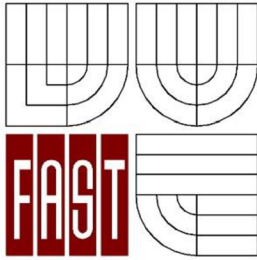




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ  
ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ OBCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING  
INSTITUTE OF MUNICIPAL WATER MANAGEMENT

# NAVRHOVÁNÍ OBJEKTŮ JÍMÁNÍ PODZEMNÍ VODY

DESIGNING OF GROUNDWATER WELLS EXTRACTION

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

BACHELOR'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**

AUTHOR

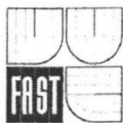
**MAREK PAVEL**

**VEDOUCÍ PRÁCE**

SUPERVISOR

**ING. TOMÁŠ KUČERA PH.D.**

BRNO 2015



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

**Studijní program** B3607 Stavební inženýrství  
**Typ studijního programu** Bakalářský studijní program s prezenční formou studia  
**Studijní obor** 3647R015 Vodní hospodářství a vodní stavby  
**Pracoviště** Ústav vodního hospodářství obcí

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

**Student** Marek Pavel

**Název** Navrhování objektů jímání podzemní vody

**Vedoucí bakalářské práce** Ing. Tomáš Kučera, Ph.D.

**Datum zadání bakalářské práce** 30. 11. 2014

**Datum odevzdání bakalářské práce** 29. 5. 2015

V Brně dne 30. 11. 2014

doc. Ing. Ladislav Tuhovčák, CSc.  
Vedoucí ústavu



prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA  
Děkan Fakulty stavební VUT

## Podklady a literatura

- [1] AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION. Water quality and treatment: a handbook of community water supplies. 4th ed. New York: McGraw-Hill, c1990, 1194 s. ISBN 0-07-001540-6.
- [2] LIN, Shun Dar. Water and wastewater calculations manual. 2nd ed. New York: McGraw-Hill, c2007, 945 s. ISBN 00-714-7624-5.
- [3] MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ ČR. Zpráva o stavu vodního hospodářství České republiky v roce 2010: Modrá kniha. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2011. ISBN 978-80-7084-992-7. Dostupné z:  
[http://eagri.cz/public/web/file/134470/Modra\\_zprava\\_2010\\_small.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/134470/Modra_zprava_2010_small.pdf)
- [4] Water treatment handbook. 7th [English] ed. Rueil-Malmaison, France: Degremont, 2007. ISBN 978-2-7430-0970-0.

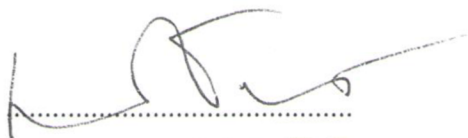
## Zásady pro vypracování (zadání, cíle práce, požadované výstupy)

Bakalářská práce bude zaměřená na návrh jímacích objektů podzemní vody - především vrtaných studní, a to komplexně, tj. jak návrh konstrukce a vstrojení studní, tak i zkoušky a stanovení vydatnosti. V první části práce bude shrnuta problematika jímání podzemní vody obecně, výstupem druhé části bude vzorový projekt jímacího objektu v rozsahu dle pokynů vedoucího práce.

## Struktura bakalářské/diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).



Ing. Tomáš Kučera, Ph.D.  
Vedoucí bakalářské práce

**Abstrakt:** Bakalářská práce se zabývá problematikou jímání vody pro vodárenské účely. V první části je práce zaměřena na historii a možnosti jímání vody a také náležitostí s tím spojených. Na problematiku je nahlíženo nejen z pohledu technického řešení, ale také ze strany požadavků zákonů a norem. Druhá část se zabývá samotným provedením, volbou prováděcí technologie a zpracováním projektu.

**Abstract:** This bachelor thesis deals with stuff connected with designing groundwater extracting. First part is focusing on history and possible ways how to do it including other problems which goes with this topic. This part talks about laws and codes that is need to know. Second part continues with more practical side. It means drilling, what technology to choose and some example how to design a well.

**Klíčová slova:** studna, jímání vody, vstrojení

**Keywords:** well, groundwater extraction, drilling equipment

## **Bibliografická citace VŠKP**

PAVEL, Marek. *Navrhování objektů jímání podzemní vody*. Brno, 2015. 39 s.  
Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního  
hospodářství obcí. Vedoucí práce Ing. Tomáš Kučera, Ph.D.

## **Poděkování**

Za vedení a cenné rady při zpracování bakalářské práce chci tímto poděkovat především vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Tomášovi Kučerovi Ph.D.

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně, a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne

.....

podpis autora

## OBSAH:

<b>1. HISTORICKÝ VÝVOJ.....</b>	<b>1</b>
1.1 RANÝ VÝVOJ.....	1
1.2 POČÁTKY NA NAŠEM ÚZEMÍ.....	2
1.3 BUDOVÁNÍ V MĚLNÍKU.....	3
1.4 ZÁSOBOVÁNÍ V BRNĚ.....	4
<b>2. TVORBA ZÁSOB PODZEMNÍ VODY .....</b>	<b>6</b>
2.1 POSUZOVÁNÍ SRÁŽKOVÝCH VOD.....	6
2.2 MNOŽSTVÍ A KVALIT SRÁŽKOVÝCH VOD V ČR.....	7
2.3 ZASAKOVÁNÍ SRÁŽKOVÝCH VOD.....	8
2.4 POSTU VSAKOVACÍ ZKOUŠKY.....	8
2.5 VSAKOVÁNÍ V EXTRAVILÁNU.....	9
<b>3. PRÁVNÍ PŘEDPISY A NORMY.....</b>	<b>11</b>
3.1 VODNÍ ZÁKON.....	11
3.1.1 PODKLADY PRO VYDÁNÍ POVOLENÍ.....	11
3.1.2 OBECNÁ USTANOVENÍ.....	13
3.1.3 PODZEMNÍ VODY.....	14
3.2 STAVEBNÍ ZÁKON.....	15
3.3 NORMA PRO JÍMÁNÍ POZDEMŇNÍ VODY.....	15
3.3.1 ZÁRUBNICE.....	17
3.3.2 FILTR.....	17
3.3.3 PROVÁDĚNÍ VRTANÝCH STUDNÍ.....	18
3.3.4 POŽADAVKY NA OBJEKTY SLOUŽÍCÍ PRO VEŘ. VODOVOD..	19
<b>4. JÍMACÍ ZKOUŠKY .....</b>	<b>21</b>
4.1 OBECNÉ NÁLEŽITOSTI.....	21
4.2 TYPY ZKOUŠEK.....	22
4.2.1 OVĚŘOVACÍ JÍMACÍ ZKOUŠKY – ZJIŠŤOVACÍ.....	22
4.2.2 KRÁTKODOBÉ JÍMACÍ ZKOUŠKY – ORIENTAČNÍ.....	22
4.2.3 DLOUHODOBÉ JÍMACÍ ZKOUŠKY – PRŮZKUMNÉ.....	23



