelnost a dlouhá životnost, která je až 50 let. Jsou tedy vhodné pro majitele budov s velkými zpevněnými plochami a střechami, ale také pro menší stavby a rodinné domy, i když zde se častěji používají vsakovací tunely.¹⁸



Obr. 2 - Vsakovací tunel¹⁹

Tento je také libovolně rozšiřitelný a má navíc schopnost pojmout přívalovou vodu. Do těchto systémů lze okapními žlaby odvést vodu ze střech, dále z ploch parkovišť, chodníků a jiných užitkových ploch. Dá se využít pro odtok ze zahradních jezírek a rybníčků, k odvodnění dlouhodobě vlhkých pozemků, ale také se sem může odvést přebytečná voda z akumulčních nádrží.²⁰

¹⁸ Srov. ŠÁLEK, J., a kol., *Voda v domě a na chatě*, s. 19.

¹⁹ VSAKOVACÍ TUNELY. *Nicoll.cz* [online]. 2015 [cit. 2016-02-05]. Dostupné na: <<http://www.nicoll.cz/produkty/destova-voda/vsakovani-a-retence/vsakovaci-tunely.html>>

²⁰ Srov. VSAKOVÁNÍ A RETENCE. *Nicoll.cz* [online]. 2016 [cit. 2016-01-09]. Dostupné na: <<http://www.nicoll.cz/produkty/destova-voda/vsakovani-a-retence.html>>



Obr. 3 - Vsakovací tunel²¹

Pokud se majitel nemovitosti rozhodne využívat dešťovou vodu např. k zavlažování, splachování toalet, praní prádla nebo k sanitárním účelům, volí metodu **jímání do akumulací nádrže**.²² Zde se voda jímá ze střech okapními žlaby až do akumulací nádrží, které mohou být jak podzemní, tak i nadzemní. Ideální je zvolit nádrž podzemní, protože je zde zaručena stabilnější teplota, není zde přístup světla, tudíž nedochází ke zkáze vody. Nádrže se usazují do nezamrzé hloubky, proto můžeme prakticky dešťovou vodu využívat celoročně. Důležité je také zvolit správnou velikost nádrže, která se odvíjí od odvodňované plochy a četnosti srážek v dané lokalitě.

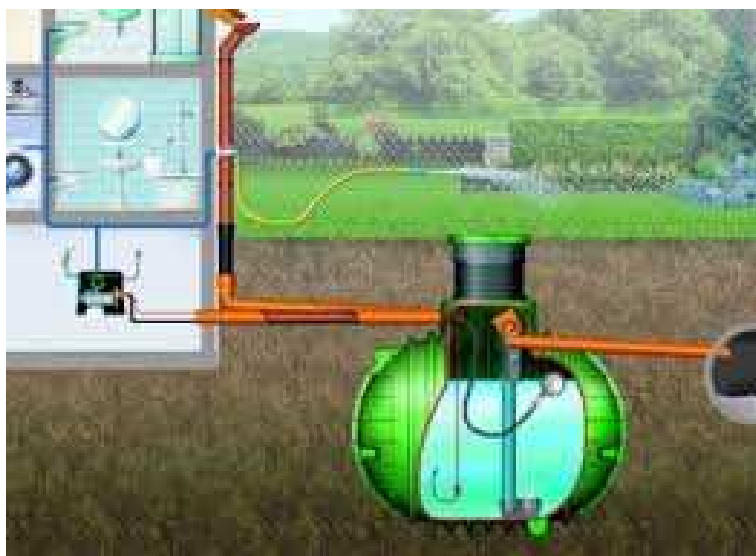
²¹ VSAKOVACÍ BLOKY. *Nicoll.cz* [online]. 2015 [cit. 2016-01-29]. Dostupné na: <<http://www.nicoll.cz/produkty/destova-voda/vsakovani-a-retence/vsakovaci-bloky.html>>

²² Srov. ŠÁLEK, J., a kolektiv, *Voda v domě a na chatě*, s. 21.



Obr. 4 - Schéma jímání dešťové vody²³

Před nátokem do akumulční nádrže je třeba, aby voda protekla filtračními prvky a vyčistila se od nežádoucích nečistot, které by mohly způsobit škody na čerpadle nebo jiném zařízení.²⁴



Obr. 5 - Řez nádrží²⁵

²³ NÁDRŽE NA DEŠŤOVOU VODU. *Nicoll.cz* [online]. 2015 [cit. 2016-01-11]. Dostupné na: <<http://www.nicoll.cz/produkty/destova-voda/nadrze-na-destovou-vodu.html>>

²⁴ Srov. VSAKOVÁNÍ A RETENCE. *Nicoll.cz* [online]. 2016 [cit. 2016-01-11]. Dostupné na: <<http://www.nicoll.cz/produkty/destova-voda/vsakovani-a-retence.html>>

²⁵ Tamtéž.

Odtud vedou rozvody vody do vnitřního zařízení, které nesmí být přímo spojováno s rozvody pitné vody a tyto je nutné chránit od možného zpětného průtoku dešťové vody podle ČSN EN 1717. Místa, kde se dešťová voda bude používat, musí být označena symbolem pro nepitnou vodu nebo označena nápisem „Nepitná voda“. Zásady pro toto označení jsou uvedeny v ČSN EN 806-2. Akumulační nádrž musí také tvořit již zmíněná čerpací technika, ale v neposlední řadě bezpečnostní přepad buď do vsaku, nebo veřejné kanalizace.²⁶



Obr. 6 - Zákazová značka²⁷

V případě, že se stavba nachází poblíž vodního toku, lze přebytečnou dešťovou vodu odvést sem trubními odvody vody.

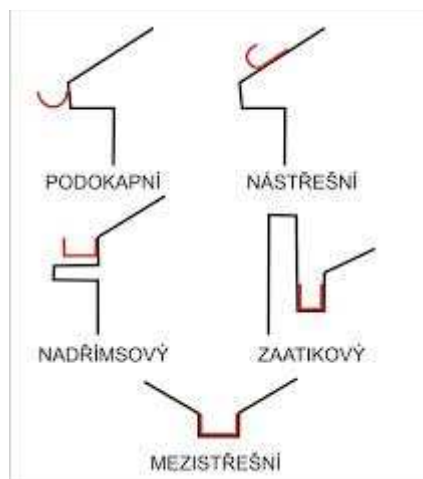
1.2.4 Zařízení k dopravě vody

Srážkové vody jímány ze střech se odvádějí pomocí okapových systémů, které se skládají z vodorovných částí, které nazýváme žlaby (okapy) a svislých částí, kterým říkáme svody. Pro zajištění kvality vody umístíme na svislé části svodový okapový filtr, nebo podokapní filtrační hrnec, který zbaví vodu hrubých nečistot jako je listí, mech, klacíky, rozbitá střešní krytina apod. Žlaby dělíme podle umístění vůči střeše

²⁶ Srov. ŠÁLEK, J., a kolektiv, *Voda v domě a na chatě*, s. 32.

²⁷ ZÁKAZOVÉ ZNAČKY. *Leanproduction.sk* [online]. 2015 [cit. 2016-02-20]. Dostupné na: <<http://leanproduction.sk/5s-bezpe/bezpe/zakazove-zna.html>>

následovně: **nástřešní žlab**, který je umístěn před okapní hranu střechy v její rovině, **podokapní žlab**, ten je zavěšen pod okapovou hranou střechy na háčích. Kde nechceme, aby byl okap vidět, zvolíme **nadřímsový žlab**, ale k tomu také musí být stavba přizpůsobena. Dále máme **zaatikový žlab** a posledním je **žlab mezistřešní**, který je mezi dvěma střechami.²⁸



Obr. 7 - Umístění střešních žlabů²⁹

Dále je dělíme podle materiálů, které se od sebe liší cenou a vzhledem. Převážná část okapů je kovových a jsou provedeny z těchto materiálů:

Pozinkovaný plech je často užíván kvůli nižší ceně. Jeho nevýhodou je, že se musí udržovat nátěry, kvůli korozi. Tyto plechy lze také koupit z výroby opatřenou ochrannou vrstvou polyesteru, které se nemusejí natírat a mají delší životnost.³⁰

Hliníkový plech má velkou výhodu, že nekoroduje a má nízkou hmotnost, což usnadňuje instalaci. Je až čtyřikrát dražší než plech pozinkovaný, ale na druhou stranu jeho životnost je až čtyřicet let, což je jednou tak déle, než u pozinku.³¹

²⁸ Srov. JAK SI VYBRAT OKAPY. *Coleman.cz* [online]. 2015 [cit. 2015-12-19]. Dostupné na: <<http://e.coleman.cz/jak-si-vybrat-okapy-cz/>>

²⁹ LETNÍ PŘÍVALOVÝ DÉŠŤ VERSUS ŠIKMÉ STŘECHY - OKAPOVÉ ŽLABY. *Novinky.cz* [online] 2014 [cit. 2016-02-20]. Dostupné na: <<http://www.novinky.cz/bydleni/nemoci-nemovitosti/343913-letni-privalovy-dest-versus-sikme-strechy-okapove-zlaby.html>>

³⁰ Srov. JAK SI VYBRAT OKAPY. *Coleman.cz* [online]. 2015 [cit. 2015-12-19]. Dostupné na: <<http://e.coleman.cz/jak-si-vybrat-okapy-cz/>>

³¹ Srov. tamtéž.