4.2.4 POLOPROVOZNÍ JÍMACÍ ZKOUŠKY .....	23
4.2.5 PŘELIVOVÁ ZKOUŠKA .....	23
4.2.6 STOUPACÍ ZKOUŠKA .....	23
4.3 PROVÁDĚNÍ .....	24
4.4 ROZDĚLENÍ ČERPACÍCH ZKOUŠEK .....	25
<b>5. ZPŮSOBY JÍMÁNÍ VODY .....</b>	<b>26</b>
5.1 JEHLOVÉ STUDNY .....	27
5.2 ŠACHTOVÉ STUDNY .....	27
5.3 VRTANÉ STUDNY .....	28
5.4 RADIÁLNÍ STUDNY .....	28
5.5 JÍMACÍ ZÁŘEZY, ŠTOLY A GALERIE .....	28
<b>6. TECHNOLOGIE A NÁSTROJE PRO VRTÁNÍ.....</b>	<b>30</b>
<b>7. VZOROVÝ PROJEKT .....</b>	<b>34</b>
7.1 GEOLOGICKÉ A HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY .....	34
7.2 VRTNÉ PRÁCE .....	34
7.3 KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ.....	34
7.4 TECHNOLOGICKÉ VYBAVENÍ.....	35
7.5 ZABEZPEČENÍ .....	35
<b>8. ZÁVĚR.....</b>	<b>36</b>
<b>9. POUŽITÁ LITERATURA.....</b>	<b>37</b>
<b>8. SEZNAM TABULEK .....</b>	<b>38</b>
<b>9. SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>38</b>
<b>10. SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>38</b>
<b>11. SUMMARY .....</b>	<b>39</b>

# 1. HISTORICKÝ VÝVOJ

## 1.1 RANÝ VÝVOJ

Voda hrála v historii vždy klíčovou roli v rozvoji člověka. Všechna města a civilizace vznikaly v blízkosti vodních toků. Už z období okolo 4 000 let př. n. l. můžeme najít záznamy o protipovodňových hrázích, odvodňovacích a závlahových kanálech, které byly vybudovány ve starověké Mezopotámii. V Egyptě se zachovalo těleso hráze, která tvořila vodní nádrž Moeris. Výstavba prvních vodovodů v Babylónii a v Sýrii se předpokládá kolem roku 2 500 let př. n. l. n.

Za první vodohospodářský projekt komplexního využití vodních zdrojů na světě je možno označit soustavu zahrnující soubor staveb v Babylónii (asi z r. 1740 př. n. l.) pro závlahy, úpravu toků. Využití vodní energie, vodovody a lázně. Ze stejného období tu pochází i první veřejná kanalizace. Kolem r. 1 200 př. n. l. byly postaveny první vodovody z pálené hlíny a kameniny na Krétě, v Řecku, v severní Africe i jinde. [1]

Pozoruhodná vodohospodářská soustava pro potřeby Jeruzaléma vznikla za krále Šalamouna (kolem r. 1 000 př. n. l.). Voda jímaná v povodí řek byla nejprve vedena do soustavy tří nádrží (Šalamounovy rybníky) a odtud do města. Splašková voda se sváděla do usazovacích nádrží. K největším starověkým stavbám patřil Císařský kanál v Číně (1650 - 485 př. n. l.) spojující Peking s ústím řeky Jang-c'-'ťiang. V okolí Madrásu ve starověké Indii bylo kolem 50 000 nádrží. V Persii asi v 6. stol. př. n. l. byla na řece "Kor" vybudována nádrž pro závlahy, která v omezené míře souží až do dnes.

Samostatnou kapitolou v této oblasti je vývoj vodního hospodářství ve starověkém Římě. Už kolem roku 300 př. n. l. byl postaven první státní vodovod, tzv. Aqua Appia. Pro potřeby Římanů dodávalo vodu 19 vodovodů. Tyto systémy fungovaly na gravitačním principu a s tím bylo spojeno to, že musel být zajištěn stálý průtok vody. V praxi to znamenalo, že voda, která se nepoužila, musela být odvedena rovnou do kanalizace. Voda, která byla ve starověkém Řecku dopravována na vzdálenosti i přes 100 km, byla jímana ve studních a dopravována pomocí ražených štol nebo podzemními a nadzemními kanály. Řekové také dokázali odvodnit Kopajské jezero o rozloze 25 000 hektarů.

Od počátku prvních civilizací můžeme vidět snahu člověka nejen si vodu zajistit, ale také ji i využívat. Určitě by se dalo nad tímto tématem strávit hodiny času a člověk by se mohl nechat stále překvapovat, co všechno již v naší historii vzniklo. O to více je pak zarážející, v jaké temnotě jsme se ocitli v období středověku a to nejen z pohledu

vodárenství a hygieny. Pojd'me se ale už přesunout spíše k trochu modernějšímu vývoji vodárenství u nás. [1]

## 1.2 POČÁTKY NA NAŠEM ÚZEMÍ

K prvnímu zásobování sloužili především studny a jímky. Případně se voda nosila z řek nebo potoků. Pokud však bylo potřeba více vody, než bylo v daném místě k dostání, musela se voda i na našem území přivést z míst vzdálenějších. První soukromé vodovody se u nás objevily okolo 12. století. Začátek zásobování obyvatelstva pak nastal ve 14. století. Rozvoj techniky, větších nároků na hygienu a tím stále vyšší potřeba vody si vynutily rozmach vodárenství. Budovali se nové vodní věže a hlavně dokonalejší gravitační vodovody. Většina těchto staveb sloužila až do 19. století. Teprve další technický pokrok na konci 19. století přinesl nové technologie a možnosti pro vodárenské systémy.