Měděný plech je bezúdržbový materiál, který si časem na vzduchu vytvoří vlastní ochrannou vrstvu, která je nejprve zbarvena dohněda a následně získá zelenou patinu. Používá se proto nejčastěji na historické budovy a na stavby, kde chceme dosáhnout starobylého vzhledu. Je dražší, ale jeho životnost je až osmdesát let.³²

Titanzinkový plech je velmi oblíbený, bezúdržbový materiál, který je vyroben ze slitiny zinku, titanu a mědi.³³

Dalším často používaným materiálem je **Plast**, který má mnoho výhod. Má dlouhou životnost, stálobarevnost, snadno se montuje, je nenáročný na údržbu. Spousta lidí si z estetického hlediska tento materiál nevybere, ale vyrábějí se také velmi zdařilé imitace kovových materiálů, avšak za vyšší cenu.³⁴

1.2.5 Zařízení k akumulaci vody

Pokud jsme si vybrali vyhovující svody, je důležité, si také dobře vybrat správný rezervoár, do kterého bude dešťová voda jímána. Před samotným nátokem do jímky, musí být umístěn účinný filtr, který zbaví vodu mechanických nečistot. Máme tak jistotu, že se v nádrži akumuluje jen čistá voda. Jak jsem se již zmínila v předcházejícím oddíle, existují nádrže nadzemní a podzemní. Skladovaná voda by neměla mít teplotu vyšší než 16 °C, kvůli množení bakterií, proto je častěji volena podzemní varianta. Obě tyto varianty se vyrábějí z vysoce odolného plastu, například sklolaminátu, polyetylenu, polypropylenu, hranaté nebo válcové a v různých velikostech dle požadavků. Při internetovém průzkumu trhu jsem našla, že se tyto nádrže prodávají v kapacitě od 5 000 l do 22 000 l. Například nádrže s žebrovanou konstrukcí mají mimořádnou pevnost a dají se vzájemně propojovat, čímž vznikají různé kombinace objemů.³⁵

³² Srov. OKAPOVÉ SYSTÉMY. *Stavinvest.cz* [online]. 2015. [cit. 2015-12-18]. Dostupné na: <<http://stavinvest.cz/okapove-systemy-clanek>>

³³ Srov. JAK SI VYBRAT OKAPY. *Coleman.cz* [online]. 2015 [cit. 2015-12-19]. Dostupné na: <<http://e.coleman.cz/jak-si-vybrat-okapy-cz/>>

³⁴ Srov. tamtéž

³⁵ Srov. NÁDRŽE NA VODU. *E-argo.cz* [online]. 2015 [cit. 2016-03-05]. Dostupné na: <<http://www.e-argo.cz/nadrz-na-destovou-vodu-3000-litru/d-71069/>>

1.2.6 Zařízení k čerpání vody

Zařízení k čerpání vody uděluje vodě pohybovou schopnost, slouží tedy k dopravě vody tam, kde ji není možno vést samospádem. Pro výběr vhodného čerpadla si musíme ujasnit některé důležité údaje. Odkud chceme vodu čerpat, jakou vodu budeme čerpat, jak často a jaké množství.³⁶ V našem případě je vybíráno zařízení k čerpání čisté užitkové vody, které nevyžaduje speciální konstrukci, jen je zde nezbytný sací koš k zabránění vniknutí nečistot do čerpadla a dále se může před čerpadlo osadit ještě filtr.

Nejrozšířenější jsou **čerpadla odstředivá**³⁷

- samonasávací, jejichž nevýhodou je vyšší spotřeba energie a kratší životnost
- nesamonasávací, čerpadlo i sací potrubí se musí před použitím zalít
- samonasávací s ejektorem, zde se zaleje pouze čerpadlo

Dalším typem jsou **vřetenová čerpadla**, jejichž předností je výtlak až 80 m vodního sloupce, avšak nedostatkem je omezený průtok na 60 l/min. Tento typ se používá zejména do hlubokých vrtů a studní, jelikož jsou poruchová při běhu na sucho.³⁸



Odstředivé



Vřetenové



Vibrační

Obr. 8 - Čerpadla³⁹

³⁶ Srov. STEHNO, J., *Instalatérské práce*. s. 25.

³⁷ Srov. JAK VYBRAT ČERPADLO. *Pumpa.cz* [online]. 2016 [cit. 2016-03-03]. Dostupné na: <<http://obchod.pumpa.cz/clanky/jak-vybrat-čerpadlo>>

³⁸ Srov. STEHNO, J., *Instalatérské práce*. s. 30.

³⁹ ČERPADLA DLE OBORU. *Georgia.cz* [online] 2016 [cit. 2016-03-03]. Dostupné na: <<http://www.georgia.cz/potravinarstvi/4>>

Vibrační čerpadla mají místo elektromotoru elektromagnet. Mají výtlak do 40 m, maximální průtok 25 l/min. a maximální doba provozu jsou 4 hodiny. Jsou velice náchylná na vniknutí nečistot.⁴⁰

1.2.7 Materiály vnitřního potrubí

Materiály na dopravu vody musí splňovat hygienické požadavky, které jsou stanoveny vyhláškou Ministerstva zdravotnictví č. 37/2001 Sb. Kovové materiály se označují vnitřní světlostí, plastové vnějším průměrem a vyrábějí se v různých tlakových řadách.⁴¹

Mezi kovové materiály patří **litina**, která je pevná, ale křehká, má malou teplotní roztažnost a je odolná proti mechanickému působení. Pro svoji větší hmotnost se s ní hůře manipuluje a nesmí být namáhána v ohybu. Těsní se olověnou zálivkou, nebo těsníci kroužky a spojuje se hrdlovými, přírubovými nebo bezhrdlovými spoji.⁴²

Tradičním materiálem je **měď**, která se používá také pro rozvod topení a plynu. Spojuje se lisováním, pájením a závitovými mosaznými tvarovkami.⁴³ Jejimi výhodami jsou vysoká životnost a mechanická pevnost. Nevýhodou je vyšší cena náročnější instalace. Musí se dodržovat správné zásady montáže a podmínky výrobce. Například se měď nesmí použít pro rozvod vody s hodnotou pH menší než 6. Podobných omezujících podmínek je ale více.⁴⁴

U **ocelového** potrubí se povrch upravuje pozinkováním, které zabraňuje korozi, i když to jeho životnost příliš neprodlouží. Postupně se časem z vnitřního povrchu zinek odbourává a dochází ke zhoršení kvality vody. Potrubí se spojuje závitovými spoji za pomoci tvarovek.⁴⁵

⁴⁰ Srov. JAK VYBRAT ČERPADLO. *Pumpa.cz* [online]. 2016 [cit. 2016-03-03]. Dostupné na: <<http://obchod.pumpa.cz/clanky/jak-vybrat-cerpadlo>>

⁴¹ Srov. ŽABIČKA, Z., *Vodovod a kanalizace*. s. 33.

⁴² Srov. tamtéž, s. 34.

⁴³ Srov. STEHNO, J., *Instalatérské práce*. s. 58.

⁴⁴ Srov. ŽABIČKA, Z., *Vodovod a kanalizace*. s. 36.

⁴⁵ Srov. tamtéž, s. 35.



Obr. 9 - Ocelové pozinkované trubky⁴⁶

Nerezové potrubí má vynikající korozní odolnost, jeho cena je vysoká, ale s ohledem na životnost systému je nižší, než u jiných kovových materiálů. Spoje se lisují.

Nejčastěji používaným materiálem pro rozvod vody v domě jsou **plasty**, kterých je na trhu více druhů.

Nejužívanější je **polypropylen** s označením **PPR**. Dodává jej na trh více firem, má šedou barvu a spoje se provádějí svářem. Důvodem jeho oblíbenosti je příznivá cena, vysoká životnost, recyklovatelnost, hygienická nezávadnost, snadná a rychlá montáž.⁴⁷

Polyethylen PE se používá na rozvod studené vody, avšak síťovaný **polyethylen PEX** se dá použít i na teplou vodu a topení. Oba se spojují se mechanickými spojkami, PE navíc také svařováním. Má černou barvu, při hoření nevznikají jedovaté zplodiny,

⁴⁶ MATERIÁLY ZDRAVOTNĚ TECHNICKÝCH INSTALACÍ. *Časopisstavebnictví.cz* [online]. 2008 [cit. 2016-03-10]. Dostupné na: <http://www.casopisstavebnictvi.cz/materialy-zdravotne-technicky-ch-instalaci_N1758>

⁴⁷ Srov. ŽABIČKA, Z., *Vodovod a kanalizace*. s. 42.

tudíž se dá snadno likvidovat. Dalším kladem je příznivá cena, životnost a dostupnost. Nevýhodou je menší pevnost, proto se používá převážně do země.⁴⁸

Polybuten PB se vyznačuje vysokou tepelnou odolností, vysokými mechanickými vlastnostmi a na rozdíl od všech předešlých zmíněných materiálů, nízkou teplotní roztažností. Spojuje se mechanickými spojkami a používá se na studenou i teplou vodu, topení, ale i venkovní instalaci.⁴⁹

Polyvinylchlorid PVC je jedním z nejdéle používaných plastových materiálů vnitřní instalace a je při teplotách okolo 5°C velmi tvrdý a křehký. Naopak při vyšších teplotách okolo 80°C měkne a dá se tvarovat, použitelný je proto do 40°C. Není vhodný pro venkovní použití, protože je citlivý na UV záření. Dá se těžce likvidovat, protože při spalování nízkými teplotami vzniká jedovatý chlorovodík a rozklad v zemi je příliš pomalý. Spojuje se lepením.⁵⁰



Obr. 10 - Rozvody vody z polyvinylchloridu⁵¹

⁴⁸ Srov. ŽABIČKA, Z., *Vodovod a kanalizace*. s. 41.

⁴⁹ Srov. VNITŘNÍ VODOVODY Z PLASTŮ. *Tzb-info.cz* [online]. 2001 [cit. 2016-01-31]. Dostupné na: <<http://www.tzb-info.cz/574-vnitri-vodovody-z-plastu>>

⁵⁰ Srov. ŽABIČKA, Z., *Vodovod a kanalizace*. s. 40.

⁵¹ MATERIÁLY ZDRAVOTNĚ TECHNICKÝCH INSTALACÍ. *Časopisstavbnictví.cz* [online]. 2008 [cit. 2016-03-10]. Dostupné na: <http://www.casopisstavbnictvi.cz/materialy-zdravotne-technickyh-instalaci_N1758>

1.3 Ekonomické ukazatele

V rámci praktické části bakalářské práce budou použity následující ekonomické ukazatele: návratnost investice, variabilní náklady, fixní náklady.