První profese spojená s vodárenskou činností byli tzv. „vodáci“. Jejich práci využívali především pivovary, sladovny a další výroby závislé na dostatku vody. Jednalo se o námezdní povolání. Další profese, která se objevila s výstavbou prvních vodovodů, byla tzv. „roučník“. Tito lidé vyráběli potrubí a také udržovali trubní řady. V době renesance se ustálil vodohospodářský systém a stanovila se technologie kladení potrubí i způsob odběru vody pomocí soukromých či veřejných kašen. Teprve v 19. století do tohoto oboru vstupují další profese, jako byli strojaři, hydrogeologové, chemici, hygienici, konstruktéři či stavitelé. Od roku 1839 v Praze vstoupila v platnost instrukce pro kladení a těsnění litinových trub, kterou poté přejímala i další města. Postupně se tedy přecházelo od potrubí dřevěného k potrubí litinovému. [2]

Ve 20. století započaly snahy o sjednocení vodohospodářů a lepší informovanost a vzdělanost nejen lidí, ale také výkonných orgánů v oblasti nakládání s pitnou vodou. První snahou byl „První sjezd českých plynáren, elektráren a vodáren“, pořádaný v Praze už v roce 1913. Rozvoj v této oblasti narušil vývoj v českých zemích v době protektorátu a také pozdějším komunistickým režimem. Český svaz vodovodů a kanalizací byl proto založen až v roce 1968. Cílem bylo zlepšit technickou, ekonomickou ale také i řídicí úroveň. Z důvodu politické situace byl však tento svaz již v roce 1970 rozpuštěn. Další možnost koordinace činností ve vodním hospodaření se začala realizovat až po uplynutí dalších dvaceti let. Kdy v listopadu 1989 vzniklo „Sdružení oborů vodovodů a kanalizací“ (SOVAK). Je tedy vidět, že dobré nakládání s vodními zdroji a vodní infrastrukturou je v Česku dlouholetou snahou.

Při zmínce o vodní infrastruktuře se jistě nejednomu odběrateli vybaví myšlenka na cenu tzv. „vodného a stočného“. Tento poplatek za využívání vodovodní sítě můžeme

najít již v 16. století, kdy nejstarší záznam o tomto úkonu máme z roku 1597. Již tehdy majitel nemovitosti zaplatil za vybudování přípojky a příslušný úřad mu vyměřil částku, kterou měl za využívání vodovodu pravidelně hradit. Jednalo se však spíše o příspěvek na provozování, jelikož se neměřila spotřeba vody. Nicméně poplatky museli platit i obyvatelé, kteří si pro vodu chodili do veřejných kašen. První pokusy o měření odebraného množství vody se začaly realizovat v roce 1858, kdy se v Praze sbor obecních starších usnesl na odměřování vody kalibrovanými kohouty. Do kohoutu byl vložen kónus, přes který nepřetržitě vytékala voda do nádrže umístěné na půdě. Podle toho jaký průměr si člověk zvolil, se následně odvíjela výška poplatku. Domovní vodoměry se u nás začaly zavádět po roce 1880. [2]

### 1.3 BUDOVÁNÍ V MĚLNÍKU

Toto město leží z velké části na kopci a v některých územích jsou značně strmá klesání. Proto již v dřívějších dobách tu nebylo zásobování vodou tak jednoduché vyřešit. Ve středověku tu vybudovali v samotném středu náměstí tzv. francouzskou studnu. Které svou hloubkou, okolo 70 metrů, byla nejhlubší studní v Čechách. Voda byla dopravována do kašen a poté v době renezanace i do vodárenské věže. V historických záznamech můžeme najít záznamy o tom, že v roce 1610 bylo položeno dřevěné potrubí, kterým se přiváděla voda do zámku. Toto potrubí bylo vyměněno za železné až v roce 1843.

Od roku 1886 byla voda odebírána již ze světických pramenů, odkud voda gravitačně tekla do vodní nádrže. Odtud byla čerpána do horní části města. Během rekonstrukce v roce 1905 byly krom nového potrubí vybudovány celkem tři vodojemy, které pomáhali uspokojit dodávku pitné vody tím, že v noci akumulovali potřebný objem vody. Následně v období mezi roky 1928 a 1930 byl pro Mělník vybudován nový komplexní vodovod, který bral vodu nejdříve z hloubené studny Svěťice a poté ze studny vrtané. Voda se dopravovala do retenčního prostoru vzdáleného 1 900 m. Odtud se čerpala do vodojemů. Dva vodojemy, každý o objemu 800 m<sup>3</sup>, byly uloženy v různých výškách, aby mohli zásobovat různá tlaková pásma. Kromě těchto objektů bylo v této době vybudováno také celkem 67 km rozvodné vodovodní sítě. [2]

Odborníci se ale později začali poohlížet nejen po zdrojích pro Mělník, ale také pro jeho okolí. Začalo se uvažovat o oblasti Řepínského dolu. Vydatnost podzemních zdrojů v této oblasti osciluje okolo hodnot 400 až 500 l/s. Jedná se o jednu z nejvýznamnějších oblastí u nás. Což je také dáno kvalitou a složením vody. Největším pramenem je „Velký pramen“ v Mělnické Vrutici. Byl i největším pramen v Čechách, jelikož jeho vydatnost se pohybovala mezi 114 až 250 l/s. První práce na využití tohoto

vodního potenciálu začaly již okolo roku 1914, ale z rozličných důvodů bylo trvalé jímání v Řepínském dole zahájeno až v roce 1972. [2]

## 1.4 ZÁSOBOVÁNÍ V BRNĚ

Obecně se dá říci, že celý jihomoravský kraj je charakteristický svou geomorfologickou různorodostí. Ta se projevovala a stále projevuje i v pestrosti technického řešení starobylých i současných vodovodů.

Brno leží na soutoku dvou řek Svratky a Svitavy. První osídlení můžeme datovat už v letech 1021 až 1034, kdy byl vybudován brněnský hrad. Historicky se Brnu dařilo a v průběhu staletí počet jeho obyvatel stále navyšovat. Už v roce 1365 bylo Brno se svými 8 700 obyvateli třetí největší město Českého království. V roce 1850 již v Brně žilo na 48 000 obyvatel a i ve 20. století probíhal rozvoj města a počet obyvatel narost až k současným téměř 400 000.