Návratnost investice popisuje Alena Svozilová v knize Projektový management takto: „Zjištění návratnosti projektu je jednoduchou metodou spočívající v určení délky období, které je potřebné pro získání finančního prospěchu, jenž pokryje velikost investice do projektu. Výhodou metody je její relativní jednoduchost, nevýhodou je, že nebere ohled na změnu ceny peněz v budoucnosti.“⁵²

$$\text{roční návratnost} = -\frac{FN}{30} + \text{výnosy} - VN$$

Sestaveno do tabulky č. 4, kde výnosy jsou zvětšovány odhadnutým růstem ceny vodného a variabilní náklady zvyšovány odhadnutým růstem ceny energie.

Nejznámější cesta, jak zjistit cenu vyprojektované činnosti, je sestavení rozpočtu jednotlivých součástí včetně ceny za jejich montáž. K tomu v našem případě posloužil položkový rozpočet. Jinak řečeno, je to uspořádaný seznam materiálů a prací, které jsou oceněny položkovou cenou. Používá se především ve stavebním oboru a slouží k rozhodování při výběrových řízeních.

Fixní náklady nezávisí na rozsahu produkce a vznikají, i když se nevyrábí. Jsou neměnné (pevné) a slouží k zabezpečení chodu podniku. Ovšem jejich neměnnost je relativní a v delším časovém období se mění, např. při větší změně výrobního programu nebo výrobní kapacity, avšak ne plynule, ale najednou (skokem). Fixním nákladem je velká část režii, např. nájemné (za budovy, pozemky, za stroje, auta apod.), pojištění, úroky z půjček, školení a vzdělávání pracovníků, leasingové poplatky,

⁵² SVOZILOVÁ, A., *Projektový management*. s. 95.

bezpečnostní služba aj. Některé mzdy však mohou být také FN, např. mzdy manažerů, správních a technickohospodářských pracovníků nebo mzdy uklízeček.⁵³

Variabilní náklady se mění s rozsahem produkce. Pokud výroba roste, rostou i náklady a naopak klesají, když klesá výroba. Jsou to náklady na spotřebované materiály a suroviny při výrobě, nebo též při poskytování služeb. Náleží sem také mzdy zaměstnanců, kteří se přímo podílejí na výrobě nebo poskytování služeb. VN se mohou dále vyvíjet. Pokud se vyvíjí stejně rychle jako objem produkce, jde o náklady proporcionální. Jestliže se vyvíjí rychleji, jde o náklady nadproporcionální (progresivní). Poslední možností vývoje jsou pomaleji se vyvíjející náklady než objem výroby a ty nazýváme podproporcionální (degresivní) náklady. Pro potřeby manažerských výpočtů se obvykle předpokládá, že se náklady vyvíjí proporcionálně (lineárně).⁵⁴

⁵³ Srov. SYNEK, M., a kolektiv, *Manažerská ekonomika*. s. 87.

⁵⁴ Srov. tamtéž.

2 PRAKTICKÁ ČÁST – PŘÍPADOVÁ STUDIE

2.1 Současnost kanalizování v Praze

Převážná část hlavního města Prahy je odvodňována jednotnou kanalizační soustavou, která přivádí odpadní a srážkovou vodu k čištění do Ústřední čistírny odpadních vod. Z celkové produkce odpadních vod je na ústřední čistírnu přiváděno cca 96% odpadní vody z Prahy. Systém jednotné kanalizační soustavy je dále vybaven řadou odlehčovacích komor, které mají za úkol odlehčit jednotnou kanalizační soustavu a přítok odpadní vody na ústřední čistírnu v případě velkých srážkových úhrnů, a to přepadem dešťové vody přes přelivnou hranu odlehčovacích komor přímo do recipientu.

Z malé části je dešťová voda např. v okolí řeky Vltavy odváděna samostatnou dešťovou kanalizací přímo do řeky. Z okrajového prstence Prahy je odpadní voda odváděna převážně systémem oddílné (spláskové) kanalizace na pobočné čistírny odpadních vod, kterých je 20.⁵⁵ V těchto okrajových městských částech je buď částečně vybudována i dešťová kanalizace (tam, kde je možno ji zaústit do místního recipientu), anebo musí srážkové vody likvidovat majitelé jednotlivých nemovitostí na své náklady, např. jejich zasakováním, či jímáním a dalším využitím, zejména pro účely zalévání zahrad.

Vzhledem ke geografickému uspořádání území Prahy je v některých lokalitách nutno odpadní vodu přečerpávat (není z technického či ekonomického hlediska možná výstavba gravitačních stok). V rámci pražské stokové sítě je k těmto účelům provozováno cca. 350 čerpacích stanic odpadních vod, které zajišťují přečerpávání odpadní vody zejména v jižní části Prahy, např. v lokalitách Zbraslav, Radotín, Uhřetěves a dalších.⁵⁶

⁵⁵ Srov. MACEK, L., ŠVEC, L., *Sborník příspěvků konference Nakládání s vodami v urbanizovaných povodích*, s. 50.

⁵⁶ Pražské vodovody a kanalizace, a.s., *Firemní materiály* [cit. 2016-01-05].

2.2 Popis zadání

Jedná se o jednoduchou přízemní nepodsklepenou stavbu veterinární kliny s přilehlou nevelkou zpevněnou plochou pro parkování vozidel. Tato stavba v původním projektu a příslušném schválení PVK, měla připojenu odpadní i dešťovou vodu do jednotné kanalizace v nejbližší přilehlé ulici Lochotínské. Pro další provádění prací bylo nutno schválení Pražské vodohospodářské společnosti a.s. (dále jen PVS). Avšak ta, tento původní záměr projektu neschválila, a přišla s novým řešením situace. Požadovala zaústění dešťových vod do ulice Milánské, kde je oddílná kanalizace, tj. splašková a dešťová voda se odvádí samostatným trubním systémem na sobě nezávislým.



Obr. 11 - Veterinární klinika⁵⁷

⁵⁷ Vlastní zpracování.

2.3 Možnosti řešení odvodu dešťových vod z budovy

Budování oddílného kanalizačního systému má velký význam zejména z hlediska kvality čištění odpadních vod. Čím má odpadní voda větší podíl fekálií, tím je její čištění snazší. Naopak při dešti, zejména tzv. přívalovém dojde jednak k velkému naředění a zmnohonásobení průtoku příslušnou čistírnou odpadních vod.⁵⁸ Proto majitel pražského kanalizačního systému vcelku logicky požadoval připojení na dešťovou kanalizaci.

2.3.1 Tunel s vysokou investicí

Pro investora a zároveň budoucího majitele a provozovatele nastal velký problém. Připojení do ulice Lochotínské bylo vcelku jednouchou záležitostí. Jedná se o slepý konec ulice, kde kanalizace není ve velké hloubce. Ale připojení do ulice Milánské je zcela opačné. Dešťová kanalizace je zde vedena ve velké hloubce, ulice tvoří páteřní čtyřproudou komunikaci, kde navíc jezdí MHD. Tudíž je zcela nemožné se připojit pomocí klasického paženého výkopu. V tomto případě stavební odbor nepovolí zábor vozovky a vyžaduje připojení ke kanalizaci pomocí zbudování dvou pažených šachet a následnému tunelování, které je podrobněji popsáno v teoretické části. Základní odhad ceny takového připojení byl cca 950 000Kč. bez DPH. Toto přesahovalo finanční možnosti investora.

2.3.2 Nevhodné hydrogeologické podmínky

Prvním řešením bylo hledání možnosti vsakování na příslušném pozemku. Za tímto účelem byl vypracován geologický průzkum, který říká, že z hlediska geologického jsou Horní Měcholupy situovány do jihovýchodní části barrandienského pruhu, který se táhne napříč celou Prahou ve směru jihozápad severovýchod. Horniny barrandienského pruhu jsou tvořeny mohutným komplexem peltickopsamitických hornin ordovického stáří. Ordovické horniny jsou zvrásněny do mísovitého útvaru synklinoria, ve kterém se nepravidelně střídají tvrdé, zvětrávání a denudaci značně odolné horniny (křemence, droby, písčité břidlice) s horninami měkkými, snadno zvětrávajícími (jílovité břidlice). V zájmovém prostoru jsou ordovické horniny

⁵⁸ Srov. MACEK, L., ŠVEC, L., *Sborník příspěvků konference Nakládání s vodami v urbanizovaných povodích*. s. 8.

zastoupeny dobrotivskými břidlicemi. Ty patří k nejrozšířenějším vrstvám na území Prahy. Jsou tmavošedé až černošedé, jílovité, zpravidla jemně slídnaté. Jsou velmi stejnorodé, pouze ojediněle obsahují drobné kulovité konkrece. Jsou výrazně vrstevnaté, místy až lupenité a bývají hustě rozpukané. Jižně od staveniště – směrem proti úklonu terénu jsou pak vystřídány pruhem skaleckých křemenců, které naopak náleží k nejtvrdějším a zvětrávání nejdolnějším vrstvám ordoviku. Skladba kvartérního pokryvu je dána především morfologií terénu. Zájmové území je ploché, s jen mírným úklonem. Kvartérní pokryv tvoří deluviální sedimenty – svahové jílovité hlíny až jíly, které vznikly rozkladem podložních břidlic a byly rozvečeny po terénu, s hloubkou pak plynule přecházejí do břidličného eluvia – na místě rozložené břidlice na jíl s drobnými střípky a úlomky. Kvartérní pokryv dosahuje mocnosti cca 4,0m a plynule přechází do silně zvětralých břidlic. Lokálně je pak na povrchu terénu třeba počítat s uloženinami antropogenními – navážkami, kterými byl terén v minulosti lokálně vyrovnán - např. po demolici starých domů apod. Podzemní voda tvoří v zájmovém prostoru dvě zvodně. Jednak mělkou, občasnou zvodně, vázanou na bazální polohy pokryvu a svrchní zónu rozložených břidlic, kterými se v období dlouhodobých, vydatných srážek stahuje infiltrovaná srážková voda. Druhou zvodně je pak puklinová podzemní voda, vázaná na neseprnuté pukliny či podrcená pásma hluboko v břidličném podkladu.⁵⁹

Závěr: „Jílovitá hlína až jíl je velmi málo propustná, orientačně lze stanovit koeficient vsaku $k_v = 1 \times 10^{-7}$ až 1×10^{-8} m/s, tzn., dle klasifikace propustnosti se řadí do tř. VII. – mezi velmi slabě propustné. Vzhledem k omezenému prostoru pro likvidaci vody pod objektem (ve směru úklonu terénu) doporučujeme likvidaci srážkových vod do dešťové kanalizace.“⁶⁰

2.3.3 Malá kapacita místní čistírny odpadních vod

Dalším řešením, s nímž jsem navštívila PVS, bylo k zamezení přívalového deště, umístit nádrž o objemu maximálního přívalového deště a následně tuto vodu postupně pomalu vypouštět do běžné odpadní kanalizace v ulici Lochotínské. Toto řešení avšak nebylo PVS akceptováno, pro již tak hraniční kapacitu místní čistírny odpadních vod.