Je tedy zřejmé, že s velkým množstvím lidí, zde bylo nutné také budovat potřebnou vodovodní infrastrukturu. Studny napájené především vodou z řeky Svratky dostačovali jen do 12. století, než se vlivem rozšiřování města zhoršila kvalita vody. Vybudované žumpy zamořovali vodu ve studních a ve městě vznikali epidemie cholery, tyfu nebo mor. Avšak lidé věřili, že tyto nemoci jsou pouze Božím trestem. Pro vznik prvních vodovodů byly pádnými důvody až časté požáry, které Brno sužovali, a často došlo k zničení mnoha domů, jelikož nebyl dostatek požární vody. Výstavba vodovodu započala v roce 1416. Stavbu i práva na využívání vody udělil městu Brnu český král Václav IV. Aby mohla být voda dodávána do kašen na zelném trhu a náměstí svobody, byla postavena vodárna se dvěma čerpadly. Tato vodárna fungovala až do druhé poloviny 18. stole, kdy byly provedeny významné změny z důvodu rozšiřování vodovodní sítě. [2]

Potíže s vodou však stále přetrvávali. Podařilo se zajistit dostatek vody požární, ale vody pro obyvatelstvo stále ještě nebyl dostatek a zdroje v Brně jej nedokázali zajistit. Proto Brno koupilo v r. 1544 rybník zvaný Gaisperk, ze kterého jímalo a dopravovalo dostatek kvalitní vody. Postupným historickým vývojem však tento vodovod ubýval na své významnosti a definitivně zanikl po první světové válce, kdy bylo Brno již od roku 1913 zásobováno prvním březovským vodovodem. Navíc z důvodu špatné kvality vody z pisárecké úpravný vody byl vybudován také vodovod s podzemní vodou z Budína. Díky čtrnácti studnám tu bylo jímáno od roku 1913 celých 250 l/s. S tím, že zkouškou byla prokázána vydatnost až 500 l/s. Postupně nerostl jen objem dopravované vody, ale také hlavně celková potřeba za den. Výrazný nárůst se odehrál po druhé světové válce. V roce 1960 činila průměrná denní spotřeba již 1319 l/s.

V roce 1972 byly v Pisárkách již tři úpravní vody, které brali vodu z řeky Svratky a celkový objem upravované vody činil téměř astronomickou hodnotu 1650 l/s. Dnes však spotřeba vody je na míle vzdálená tomu, s čím se ještě před třiceti lety počítalo. [2]

## 2. TVORBA ZÁSOb PODZEMNÍ VODY

Fakticky jediným zdrojem vody na území České republiky je voda srážková. Měli bychom si tedy uvědomit, jak moc jsou tyto vody spjaté s množstvím vody v podzemí. Ale pojďme se nejdřív seznámit, jak bychom měli k srážkovým vodám přistupovat.

### 2.1 POSUZOVÁNÍ SRÁŽKOVÝCH VOD

Na první pohled by se mohlo zdát, že jelikož dešťové mraky vznikají odpařením vody, měly by teda obsahovat de facto destilovanou vodu. Vodu bez obsahu rozpuštěných látek. Ale realita je v tomto ohledu velmi rozdílná. Již při průchodu atmosférou přichází voda do kontaktu s různými plyny a chemickými látkami. Výsledné pH dešťové vody se poté může pohybovat okolo hodnoty pH 5,6 hlavně i díky tomu, že se váže s CO<sub>2</sub>, který je v atmosféře obsažen.

Spadlé srážky jsou dále znečištěny nečistotami, které se nahromadí na povrchu území nebo jsou smyty během srážkové události. Proto je nutné s těmito vodami správně nakládat. Zákonné předpisy můžeme najít v Zákonu č. 274/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích. Další předpisy jsou v Zákonu č. 254/2001 Sb., tzv. Vodní zákon. Zde nově zákon stanoví, že stavební úřad nesmí vydat stavební povolení na stavbu, kde není vyřešeno hospodaření s dešťovými již v samotném projektu stavby. Kromě zákona se touto problematikou zabývají také normy. Např. ČSN 75 9010, která začala platit od března roku 2012 a TNV 75 9011 „Hospodaření se srážkovými vodami“.

Podle normy TNV 75 9011 je prioritní odvádění srážkových vod do půdního a horninového prostředí. Při nedostatečné vsakovací schopnosti se vsakování kombinuje s retencí a regulovaným odtokem. Pokud tato varianta nelze provést mělo by se přistoupit k retenci a regulovanému odvádění srážkových vod do povrchových vod. V případě, že není ani tato varianta proveditelná, musíme zajistit dostatečnou retenci a regulované odvádění srážkových vod kanalizací. [3]

Při návrhu vsakovacích zařízení jsou upřednostňována povrchová vsakovací zařízení vzhledem k jejich čisticí schopnosti a podpoře evapotranspirace. Tento způsob vsakování můžeme dále rozdělit na vsakování plošné, vsakovací průleh nebo průlehrýha a vsakovací nádrž. Jako další možností je podzemní vsakování, které se dělí na vsakovací rýhy, podzemní prostory vyplněné šterkem nebo bloky, vsakovací šachta a vsakování s regulovaným odtokem.

Pokud nemáme možnost zasakování, musíme vodu odvádět do povrchových vod. K tomuto účelu mohou sloužit např.: poldry, retenční dešťové nádrže se zásobním prostorem či umělé mokřady. Vodu bychom ale měli stejně před vypuštěním do povrchových vod předčistit. Často jsou retenční prostory řešeny už s tím, aby plnily i funkci předčistění. Pro zvýšení účinnosti se mechanické čištění sedimentací či filtrací doplňuje biologickým čištěním pomocí vegetace nebo v půdě. [3]

## 2.2 MNOŽSTVÍ A KVALITAT SRÁŽKOVÝCH VOD V ČR

Česká republika leží na ploše 78 866 km<sup>2</sup>. Průměrný roční úhrn srážek, se podle ČHMÚ pohybuje okolo hodnoty 700 mm. Přestože má česká republika dohromady skoro 150 přehradních nádrží, které mají plochu větší než 1 ha, došlo v posledních dvaceti letech k několika ničivým povodním, které si vyžádaly nejen materiální škody, ale i ztráty na životech. Je tedy zřejmé, že je zde potřeba komplexně řešit, jak nakládat se srážkovou vodou.

Míru znečištění srážkových vod můžeme zatřídit do tří skupin podle znečištění nerozpuštěnými látkami, těžkými kovy a uhlovodíky v závislosti na typu ploch. Norma TNV 75 9011 dělí tyto plochy dle následující tabulky. [3]

**Tab. 2.1: Orientační klasifikace znečištění srážkových vod [3]**

Typ plochy	Míra znečištění srážkových vod
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vegetační střechy</li> <li>- Střechy z inertních materiálů</li> <li>- Střechy s plochou neošetřených kovových částí do 50 m<sup>2</sup></li> <li>- Komunikace pro chodce a cyklisty</li> <li>- Málo frekventovaná parkoviště osobních aut</li> <li>- Málo frekventované pozemní komunikace<sup>a</sup> (příjezdy k domům)</li> </ul>	nízká
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Střechy s plochou neošetřených kovových částí 50 m<sup>2</sup> až 500 m<sup>2</sup></li> <li>- Středně frekventované pozemní komunikace<sup>b</sup></li> <li>- (Vysoce) frekventovaná parkoviště (osobní auta a autobusy)</li> </ul>	střední
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Střechy s plochou neošetřených kovových částí nad 500 m<sup>2</sup></li> <li>- Vysoce frekventované pozemní komunikace<sup>c</sup></li> <li>- Plochy u skladišť, manipulační plochy</li> <li>- Komunikace zemědělských areálů</li> <li>- Parkoviště nákladních aut<sup>d</sup></li> </ul>	vyšoká
<sup>a, b, c</sup> viz tabulka A.1 <sup>d</sup> parkoviště, která nejsou součástí veřejných komunikací	

Užívání odvodňovaných ploch, včetně péče o ně, způsobuje znečištění řadou látek (např. exkrementy, listí a jiná organická hmota, hrubé a jemné nerozpuštěné látky, minerální oleje a ropné uhlovodíky, biocidy, těžké kovy či detergenty). Míra znečištění srážkové vody závisí také na hustotě dopravy, na podílu nákladní dopravy a na frekvenci



čištění ulic a silnic. Případné znečištění ploch u skladišť a manipulačních ploch je nutno posuzovat individuálně s ohledem na úniky pohonných látek, olejů, ztráty materiálu při manipulaci se zbožím, netěsnosti kontejnerů, přepravek, nádrží, zbytky obalů, výluhy zboží, a další obdobné znečištění jako u dopravních ploch.

## 2.3 ZASAKOVÁNÍ SRÁŽKOVÝCH VOD

V současné době se téma nakládání s dešťovou vodou stává stále aktuálnější. Vlivem klimatických výkyvů vznikají období, kdy je vody nedostatek a doby kdy v krátkém čase spadne velké množství srážek a způsobí více škody než užítku. V důsledku způsobu výstavby a hospodaření v posledních několika desítkách let, došlo na mnoha místech k poklesu hladiny podzemní vody, s čím také souvisí jejich zasolování. Abychom zachovaly kvalitu podzemní vody, musíme zvýšit dobu zdržení srážkové vody v půdním profilu a zamezení jejího rychlého odtoku. [3]

Vsakování dešťové vody je závislé také na několika faktorech. Jedním z nich je kvalita podloží pro vsakování. Podloží musí být propustné a schopné absorbovat vodu. Musíme také zohlednit kvalitu vsakované vody. Aby voda neobsahovala nežádoucí znečištění, jako jsou např. těžké kovy, organické nebo ropné látky. Prvky musí být také umístěny do krajiny v závislosti na geomorfologii terénu, rozmístění zástavby a dle vegetačního pokryvu.

Samotnému umístění vsakovacího objektu předchází analýza půdního profilu. Stanoví objem vody vstřebatelné do půdního profilu. Propustnost půdy se zjišťuje provedením vsakovací zkoušky, založené na principu objemu vody vsáknuté za specifikovaný časový interval. Zkouška se provádí vždy na pozemku, kde bude umístěn vsakovací objekt.

## 2.4 POSTU VSAKOVACÍ ZKOUŠKY

- Vytýčí se plocha ve tvaru čtverce s délkou strany 50 cm. Výkop bude proveden do hloubky 50 cm.
- Upravené dno se pokryje 1–2 cm vrstvou štěrku nebo drti.
- Do výkopu se zarazí tyč a k ní se připevní metr.
- Před zahájením měření, cca 60 minut předem, je potřeba lehce polévat dno výkopu.
- Kvalitativní ovlivnění výsledků závisí na zvlhčení dna vsakovacího objektu.

- Výkop se naplní vodou do výše 20 cm.
- Po 30 minutách se kontroluje výška hladiny vody.
- Při viditelném úbytku vody dochází k vsakování. Následně se odečte čas a výška hladiny vody na měřicí tyči a zjištěné údaje se zaznamenají.
- V případě poklesu vodní hladiny o méně než 2 cm, se provede další kontrola po 120 minutách.
- Spolehlivost výsledků je nutné ověřit opakováním vsakovací zkoušky.

[4]

Alternativním postupem k této metodě je použití dvouválcového infiltrometru nebo dnes nejpoužívanější způsob pomocí mini disku. Mini disk infiltrometer je malé zařízení s manuální obsluhou k měření nenasycené hydraulické vodivosti při tlakových výškách od -0,5 cm do -6 cm. Infiltrometr sestává ze dvou komor umístěných v jedné trubici nad sebou.

Obě komory (horní i spodní) jsou na začátku měření naplněny vodou. Poloha trubičky v horní komoře reguluje tlakovou výšku (tenzi), při které bude voda infiltrována. Spodní komora je kalibrována a objem je označen v ml. Spodní část infiltrometru je tvořena porézním diskem ze spékané nerezové oceli. Tento disk má průměr 4,5 cm a tloušťku 0,3 cm. Disk s takto malým průměrem je relativně snadné umístit na povrch půdy, který musí být urovnaný. Jakmile se infiltrometr umístí na povrch půdy, začne voda ze spodní komory infiltrovat do půdy. Pomocí záznamu poklesu hladiny ve spodní komoře v průběhu času se vypočítá hodnota nenasycené hydraulické vodivosti  $K(h)$ .