⁵⁹ Srov. GABRIELOVÁ, V., *Technická zpráva – Veterinární klinika p. č. 523/699.*

⁶⁰ Tamtéž.

Je pravda, že i mnou navržené malé množství vody, byl přepočten na obyvatele vysokým zatížením. Nezbylo, než hledání jiného řešení.

2.3.4 Schválené konečné řešení

Dalším, již akceptovatelným řešením PVS byl návrh nádrže o 2,5 násobku maximálního přívalového deště a následně vyprojektovat zařízení, které tuto dešťovou vodu bude mechanicky čistit a ta bude dále použita na úklid a splachování dvou WC. Dále bylo nutno vyprojektovat automatické dopouštění vody pitné, v případě nedostatku vody dešťové. Jak jsem již psala, toto řešení bylo PVS společností akceptováno, ale další problém nastal při schvalování na Stavebním odboru místní městské části. Ředitelka stavebního odboru chtěla vědět, co se stane v případě dlouhodobého vytrvalého deště. Moje výpočty zahrnující i tento typ deště a vysvětlující nemožnost takové situace nebyly dostatečným argumentem. Proto byl projekt ještě dopracován o následné sledování maximální hladiny a v případě dosažení této, vyvezením pomocí čerpání do mobilní cisterny. Vše bylo smluvně doloženo s firmou, jež se zavázala do dvou hodin od zavržení přebytečnou vodu vyvést.

Po schválení odborem Životního prostředí a schválení změny projektu na PVK nic nebránilo uvedení projektu do praxe. Jak jsem již psala, dešťová voda byla svedena pomocí klasických okapních svodů do zmiňované nádrže. Pomocí čerpadla, tlakového spínače a tlakové nádoby vyrovnávající tlakové rázy a zajišťující optimální frekvenci spínání je voda vedena do dvou toalet a výlevky pro uklízečku. Celý systém toho nepitného rozvodu byl proveden v červené barvě, aby nedošlo k záměně za vodu pitnou. Samozřejmě další přidanou hodnotou systému je krom ušetření obrovské investice do tunelování, následná každoroční úspora pitné vody, resp. finančních prostředků.

2.4 Technický popis navrhovaného řešení

Dešťové vody ze střechy kliniky budou i nadále svedeny podokapními žlaby, střešními svody DN100 (doplněnými o lapače střešních splavenin) a svodným potrubím

(DN125, 150), (dle původního záměru) avšak nyní do akumulární jímky o účinném obsahu cca 9,81m³. Ve smyslu připomínek PVS, a.s. k předložené PD a ve smyslu Vyhlášky č.26/1999 Sb. hl. města Prahy, o obecných technických požadavcích na výstavbu v hlavním městě Praze, jsou i nadále zbylé dešťové vody likvidovány přednostně vsakem na pozemku stavebníka. Navrhované podzemní rozvody dešťové kanalizace jsem navrhla z potrubí plastového PVC KG, vhodného pro uložení do země. Potrubí bude uloženo dle dispozic výrobce (šterkopískový podsyp, obsyp apod.), navržený spád je min. 2%. Zhutněný zásyp rýh bude respektovat závěry IGP (vykopaná zemina je jen podmíněčně vhodná pro ukládání do hutněného násypu a bez úprav nevhodná do aktivní zóny pod vozovky a zpevněné plochy).

Při návrhu zpevněných ploch jsem navrhla propustné vrstvy (zámková dlažba, betonové dlaždice do písku), neboť původně navržené vsakovací tvárnice nebyly akceptovatelné pro pohyb vozíčkářů (vyjádření OD ÚMČ P15). Před zakrytím potrubí bude u celého systému (včetně retenční nádrže) zkontrolována průchodnost a odzkoušena těsnost. Před zásypem bude nutno venkovní část vedení geodeticky zaměřit. O provedených zkouškách budou provedeny příslušné zápisy. Prostup potrubí základy bude plynotěsně utěsněn.

Montáž a zkoušení systému vnitřní kanalizace budou provedeny odbornou firmou, v souladu s ČSN 75 6760 Vnitřní kanalizace a předpisy jednotlivých výrobců.

2.4.1 Bilance srážkových vod

1) Srážkové vody z ploch chodníků při SZ, SV straně objektu (zámková dlažba) a při JV straně objektu (dlaždice do písku) budou svedeny přirozeně na okolní terén stavebníka a vsáknuty.

Celková plocha po redukci koeficientem propustnosti činí cca 28,73m², část této plochy je navíc zastíněna přesahem střechy přes obvod budovy (0,5m, 1m). Ve výpočtu je však možnost vsaku zanedbána.

2) Srážkové vody z plochy stání při JZ straně objektu a srážkové vody ze střechy budou svedeny do výše uvedené akumulární nádrže. Dá se předpokládat, že část srážkových vod přirozeně steče na okolní zatravněný pozemek stavebníka a zde se vsáknou. I tento předpoklad je však v následujícím výpočtu zanedbán.

Množství srážkových vod ze střechy kliniky (dle ČSN 75 6760):

$$Q_r = i \times A \times C = 0,016 \times (221) \times 1,0 = 3,54 \text{ l/s,}$$

Výpočet je potřeba doplnit o odvod ze zpevněných ploch:

$$Q_r = i \times A \times C = 0,016 \times (180) \times 0,5 = 1,44 \text{ l/s,}$$

kde i je intenzita deště v $l/(s \times m^2)$ – převzato z PD kanalizační přípojky,

A je výměra střechy, resp. zpevněné plochy v m^2 ,

C součinitel odtoku dešťových vod pro střechy, resp. dlažby s pískovými spárami

Celkové množství odváděných dešťových vod tak činí cca 4,98 l/s.

Dimenze retenční nádrže je však navržena pro přítok vyšší (6,49 l/s).

2.4.2 Zásobování pitnou vodou

Zásobování objektu pitnou vodou je řešeno novou vodovodní přípojkou PE DN63 ze stávajícího veřejného litinového řadu v ulici Lochotínské. Přípojka bude zakončena na předmětném stavebním pozemku vodoměrnou šachtou.

Ve smyslu požární bezpečnosti není nutné instalovat vnitřní hydrantový systém.

Výpočet potřeby vody je proveden dle Vyhlášky č.120/2011 Sb., v platném znění.

Počet zaměstnanců 5.... 90 m^3 /rok

Počet ošetřených 160.... 320 m^3 /rok

Průměrná denní potřeba vody: $Q_p = 410 \text{ m}^3$ za rok, tj. 0,013 l/s

Maximální denní potřeba vody: $Q_m = Q_p \times k_d = 0,013 \times 1,29 = 0,017 \text{ l/s}$

kde k_d je součinitel denní nerovnoměrnosti

Maximální hodinová potřeba vody: $Q_h = Q_m \times k_h = 0,017 \times 1,8 = 0,031 \text{ l/s}$

kde k_h je součinitel hodinové nerovnoměrnosti

Veterinární klinika, pozemek p.č.523/699, k.ú. Horní Měcholupy

Celkově předpokládaná roční spotřeba vody pro provoz kliniky činí cca 410 m³.

Z vnitřního rozvodu pitné vody budou napojeny výtoky studené vody u umyvadel (DN20), u záchodových mís (DN15), u dřezu (DN20), u sprchového koutu (DN20), dále výtoky pro myčku nádobí (dle výrobce) a venkovní vývod (DN15), pro napojení teplovodního systému vytápění u kotle (dle výrobce) – dimenzování viz ČSN EN 806-3. Doporučeno je připravit přívod SV do podkroví, uzavíratelný pod stoupacím vedením.

2.4.3 Zásobování užitkovou vodou

Z akumulární nádrže zachycující srážkové vody bude dle mého návrhu a požadavku příslušných správců sítí vyveden samostatný rozvod užitkové vody, ze kterého budou duplicitně (nezávisle) napojeny výtoky studené vody u záchodových mís, výlevky a venkovní vývod (vše DN15) – dimenzování viz ČSN EN 806-3. Doporučeno je připravit přívod užitkové vody pro podkroví, uzavíratelný pod stoupacím vedením. Oba okruhy vnitřního vodovodu musí být odděleny a potrubí nesmí být navzájem propojeno!

Pro potřeby zjištění spotřeby dešťové vody odváděné po použití do splaškové kanalizace bude ve skladu umístěna vodoměrná sestava. Ta bude umístěna až za odbočkou pro venkovní výtok, spotřeba vody pro zalévání nebude měřena.

Venkovní část vnitřního rozvodu pitné vody (podzemní – za vodoměrnou sestavou) je navržena v PE DN63, montáž vč. podsypu, obsypu, vytyčení stávajících podzemních sítí a geodetického zaměření budou provedeny při dodržení stejných zásad jako u vodovodní přípojky. Prostup základy bude plynotěsně utěsněn.

Venkovní část vnitřního rozvodu užitkové vody (podzemní – z akumulární nádrže) je navržena v PE DN40, montáž vč. podsypu, obsypu, vytyčení stávajících podzemních sítí a geodetického zaměření budou provedeny při dodržení stejných zásad jako u vodovodní přípojky. Prostup základy bude plynotěsně utěsněn. Přívod užitkové vody z akumulární nádrže bude umístěn v místnosti skladu, zde bude umístěna tlaková nádoba s pojistným ventilem a čistícím filtrem. Přesný návrh systému čerpání a signalizace stavu naplněnosti nádrže bude předmětem dalšího stupně PD. Předpokládá

se plovákový signalizační systém, v případě naplnění nádrže bez možnosti jejího použití bude obsah nádrže smluvně vyvezen fekálním vozem.

Vnitřní rozvody studené, teplé i užitkové vody je navrženo z potrubí plastového PPR DN 20, převážně vedeného v podlahách, nad úrovní spodní vrstvy tepelné izolace.

Rozvod studené a užitkové vody bude izolován proti rosení, rozvod TUV bude izolován systémovou izolací tl.min.20 mm. Systém bude řádně vypádován, případně bude umožněno jeho odvzdušnění (u kotle). Venkovní výtok bude zajištěn proti zamrznutí. Veškeré umyvadlové, dřezové a sprchové baterie budou pákové, dle dispozice stavebníka nástěnné či stojánkové.

Před zakrytím bude systém propláchnut, zkontrolována průchodnost a odzkoušena těsnost rozvodů, dtto i po montáži výtokových armatur. Po dokončení montáže bude systém opětovně propláchnut a desinfikován. O provedených zkouškách budou provedeny příslušné zápisy.

Montáž a zkoušení systému vnitřního rozvodu vody budou provedeny odbornou firmou, v souladu s ČSN 73 6660 Vnitřní vodovod (ČSN EN 806-4) a předpisy jednotlivých výrobců zařízení. Pro provoz a údržbu platí ČSN EN 806-5.

Systémy likvidace splaškových a dešťových vod, zásobování studenou a teplou užitkovou vodou a systém plynofikace objektu jsou navrženy tak, že při řádné realizaci a provozu proškolenými a oprávněnými pracovníky neohrožují zdraví a bezpečnost osob, neohrožují životní prostředí, nejsou zdrojem hluku a vibrací, nejsou v rozporu s navrženým PBR. Podmínkou řádné realizace je vypracování podrobnějšího stupně PD, dále pak montáž a zprovoznění systémů kvalifikovanými a v daném oboru vyškolenými pracovníky a dodržení technologických a montážních postupů jednotlivých výrobců zařízení a komponentů. Podmínkou řádného provozu je komplexní proškolení obsluhy zařízení, jeho pravidelná odborná kontrola, údržba a revize.

2.5 Ekonomické aspekty navrženého řešení

2.5.1 Výpočet nákladů

K výpočtu nákladů a zhodnocení vstupní investice jsem vybrala položkový rozpočet. K jeho vytvoření jsem použila skutečných tržních cen materiálů všech jednotlivých položek celého zařízení k jímání a čerpání dešťové vody. Cenovou nabídku navrhla instalatérská firma (fa Vyka) a následně také práce realizovala.

Výpočet fixních nákladů:

Předpokládaná životnost zařízení je 30 let. Cena celého systému je proto rozpočtena do této doby. Tyto náklady jsou považovány za fixní. Po každých deseti letech se vymění základní součást systému, třístupňové oběhové čerpadlo BUCK 900. Jeho cena je vždy navýšena o jednaprocentní inflaci. Cena vody je také navýšována jen dvouprocentní inflací ročně. Domnívám se, že cena vody je již tak vysoká, že nedojde k jejímu masivnímu zdražování, jako jsme byli svědky v minulých letech.

Tab. 3 - Ceník materiálu a práce⁶¹

Materiál	typ	cena za jednotku bez DPH	cena za jednotku s DPH	množství	celková cena bez DPH	celková cena s DPH
trubka	PE 63	95,00	114,95	20	1900,00	2299,00
trubka	DN 25	24,00	29,04	25	600,00	726,00
montáž. trubka	PE 63	52,00	62,92	20	1040,00	1258,40
montáž. trubka	DN 25	17,90	21,66	25	447,50	541,48
čerpadlo	BUCK 900	2090,00	2528,90	1	2090,00	2528,90
montáž čerpadla		590,00	713,90	1	590,00	713,90
koleno red.	PE 63/32	52,00	62,92	1	52,00	62,92
koleno	DN 25	9,00	10,89	48	432,00	522,72

⁶¹ Vlastní zpracování.

Materiál	typ	cena za jednotku bez DPH	cena za jednotku s DPH	množství	celková cena bez DPH	celková cena s DPH
podzemní nádrž	Neptun 10	60000,00	72600,00	1	60000,00	72600,00
usazení nádrže		3000,00	3630,00	1	3000,00	3630,00
zasypání	šperk 25	1500,00	1815,00	2	3000,00	3630,00
plastový úchyt	DN25	5,20	6,29	60	312,00	377,52
potrubová izolace	Ekoflex 25	18,00	21,78	24	432,00	522,72
PPR nátrubek	DN25	6,50	7,87	12	78,00	94,38
hmoždinka	M10	0,70	0,85	120	84,00	101,64
šroub	M08	1,30	1,57	120	156,00	188,76
ventil kulový	DN25	136,00	164,56	3	408,00	493,68
filtr	Regendieb	1983,00	2399,43	1	1983,00	2399,43
zkouška těsnosti	DN 25	1200,00	1452,00	1	1200,00	1452,00
zkouška těsnosti	DN 63	1400,00	1694,00	1	1400,00	1694,00
Dg přechod 25	Plast/závit	42,00	50,82	3	126,00	152,46
tlak. nádoba	Sigma 50l	1633,00	1975,93	1	1633,00	1975,93
poj. ventil	Agua	463,00	560,23	1	463,00	560,23
připojení tl. nád.		490,00	592,90	1	490,00	592,90
nas. tlak. spin.		190,00	229,90	1	190,00	229,90
zpětná klapka		213,00	257,73	1	213,00	257,73
montáž klapky		90,00	108,90	1	90,00	108,90
T kus	DN 25	9,00	10,89	3	27,00	32,67
montáž T kus	DN 25	69,00	83,49	3	207,00	250,47
doprava	(km)	20,00	24,20	20	400,00	484,00
přesun hmot	(q)	90,00	108,90	8	720,00	871,20
						101353,84

2.5.2 Výpočet návratnosti systému čerpání dešťové vody

Tab. 4 - Výpočet návratnosti⁶²

Celkové N:	101354			
Roky	Fixní náklady	Variabilní náklady	Výnosy	Zisk celkem
1	3378,47	132,72	14497	10985,81
2	3378,47	134,05	15630,00	12117,49
3	3378,47	135,39	15942,60	12428,75
4	3378,47	136,74	16022,31	12507,10
5	3378,47	138,11	16102,42	12585,85
6	3378,47	139,49	16182,94	12664,98
7	3378,47	140,88	16263,85	12744,50
8	3378,47	142,29	16345,17	12824,41
9	3378,47	143,72	16426,90	12904,71
10	6691,23	145,15	16509,03	9672,65
11	3378,47	146,61	16591,58	13066,50
12	3378,47	148,07	16674,53	13148,00
13	3378,47	149,55	16757,91	13229,89
14	3378,47	151,05	16841,70	13312,18
15	3378,47	152,56	16925,90	13394,88
16	3378,47	154,08	17010,53	13477,98
17	3378,47	155,62	17095,59	13561,50
18	3378,47	157,18	17181,06	13645,42
19	3378,47	158,75	17266,97	13729,75
20	7036,98	160,34	17353,30	10155,99
21	3378,47	161,94	17440,07	13899,66
22	3378,47	163,56	17527,27	13985,24
23	3378,47	165,20	17614,91	14071,24
24	3378,47	166,85	17702,98	14157,67
25	3378,47	168,52	17791,50	14244,51
26	3378,47	170,20	17880,46	14331,78
27	3378,47	171,91	17969,86	14419,48
28	3378,47	173,63	18059,71	14507,61
29	3378,47	175,36	18150,01	14596,18
30	3378,47	177,12	18240,76	14685,17
				395056,89

⁶² Vlastní zpracování.

2.5.3 Provozní náklady

Výpočet variabilních nákladů:

Za variabilní náklad je uvažována spotřeba elektrické energie potřebná k čerpání vody. Předpoklad růstu ceny elektrické energie je odhadnut na jedno procento. Je možné, že nárůst ceny el. energie bude větší, ale vzhledem k celkovým finančním objemům částka není nikterak podstatná.

Abychom stanovili spotřebu elektrické energie, musíme znát spotřebu čerpadla a jeho výkon. Spočtené celkové roční množství čerpané vody podělíme výkonem čerpadla na hodinu, a tak zjistíme počet hodin chodu. Tyto hodiny následně vynásobíme spotřebou čerpadla v kWh. Tím získáme celkovou spotřebu el. energie potřebnou k přečerpání najímaného množství vody. Počet kWh násobíme sazbou tarifu PRE a dostaneme celkové roční náklady.

Výpočet celkového čerpaného množství vody:

Celková plocha střechy: 221 m² (koeficient odtoku 1)

Celková plocha zpevněných ploch: 180 m² (koeficient odtoku 0,5)

Srážkový úhrn⁶³ pro Prahu a Středočeský kraj je 590 l/m² ročně viz tabulka č. 5.

Tab. 5 – Dlouhodobý srážkový normál⁶⁴

Rok 2015	S	N	%
Leden	34	32	106
Únor	5	30	17
Březen	40	36	111
Duben	26	43	60
Květen	41	70	59

⁶³ ÚZEMNÍ SRÁŽKY. Český hydrometeorologický ústav [online]. 2016 [cit. 2016-03-10]. Dostupné na: <<http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-srazky>>

⁶⁴ Vlastní zpracování.