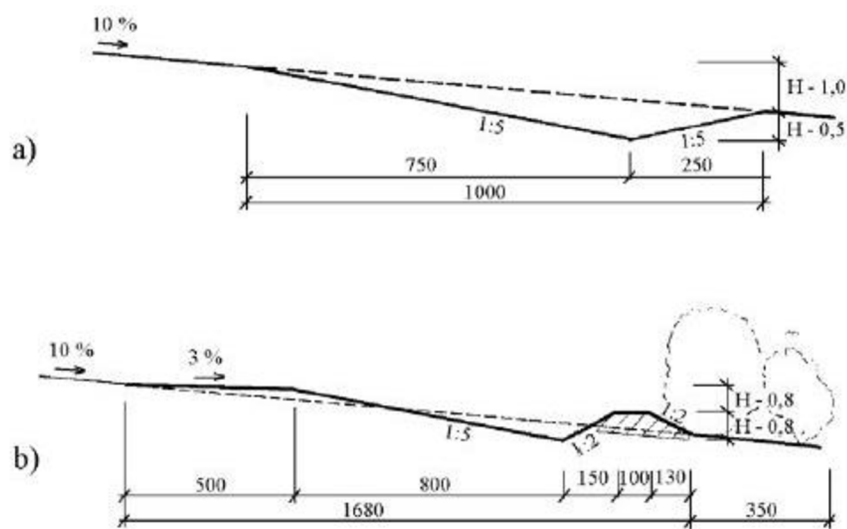
Je třeba podotknout, že je měřen pouze malý úsek půdy, který nespĺňuje požadavky na reprezentativní elementární objem. Množství vody, která se může zainfiltrovat, je 135 ml. Časový interval pro manuální odečítání poklesu hladiny se určuje podle testované půdy a zvolené tenze. Doporučené intervaly podle uživatelského manuálu jsou např. 2 - 5 s pro písek, 30 s pro hlinité půdy a 30 - 60 min pro nepropustné jíly. [5]

## 2.5 VSAKOVÁNÍ V EXTRAVILÁNU

U jednotlivých půd můžeme najít určité charakteristiky, které nám můžou pomoci se základním zatříděním, jak je nebo není daná půda vhodná pro vsakování. Prvním půdním druhem jsou půdy písčité, které obsahují zrna o velikosti od 0,05 – 2 mm. Písčitá složka půdy zajišťuje funkci drenáže vody a odráží se ve špatné schopnosti

až neschopnosti zadržovat vodu. Jedná se velmi lehké půdy. Když se podíváme na půdy se zrnitostí v rozmezí mezi 0,001 – 0,05 mm, jedná se o půdy hlinité. Mají velmi pozitivní vlastnosti vzhledem k velikosti pórů a rovnovážné vyvážení obsahu vody a vzduchu v půdě. Vykazují i dobrou vsakovací a zadržovací schopnost podzemní vody. Jedná se o půdy středně těžké. Posledním půdním druhem jsou zeminy jílovité, jejichž frakce je menší než 0,001 mm. Představují velmi jemné, hutné půdy, protože obsahují vysoké procento jílových částic. Pro vodu jsou velmi málo propustné a náleží mezi těžké půdy.

Kromě příkladů uvedených na začátku této kapitoly, je hlavně v extravilánu možné vybudování tzv. průlehu. Jedná se o spíše liniovou stavbu, která zabraňuje rychlému odtoku především přívalových srážek, které mají nejvíce erozivní důsledky na půdu. Těmito stavbami můžeme velmi dobře rozdělit srážkoodtokové linie a tím přispět nejen k lepšímu zasakování srážek, ale také k menším odnosům zeminy z polí. Dva řezy můžeme vidět na následujícím obrázku. [5]



Obr. 2.1 a) průleh, b) průleh s přidanou hrázkou [14]

## **3. PRÁVNÍ PŘEDPISY A NORMY**

### **3.1 VODNÍ ZÁKON**

Chceme-li nějakým způsobem s vodami nakládat nebo je využívat musíme se řídit nařízením vlády č. 254/2001 Sb. Dále pro jednání se stavebním úřadem musíme splnit požadavky vyplývající ze zákona 183/2006 Sb., tzv. „Stavební zákona“, kterým se věnuje příští kapitola.

#### **3.1.1 PODKLADY PRO VYDÁNÍ POVOLENÍ**

Požadavky spojené s „vodním zákonem“ najdeme také ve vyhlášce č. 432/2001 Sb. o dokladech žádosti o rozhodnutí nebo vyjádření a o náležitostech povolení, souhlasů a vyjádření vodoprávního úřadu v §2, kde jsou uvedeny tyto podklady, které musí žadatel k žádosti přiložit: [6]

- a) situaci širších vztahů nakládání s vodami a jeho okolí, schematicky zakreslenou do mapového podkladu zpravidla v měřítku 1 : 10 000 až 1 : 50 000
- b) rozhodnutí, stanoviska, vyjádření, souhlasy, posouzení, popřípadě jiná opatření dotčených orgánů, týkající se dané věci, pokud to po žadateli vyžadují zvláštní právní předpisy
- c) kopii katastrální mapy území, jehož se povolení týká, včetně zakreslení místa nakládání s vodami a v případě vzdouvání též s vyznačením rozsahu a délky vzdutí
- d) kopii povolení stavby vodního díla a kolaudačního rozhodnutí nebo kolaudačního souhlasu, pokud požadované povolení k nakládání s vodami souvisí se stávajícím vodním dílem a v minulosti bylo vydáno jiným úřadem než vodoprávním úřadem dnes příslušným k vydání povolení k nakládání s vodami; ustanovení § 125 odst. 1 stavebního zákona není dotčeno
- e) doklad o vlastnickém právu, nelze-li toto právo ověřit v katastru nemovitostí, nebo právu užívání vodního díla, pokud požadované povolení k nakládání s vodami souvisí se stávajícím vodním dílem,
- f) stanovisko správce povodí k požadovanému nakládání s vodami, včetně ověření orientační polohy místa nakládání s vodami v souřadnicích X, Y určených v souřadnicovém systému Jednotné trigonometrické sítě katastrální v návaznosti na evidenci vodních toků
- g) vyjádření příslušného správce vodního toku k požadovanému nakládání s vodami, pokud se žádost o povolení týká tohoto vodního toku,
- h) doklad, jímž prokáže právo k pozemkům a stavbám vzdouváním vody dotčeným, nejedná-li se o vzdouvání vody ve vodním díle,