Rok 2015	S	N	%
Červen	60	75	80
Červenec	28	72	39
Srpen	70	73	96
Září	20	46	43
Říjen	54	36	150
Listopad	64	40	160
Prosinec	17	35	49
	459	590	78

S – úhrn srážek (mm) **N** – dlouhodobý srážkový normál

% - úhrn srážek v % normálu 1961 - 1990

Roční srážkový úhrn násobený plochou a koeficientem odtoku.

$$221 \times 059 \times 1,0 = 130,39 \text{ m}^3$$

$$180 \times 059 \times 0,5 = 53,10 \text{ m}^3$$

Celkové množství čerpané vody je 183,5 m³.

Množství napršených srážek je menší, než skutečná potřeba vody pro WC, proto toto množství považujeme za vodu ušetřenou. V tabulce č. 4 se objeví vynásobená cenou vodného, jako roční výnos a dále je předpokládáný 2% nárůst ceny vodného.

Ušetřené vodné za rok 2015 je: $183,5 \times 79 = \mathbf{14.497 \text{ Kč}}$

Aktuální vodné pro rok 2016 je: $183,5 \times 85,16 = \mathbf{15.630 \text{ Kč}}$

Potřebná doba chodu čerpadla:

Výkon čerpadla Buck 900 je 6000 l/h a spotřeba elektřiny je 900 W/h.

Celkové množství čerpané vody dělené výkonem v m³/h.

$$183,5 : 6 = 30,58 \text{ hodin}$$

Sazba PRE za kWh je 4,34 Kč.⁶⁵

Roční náklady $30,58 \times 4,34 = 132,72$ Kč/ rok

Roční náklady na el. energii jsou zvyšovány předpokládaným inflačním koeficientem 1% ročně.

2.6 Ekonomické vyhodnocení projektu

Základní myšlenka jímání vody a její využití vznikla jako nutnost vyhnout se nákladu na velmi drahé připojení k dešťové kanalizaci. Tento náklad představoval $(950\,000 \times 1,21)$ částku 1 149 500Kč včetně DPH.

Tato suma v danou chvíli znamenala ukončení stavby, neboť přesahovala možnosti investora. Z tohoto důvodu by vznikly další škody s konzervováním stavby a nemožnosti provozovat podnikatelskou činnost.

Proto jsem přišla s návrhem jímání dešťové vody a následného využití k provozu zařízení. Toto samotné zařízení za dobu své životnosti (30 let) přinese úsporu cca 395.057 Kč. Další úspora vzniká neplacením poplatku za odvádění srážkových vod společností PVK a.s. 5.270 Korun ročně.

Z finančního hlediska je celý systém jímání dešťové vody a jeho následného využití velmi pozitivní. Můžu konstatovat, že majiteli objektu jsem uspořila 1 702 069 Kč za třicet let provozu kliniky. Tato suma zahrnuje ušetřené náklady za připojení k dešťové kanalizaci, výnos viz tabulka č. 4 a 30 x poplatek za odvod srážkových vod.

⁶⁵ BYDLENÍ. *Peníze.cz* [online]. 2016 [cit. 2016-03-08]. Dostupné na WWW: <<http://www.penize.cz/bydleni/308044-cena-kwh-elektriny-2016-zjistete-kolik-a-za-co-platite>>

ZÁVĚR

Hlavním cílem této bakalářské práce bylo provést ekonomickou analýzu využití srážkových vod pro provoz budovy s posouzením environmentálního dopadu.

Můžeme konstatovat, že cíl práce byl naplněn. Vyprojektovaný systém jímání dešťové vody a jeho následné využití pro splachování je velmi efektivní přinášející trvalé úspory.

V praxi bylo hlavním cílem představeného projektu zabránit zastavení stavby, která byla stavebním odborem městské části Prahy 10, PVK, PVS a odborem životního prostředí nucena napojit odvod srážkové vody investicí přesahující milion korun. Tento cíl byl rovněž splněn navržením jímání dešťové vody s jejím následným využitím pro provoz kliniky, spojeným s dalším finančním přínosem.⁶⁶

V tomto konkrétním případě bylo základní motivací neprovedení velmi složitého a drahého napojení na dešťovou kanalizaci, která sice vedla v přilehlé komunikaci, kterou nebylo možné překopat klasickým způsobem. Tato komunikace tvoří hlavní čtyřproudou ulici, kde jezdí MHD. Nutné tunelování pod dvěma pruhy komunikace bylo téměř miliónovým nákladem. Ale i kdybychom pominuli tuto skutečnost samotné zařízení, bez této obrovské investice, se jeví jako vysoce ziskové.

Navržené zařízení krom této úspory přináší trvalou úsporu provozovateli za vodné a srážkové. Z hlediska environmentálního se jedná o projekt, který splňuje všechny předpoklady stát se následovatelným při projektování na dalších stavbách.

Za negativum projektu lze považovat složitost vyjednávání s jednotlivými institucemi a narážení na neznalost a nutné obhajování smysluplného řešení. U některých institucí žel i opakovaně. Další nevýhodou je, že zařízení může vykazovat občasné náklady na údržbu či případnou poruchu.

Zařízení již rok funguje k plné spokojenosti majitele veterinární kliniky. Bohužel srážkový úhrn v loňském roce byl podprůměrný, takže úspora byla o něco menší než predikovaný předpoklad.

⁶⁶ „Kromě finanční odměny za svoji práci, jsem získala doživotní péči o svého psa na dnes již fungující klinice.“

ANOTACE

Příjmení a jméno autora:	Kateřina Šlechtová
Instituce:	Moravská vysoká škola Olomouc
Název práce v českém jazyce:	Ekonomická analýza využití srážkových vod pro provoz budovy s posouzením environmentálního dopadu
Název práce v anglickém jazyce:	Economic Analysis of the Use of Rainwater for Building Operation with the Assessment of Environmental Impact
Vedoucí práce:	Ing. Jarmila Zimmermannová, Ph.D.
Počet stran:	54
Počet příloh:	4
Rok obhajoby:	2016
Klíčová slova v českém jazyce:	srážková voda, zařízení k jímání srážkové vody, kanalizace, náklady, návratnost projektu
Klíčová slova v anglickém jazyce:	rainwater, the equipment for collecting rainwater, sewerage, costs, return of the project

Cílem této práce je zhodnotit návratnost investovaných finančních zdrojů do zařízení odvádějící srážkovou vodu z budovy s jejím následným využitím pro provoz. Jsou zde představeny způsoby odvádění srážkové vody, používané materiály a zařízení. Popisují zde také problémy spojené s realizací odvodnění a jeho následné řešení. Aplikace projektovaného zařízení do praxe, by mělo přínos jak pro uživatele, tak i pro celou společnost.

This work is about the return on investments into rainwater drainage and its subsequent use for building operation and maintenance. The different ways of rainwater drainage, materials, and technologies are discussed. The work also describes some problems associated with the implementation of drainage and its subsequent solutions. An implementation of equipment in question should bring benefits both for its users and for the whole of society.

LITERATURA A PRAMENY

Seznam literatury

CHALOUPKA, V., aj., *Zákon o vodovodech a kanalizacích*. 4. vyd. Praha: Sondy, 2014, 287 s. ISBN 978-80-86846-56-9.

KNÁPKOVÁ, A., PAVELKOVÁ, D., ŠTEKER, K., *Finanční analýza – Komplexní průvodce s příklady*. 2. vyd. Praha: Grada Publishing, 2013, 240 s. ISBN 978-80-247-4456-8.

MACEK, L., ŠVEC, L., (ed.) 2008. *Sborník příspěvků konference Nakládání s vodami v urbanizovaných povodích*. Vydavatel: Aquion, Praha. ISBN 978-80-254-2828-3.

STEHNO, J., *Instalatérské práce*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2000. 120 s. ISBN 80-7169-744-3.

SVOZILOVÁ, A., *Projektový management, Systémový přístup k řízení projektů*. 2. vyd. Praha: Grada Publishing, 2011. 392 s. ISBN 978-80-247-3611-2.

SYNEK, M., a kolektiv, *Manažerská ekonomika*. 5. vyd. Praha: Grada Publishing, 2011. 480 s. ISBN 978-80-247-3494-1.

SYNEK, M., KOPKÁNĚ, H., KUBÁLKOVÁ, M., *Manažerské výpočty a ekonomická analýza*. 1. vyd. Praha: Beck, 2009, 301 s. ISBN 978-80-7400-154-3.

ŠÁLEK, J., *Voda v domě a na chatě*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2012. 144 s. ISBN 978-80-247-3994-6.

ŽABIČKA, Z., *Vodovod a kanalizace*. 1. vyd. Brno: Era group, 2003. 116 s. ISBN 80-86517-52-7.

Seznam internetových pramenů

BYDLENÍ. *Peníze.cz* [online]. 2016 [cit. 2016-03-08]. Dostupné na WWW: <<http://www.penize.cz/bydleni/308044-cena-kwh-elektriny-2016-zjistete-kolik-a-za-co-platite>>

ČERPADLA DLE OBORU. *Georgia.cz* [online] 2016 [cit. 2016-03-03]. Dostupné na WWW: <<http://www.georgia.cz/potravinarstvi/4>>

JAK VYBRAT ČERPADLO. *Pumpa.cz* [online]. 2016 [cit. 2016-03-03]. Dostupné na WWW: <<http://obchod.pumpa.cz/clanky/jak-vybrat-cerpadlo>>

JAK SI VYBRAT OKAPY. *Coleman.cz* [online]. 2015 [cit. 2015-12-19]. Dostupné na WWW: <<http://e.coleman.cz/jak-si-vybrat-okapy-cz/>>

LETNÍ PŘÍVALOVÝ DÉŠŤ VERSUS ŠIKMÉ STŘECHY - OKAPOVÉ ŽLABY. *Novinky.cz* [online] 2014 [cit. 2016-02-20]. Dostupné na WWW: <<http://www.novinky.cz/bydleni/nemoci-nemovitosti/343913-letni-privalovy-dest-versus-sikme-strechy-okapove-zlaby.html>>

MATERIÁLY ZDRAVOTNĚ TECHNICKÝCH INSTALACÍ. *Časopisstavebnictví.cz* [online]. 2008 [cit. 2016-03-10]. Dostupné na WWW: <http://www.casopisstavebnictvi.cz/materialy-zdravotne-technicky-ch-instalaci_N1758>

NÁDRŽE NA VODU. *E-argo.cz* [online]. 2015 [cit. 2016-03-05]. Dostupné na WWW: <<http://www.e-agro.cz/nadrz-na-destovou-vodu-3000-litru/d-71069/>>

NEJČASTĚJŠÍ DOTAZY O VODĚ. *Pvk.cz* [online] 2012 [cit. 2016-01-29]. Dostupné na WWW: <<http://www.pvk.cz/import-1413366156/clanky-1413366156/nejcastejsi-dotazy-o-vode-1413366157/jsem-povinen-platit-za-odvadeni-srazkovych-vod/>>

OKAPOVÉ SYSTÉMY. *Stavinvest.cz* [online]. 2015. [cit. 2015-12-18]. Dostupné na WWW: <<http://stavinvest.cz/okapove-systemy-clanek>>

ÚZEMNÍ SRÁŽKY. *Český hydrometeorologický ústav* [online]. 2016 [cit. 2016-03-10]. Dostupné na WWW: <<http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-srazky>>

VNITŘNÍ VODOVODY Z PLASTŮ. *Tzb-info.cz* [online]. 2001 [cit. 2016-01-31]. Dostupné na WWW: <<http://www.tzb-info.cz/574-vnitri-vodovody-z-plastu>>

VSAKOVÁNÍ A RETENCE. *Nicoll.cz* [online]. 2015 [cit. 2016-01-09]. Dostupné na WWW: <<http://www.nicoll.cz/produkty/destova-voda/vsakovani-a-retence/vsakovaci-bloky.html>>

ŠTEFANOVÁ, P., PEJŠA, J. a HEROUTOVÁ, H., *Kanalizační díla budovaná hornickým způsobem* [online]. 2015 [cit. 2016-01-29]. Dostupné na WWW: <http://slon.diamo.cz/hpvt/2005/tezba/S_17.htm>

ZÁKAZOVÉ ZNAČKY. *Leanproduction.sk* [online]. 2015 [cit. 2016-02-20]. Dostupné na WWW: <<http://leanproduction.sk/5s-bezpe/bezpe/zakazove-zna.html>>

Ostatní zdroje

Interní data PVK a.s.

GABRIELOVÁ, V., *Technická zpráva – Veterinární klinika p.č. 523/699.*

SEZNAM ZKRATEK A ZNAČEK

FN	fixní náklady
IGP	inženýrskogeologický průzkum
PB	polybuten
PBŘ	požární bezpečnostní řád
PD	projektová dokumentace
PE	polyethylen
PPR	polypropylen
PRE	Pražská energetika
PVC	polyvinylchlorid
PVK	Pražské vodovody a kanalizace a.s.
PVS	Pražská vodohospodářská společnost a.s.
RŠ	revizní šachta
VN	variabilní náklady
DN	jmenovitá světlost potrubí

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 - Vsakovací bloky Garantia	17
Obr. 2 - Vsakovací tunel	18
Obr. 3 - Vsakovací tunel	19
Obr. 4 - Schéma jímání dešťové vody	20
Obr. 5 - Řez nádrží.....	20
Obr. 6 - Zákazová značka	21
Obr. 7 - Umístění střešních žlabů	22
Obr. 8 - Čerpadla	24
Obr. 9 - Ocelové pozinkované trubky.....	26
Obr. 10 - Rozvody vody z polyvinylchloridu	27
Obr. 11 - Veterinární klinika.....	31

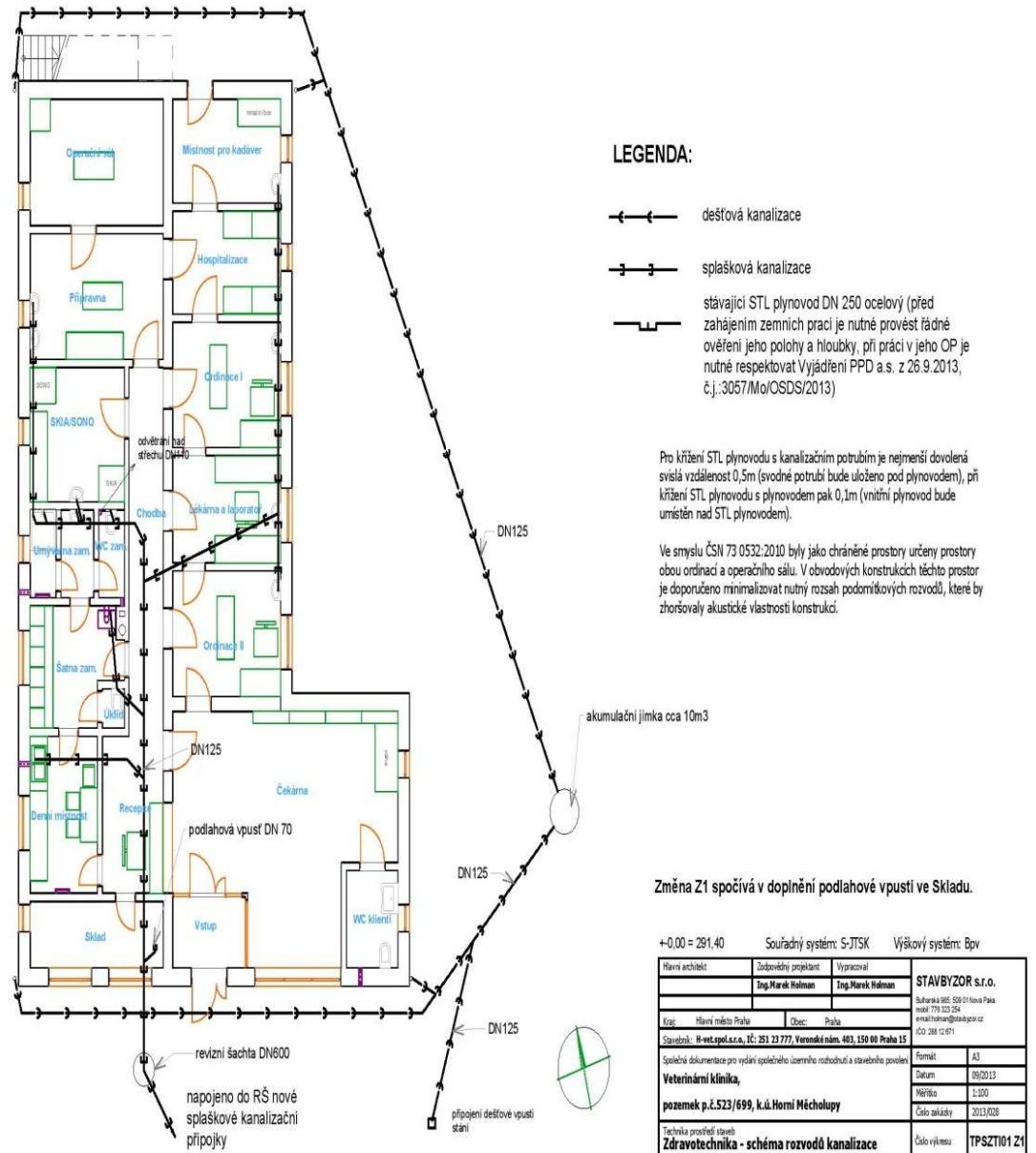
SEZNAM TABULEK

Tab. 1 - Ceny výkopových prací.....	15
Tab. 2 - Výpočet redukované plochy.....	16
Tab. 3 - Ceník materiálu a práce.....	39
Tab. 4 - Výpočet návratnosti.....	41
Tab. 5 – Dlouhodobý srážkový normál	42

SEZNAM PŘÍLOH

Příl. 1 - Schéma kanalizace.....	55
Příl. 2 - Roční srážkový normál.....	56
Příl. 3 - Veterinární klinika – síť	57
Příl. 4 - Novela prováděcí vyhlášky.....	58

Příl. 1 - Schéma kanalizace



Příl. 2 - Roční srážkový normál



ČESKÝ
HYDROMETEOROLOGICKÝ
ÚSTAV



POBOČKA PRAHA

PVK



VÁŠ DOPIS ZN:
ZE DNE: 7.4.2014

NAŠE ZNAČKA: i140272
VYŘIZUJE: Mgr. Ilona Zusková
DATUM: 10.4.2014
TELEFON: 244 032 503
E-MAIL: zuskova@chmi.cz

Pražské vodovody a kanalizace, a.s.

Ing. Karel Palda
Ke Kable 971
Praha 10

Pražské vodovody a kanalizace, a.s. 102 00 Praha 10, Ke Kable 971		
Počet listů	15	Podací číslo č. 1
Počet příloh	č.j.:	

Věc
Roční srážkový normál (mm), 1961-1990, území Hl. m. Prahy

Přílohy
1x faktura

Na základě Vaší objednávky Vám sdělujeme, že průměrný roční úhrn srážek (mm) za normálové období let 1961-1990 stanovený pro území Hl. m. Prahy plošnou metodou GIS je 540 mm.