- i) vyjádření osoby s odbornou způsobilostí, pokud se žádost o povolení k nakládání s vodami týká podzemních vod a pokud vodoprávní úřad ve výjimečných případech nerozhodne podle § 9 odst. 1 vodního zákona jinak, které obsahuje:
1. základní údaje, včetně identifikace zadavatele a zpracovatele vyjádření, popřípadě zpracovatele příslušné projektové dokumentace,
  2. popisné údaje, včetně identifikace hydrogeologického rajonu, útvaru podzemních vod, popřípadě kolektoru, ve kterém se nachází podzemní vody, se kterými má být nakládáno
  3. zhodnocení hydrogeologických charakteristik, včetně stanovení úrovně hladiny podzemních vod, mocnosti zvodnělé vrstvy směru proudění podzemních vod, se kterými má být nakládáno
  4. zhodnocení míry rizika ovlivnění množství a jakosti zdrojů podzemních a povrchových vod nebo chráněných území vymezených zvláštními právními předpisy
  5. zhodnocení využitelnosti zdroje podzemní vody jako potraviny, k výrobě pramenitých vod nebo k výrobě balených kojeneckých vod, včetně zhodnocení vydatnosti tohoto zdroje, jeho stability v rozsahu přirozených výkyvů v podmínkách poloprovozní hydrodynamické zkoušky, návrhu způsobů a míry využívání zdroje a posouzení rizik možného znečištění,
  6. návrh podmínek, za kterých může být povolení k nakládání s podzemními vodami vydáno, pokud může toto nakládání mít podstatný vliv na jakost a množství podzemních vod nebo chráněná území vymezená zvláštními právními předpisy
  7. návrh minimální hladiny podzemních vod, pokud toto nakládání může mít za následek podstatné snížení hladiny podzemních vod
- j) údaje o průtocích vody ve vodním toku (Q330 denní, Q355 denní, Q364 denní a  $Q_a$  dlouhodobý průměrný), pokud se žádost o povolení týká vodního toku a požadované nakládání s vodami může mít za následek snížení průtoku vodního toku
- k) výčet a druh chráněných území a ochranných pásem stanovených podle zvláštních právních předpisů, pokud by mohly být nakládáním s vodami dotčeny,
- l) doklady podle § 110 odst. 1 a 2, jedná-li se o nakládání s vodami za účelem chovu ryb nebo vodní drůbeže, popřípadě jiných vodních živočichů,
- m) prováděcí projekt sanačních prací, jedná-li se o nakládání s vodami podle § 8 odst. 1 písm. e) vodního zákona, který kromě technických a technologických postupů nutných k provedení sanačních prací obsahuje:

1. identifikaci objektů sloužících k čerpání a vypouštění znečištěných vod,
2. identifikaci místa čerpání a vypouštění uvedením parcelního čísla pozemku či pozemků v místě čerpání a v místě vypouštění vod do vodního toku,
3. určení polohy místa čerpání a místa vypouštění v souřadnicích X, Y označujících polohopisnou složku v souřadnicovém systému Jednotné trigonometrické sítě katastrální,
4. způsob měření množství čerpaných a vypouštěných vod,
5. návrh místa odběru vzorků pro kontrolu jakosti vypouštěných vod.

Žadatel předkládá k žádosti o změnu povolení k nakládání s vodami podle povahy změny doklady podle odstavce 1 a doklad o tom, že je oprávněným (§ 8 odst. 2 vodního zákona) ze stávajícího povolení, bylo-li vydáno jinému subjektu. Doklady uvedené v odstavcích 1 a 2 předkládá žadatel vodoprávnímu úřadu spolu s žádostí na předepsaném formuláři, jehož obsahové náležitosti jsou stanoveny v příloze č. 1. [6]

### **3.1.2 OBECNÁ USTANOVENÍ**

Ve „vodním zákoně“ v § 2 je přesně specifikováno, pro jaké vody a účely se jeho platnost vztahuje. Důležité je také si uvědomit, že práva na vlastnictví a využívání podzemních vod nejsou součástí ani příslušenstvím k pozemku. Práva k těmto vodám řeší právě tento zákon a musíme tyto věci řešit s příslušným vodoprávním úřadem. Každý kdo nakládá s povrchovými nebo podzemními vodami musí dbát na jejich ochranu, bezpečnost a hospodárné využití. Nebudeme se nyní věnovat části s nařízeními týkajícími se nakládání s povrchovou vodou, kde můžeme najít nejen podmínky pro jejich využití, ale také nařízení týkající se např. plavby a výstavby vodních děl. Další část mluví o tom, jak bychom měli monitorovat a kontrolovat stav povrchových a podzemních vod. Je důležité dostatečně znát a mít prozkoumané vodohospodářské poměry, abychom je mohli nejen správně využívat, ale také dobře a bezpečně všechny stavby navrhovat a realizovat. [7]

Úlohou státu v této oblasti je soustavná koncepční činnost. Měl bych správně vymezit a dobře sladit veřejné zájmy. A to především v oblasti ochrany vody jakož to části životního prostředí, snižování dopadů způsobených účinky povodní a sucha. A také vyváženého hospodaření s vodními zdroji, především ve spojení se zásobováním obyvatel pitnou vodou. Tyto koncepty jsou dále podklady pro výkon veřejné správy a to především pro územní plánování a vodohospodářské řízení.

Vlastníci půdy jsou podle § 26 povinni chránit vodní poměry na svých pozemcích tak, aby nedocházelo k jejich zhoršování. Jedná se kupříkladu o zajištění

dobrých odtokových poměrů. Voda může svým působením působit velmi erozivním účinkem a docházet tak k významným odnosům půdy. Bohužel můžeme tento jev často vidět na polích v důsledku nešetrného hospodaření. Naším cílem by nemělo být jen bezpečné odvedení vody, ale také zlepšování retenčních schopností krajiny. A tento problém už se týká i lidí žijících v domech a ve městech. Měřením je prokázáno, že v uplynulých letech došlo k významnému poklesu hladin podzemní vody ve městech. Správně nakládat s vodou musíme tedy i na relativně malých pozemcích u rodinných domů a mezi městskou zástavbou. Touto problematikou a možnými řešeními se zabývá předešlá část s názvem „Tvorba zásob podzemní vody“. [7]

### 3.1.3 PODZEMNÍ VODY

Tyto vody jsou přednostně určeny pro zásobování obyvatelstva pitnou vodou. Při manipulaci s těmito vodami se sleduje, zdali osoba, která s nimi nakládá, nezpůsobila ztrátu podzemní vody, podstatné snížení možnosti odběru nebo zhoršení jakosti ve vodním zdroji. Pokud k tomu dojde je povinna škodu nahradit a provést potřebná opatření k tomu, aby se vše navrátilo do původního stavu. Není-li to možné nebo účelní uhradí odpovídající jednorázovou náhradu.

Vodoprávní úřad určuje ochranná pásma, aby zabezpečil ochranu jejich jakosti a vydatnosti, a měl by jednat vždy ve veřejném zájmu. Podle „vodního zákona“ dnes máme dvě vodní ochranná pásma. Ochranné pásmo I. stupně slouží k ochraně bezprostředního okolí vodního zdroje a odběrného zařízení. Na toto pásmo může navazovat II. stupeň, který by měl zajišťovat to, aby nedocházelo k ohrožení jeho vydatnosti, jakosti nebo zdravotní nezávadnosti.