Za vyřízení Vaší objednávky Vám podle Ceníku služeb, informací a výkonů, které poskytuje ČHMÚ, položky 9883 účtujeme

S pozdravem

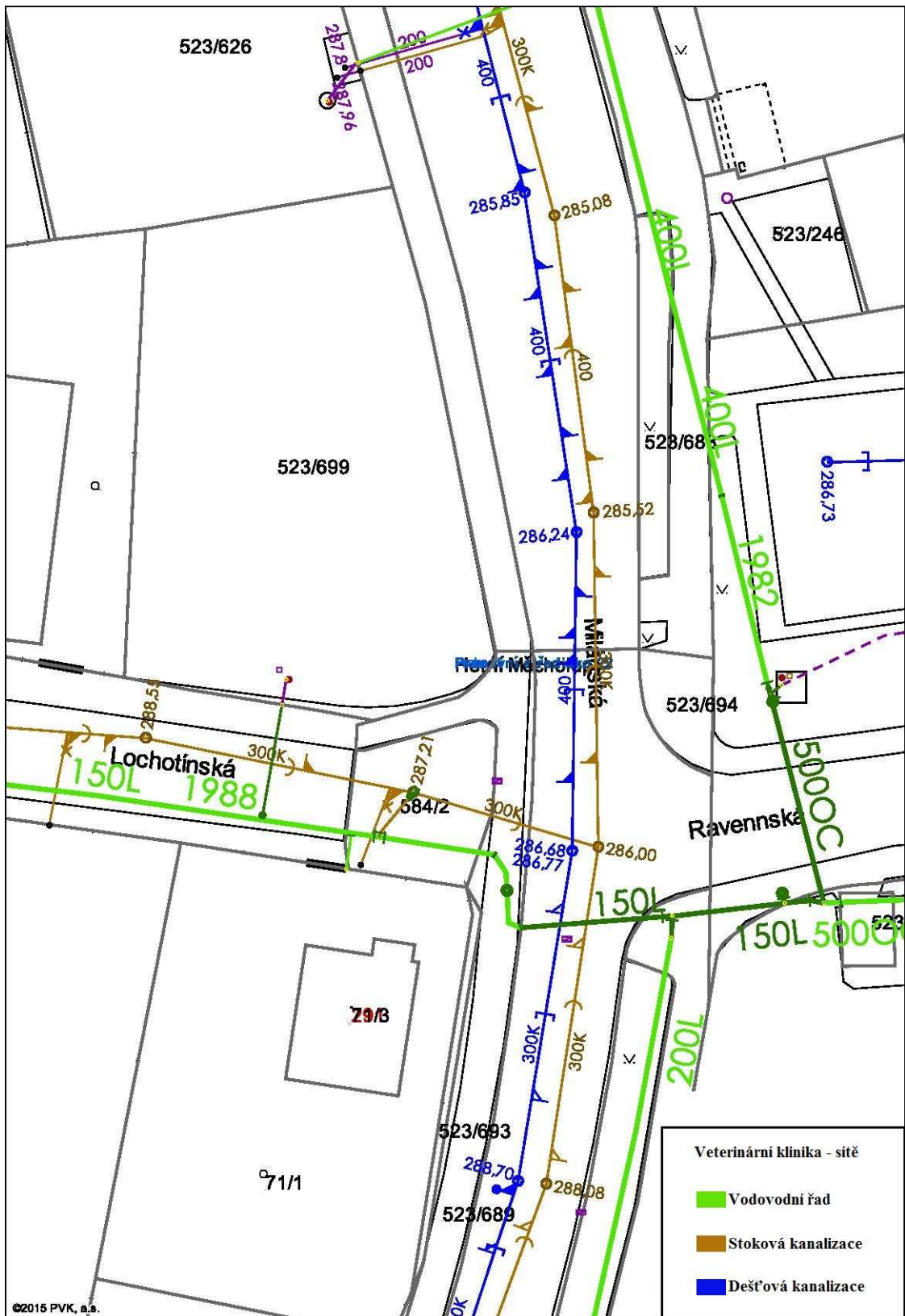
Mgr. Ilona Zusková
vedoucí OMK pobočky Praha

ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV
POBOČKA PRAHA - OMK
Na Šabatce 17
102 00 PRAHA 10 - Komořany

Na Šabatce 2050/17, 143 06 Praha 4-Komořany
tel.: 244 032 545, fax: 244 032 500

IČ: 00020699, DIČ: CZ00020699,
č. ú.: 54132041/0100, www.chmi.cz

Příl. 3 - Veterinární klinika – síť



Příl. 4 - Novela prováděcí vyhlášky

Výklad č. 75 k zákonu o vodovodech a kanalizacích a souvisejícím právním předpisům

Ministerstvo zemědělství České republiky

Výklad úseku vodního hospodářství

Věc: K použití „dlouhodobého srážkového úhrnu“

Dotaz:

Dne 1. dubna 2014 nabyla účinnosti novela prováděcí vyhlášky k zákonu o vodovodech a kanalizacích č. 48/2014 Sb., která změnila výpočet množství srážkových vod odváděných do kanalizace bez měření (§ 31 odst. 1 vyhlášky).

Jak se od 1. dubna 2014 vypočte množství srážkových vod odváděných do kanalizace bez měření? Jak se bude postupovat u smluv uzavřených před 1. dubnem 2014?

Výklad:

Od 1. dubna 2014 se množství srážkových vod odváděných do kanalizace bez měření vypočte na základě dlouhodobého srážkového normálu a nikoliv na základě dlouhodobého úhrnu srážek. Výpočet na základě dlouhodobého srážkového normálu se uplatní i na smlouvy uzavřené do 31. března 2014 bez ohledu na způsob výpočtu uvedený ve smlouvě.

Smlouvy s odběrateli jsou vlastníci, případně provozovatelé povinni uvést do souladu s novou právní úpravou do 1. ledna 2024.

Odůvodnění:

Ustanovení § 19 odst. 6 zákona č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), ve znění pozdějších předpisů, stanoví pro případy, kdy není množství srážkových vod odváděných do jednotné kanalizace přímo přípojkou, nebo přes uliční vpust' měřeno, že způsob výpočtu tohoto množství stanoví prováděcí předpis. Výpočet množství srážkových vod odváděných do jednotné kanalizace musí být uveden ve smlouvě o odvádění odpadních vod.

Vyhláška č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon o vodovodech a kanalizacích, ve znění účinném do 31. 3. 2014 v § 31 stanovila způsob výpočtu množství srážkových vod odváděných do kanalizace bez měření tak, že množství srážkových vod se vypočte podle vzorce uvedeného v příloze č. 16 vyhlášky na základě dlouhodobého úhrnu srážek v oblasti, ze které jsou srážky odváděny do kanalizace, zjištěného u příslušné regionální pobočky Českého hydrometeorologického ústavu a podle druhu a velikosti ploch nemovitostí a příslušných odtokových součinitelů uvedených v příloze 16.

V souladu s vyhláškou č. 48/2014 Sb., kterou se mění vyhláška č. 428/2001 Sb., se s účinností od 1. 4. 2014 množství srážkových vod vypočte podle vzorce uvedeného v příloze č. 16 vyhlášky na základě dlouhodobého srážkového normálu v oblasti, ze které jsou srážky odváděny do kanalizace, zjištěného u příslušné regionální pobočky Českého hydrometeorologického ústavu, a podle druhu a velikosti ploch nemovitostí a příslušných odtokových součinitelů uvedených v příloze 16 vyhlášky.

Příl. 4 - pokračování

Výklad č. 75 k zákonu o vodovodech a kanalizacích a souvisejícím právním předpisům

Smlouvy o odvádění odpadních vod vycházejí z propojení občanskoprávních a veřejnoprávních předpisů, tj. z občanského zákoníku a speciální úpravy odběratelských smluv zákonem o vodovodech a kanalizacích. Při uzavírání smlouvy o odvádění odpadních vod se tak uplatní občanskoprávní principy vzniku závazku, zatímco smluvní volnost, pokud jde o obsah smlouvy, mj. o způsob zjišťování množství odváděných srážkových vod, je omezena veřejnoprávní úpravou. Vlastník, popřípadě provozovatel je povinen s účinností od 1. 4. 2014 aplikovat u všech odběratelů ve výpočtu množství srážkových vod dlouhodobý srážkový normál. Tento postup výpočtu množství srážkových vod je nutno uplatnit u všech odběratelů, aby se tak předcházelo jakékoli diskriminaci odběratelů, jak ji zakazuje ustanovení § 36 odst. 2 zákona o vodovodech a kanalizacích. Množství srážkových vod tak bude účtováno u všech odběratelů do 31. 3. 2014 dle hodnoty dlouhodobého úhrnu srážek, od 1. 4. 2014 bude množství srážkových vod stanovováno výpočtem podle závazného vzorce uvedeného v příloze č. 16 vyhlášky na základě dlouhodobého srážkového normálu v oblasti, ze které jsou srážky odváděny do kanalizace, zjištěného u příslušné regionální pobočky Českého hydrometeorologického ústavu.

Smlouvy s odběrateli jsou vlastníci, popřípadě provozovatelé povinni uvést do souladu s novou právní úpravou zákonem č. 275/2013 Sb. (čl. II bod 5), kterým byl novelizován zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích, a jeho prováděcí vyhláškou dle přechodných ustanovení zákona do 1. 1. 2024.

Při fakturaci množství srážkových vod je vhodné odběratele upozornit na změnu v souvislosti se změnou právního předpisu stanovujícího způsob výpočtu množství srážkových vod a dále tuto změnu uvést do informací pro odběratele podle § 36 odst. 3 a 4 a odst. 8 písm. a) zákona o vodovodech a kanalizacích.

Vzhledem k platnosti dlouhodobého srážkového normálu 30 let (dlouhodobý srážkový normál z let 1961-1990 platí pro roky 1991-2020 a dlouhodobý srážkový normál z let 1991-2020 bude platit pro roky 2021-2050) je vhodné ho uvést ve smlouvě a doplnit ustanovení tak, že bude-li obecně závazný právní předpis nahrazen jiným obecně závazným předpisem upravujícím způsob výpočtu množství srážkových vod, bude se výpočet množství srážkových vod ve smlouvě řídit novým obecně závazným právním předpisem. Případně lze ve smlouvě uvést hodnotu srážkového normálu a pro případ jeho změny odkázat na hodnotu v informacích podle § 36 odst. 3 a 4 a odst. 8 písm. a) zákona o vodovodech a kanalizacích předávanou obecnímu úřadu obce, v níž je kanalizace provozována.

V Praze dne 14. dubna 2014



RNDr. Pavel Punčochář, CSc.
vrchní ředitel úseku vodního hospodářství