Ochranné pásmo I. stupně se stanoví jako souvislé území u:

- a) u vodárenských nádrží a u dalších nádrží určených výhradně pro zásobování pitnou vodou minimálně pro celou plochu hladiny nádrže při maximálním vzduťi
- b) u ostatních nádrží s vodárenským využitím než uvedených pod písmenem a) s minimální vzdáleností hranice jeho vymezení na hladině nádrže 100 m od odběrného zařízení
- c) u vodních toků
- d) u zdrojů podzemní vody s minimální vzdáleností hranice jeho vymezení 10 m od odběrného zařízení
- e) nebo individuálně v ostatních případech

Důležitým parametrem u podzemní vody je její minimální hladina. Musíme zajistit, aby její výška umožňovala udržitelné užívání vodních zdrojů, a zároveň musí

být dosaženo dobrého ekologického stavu souvisejících útvarů povrchových vod. Nikdy nesmí dojít ke snížení hladiny podzemní vody natolik, aby došlo k významnému poškození suchozemských ekosystémů. V případech, kde by k těmto jevům mohlo docházet je povinen vodoprávní úřad stanovit minimální hladinu podzemní vody, která je součástí povolení k nakládání s podzemními vodami. [7]

### **3.2 STAVEBNÍ ZÁKON**

Podíváme-li se hned na pár prvním paragrafů stavebního zákona, zjistíme, že podle § 3 je studna posuzována jako stavba. Znamená to tedy, že ke stavbě musíme mít patřičná povolení a realizaci musí provádět firma s požadovaným oprávněním. Podle § 76 stavebního zákona musíme podat žádost o územní rozhodnutí. Stavební úřad zahájí územní řízení, jehož účastníky jsou navrhovatel, obec, majitelé okolních pozemků a staveb nebo vydá stavebníkovi potvrzení, že v jeho případě není územní rozhodnutí třeba. Jelikož naše stavba dále není zmíněna v § 103 ani § 104 stavebního zákona, musíme požádat také o stavební povolení. K této žádosti se nám musí stavební úřad do 30 dnů vyjádřit. Po dokončení stavby, musí stavební úřad před započnutím jejího využívání, vydat také kolaudační rozhodnutí.

V souvislosti s již existujícími studnami, bychom také měli zmínit jednu výjimku. Pokud se jedná o studnu vybudovanou před datem 1. 1. 1955, je studna považována za povolenou. Všechny studny zřízené po tomto datu musí mít stavební povolení, které pro individuální zásobování vodou vyřizují pověřené obecní úřady. Pro právnické osoby a hromadné zásobování vodou to jsou obecní úřady obcí s rozšířenou působností a odbory životního prostředí. Každý vlastník studny by měl mít k dispozici potřebná a platná povolení, která se kupříkladu u povolení k odběru vody vydávají od roku 2002 na dobu určitou. [8]

### **3.3 NORMA PRO JÍMÁNÍ POZDEMŇÍ VODY**

Touto problematikou se zabývá ČSN 75 5115 vydaná v červenci roku 2010. Současnému znění předcházela norma ČSN 75 5115 z roku 1993 s názvem: „Studny individuálního zásobování vodou“. Současná norma je závazná pro navrhování, výstavbu a provoz nových nebo zrekonstruovaných studní i dalších jímacích objektů prosté podzemní vody. Návrh objektů musí být dále v souladu se zákonem č. 62/1988 Sb. o geologických pracích a jeho prováděcí vyhláškou č. 369/2004 Sb. o projektování, provádění a vyhodnocování geologických prací. Norma také přesně definuje výstupy, které musí hydrogeologický průzkum pro návrh studny a její umístění dodat.



Základním podkladem pro jakékoli vodní dílo by měl být důkladně provedený hydrogeologický průzkum. V případě, že se jedná nenáročný způsob jímání nebo je okolí vrtu dostatečně prozkoumáno a hydrogeologické poměry jsou jednoduché, je možné provést pouze doplňkový hydrogeologický průzkum, kterým se ověří správnost navrženého technického řešení. Během provádění prací je důležité monitorovat změny také v okolních vrtech či studnách. [9]

Faktory ovlivňující návrh jímacího zařízení:

- Rozložení podzemní vody
- Hydrofyzikální vlastnosti horninového prostředí
- Stav a charakter hladiny podzemní vody
- Způsob doplňování podzemní vody
- Směr pohybu podzemní vody
- Využitelné množství podzemní vody
- Jakost podzemní vody ať už po stránce fyzikální či chemické
- Nesmí být v blízkosti zdroje možného znečištění
- Nemělo by se nacházet v záplavovém území
- Nesmí dojít k podstatnému snížení využitelného množství vody v existujících jímacích zařízeních

Při samotné stavbě jímacího zařízení je nutné zajistit dodržování předpisů o bezpečnost práce na stavbách a je nutné kontrolovat před vstupem do jímacího objektu, zda-li nejsou v ovzduší obsaženy nebezpečné plyny. Všechny použité materiály musí být zdravotně nezávadné a musí se jednat o čisté, dosud nepoužité hmoty a díly. Prvky přicházející do styku s pitnou vodou musí vyhovovat také platným hygienickým předpisům. Jímací zařízení musí vždy shora uzavřeno, aby do něho nevnikala dešťová voda a nečistoty. Po dokončení je nutné jímací zařízení také vyčistit, případně provést dezinfekci a po odfiltrování daného množství vody, poslat vzorek vody opět k provedení laboratorního rozboru.

Druhy jímacích zařízení:

- Vrtané studny (trubní)
- Šachtové studny
- Šachtové studny s radiálními sběrači (radiální studny)
- Jímací zářezy
- Pramenní jímky

Průměr studny je závislý na vybraném typu studně a také na účelu budoucího využívání. Vodu ze studny můžeme využít k zásobování jedné domácnosti, jako zdroj

vody celou obce nebo jako požární studnu pro případ potřeby. Dalšími faktory může být hloubka study, tloušťka filtru a těsnění, počet zastížených útvarů podzemní vody nebo předpokládané množství jímání vody. [9]

### 3.3.1 ZÁRUBNICE

Každá vrtaná studna musí být vybavena zárubnicí, která zajistí stabilitu objektu po celou dobu jeho životnosti. Společně s filtrem zajišťuje, aby během jímání vody nedocházelo k zapískování vnitřního prostoru studny. Zárubnice by také měla mít co nejmenší vtokový odpor, odolnost proti inkrustaci a korozi, celkově by měla odolat působení okolního zemního tlaku a tlaku způsobeného vlastní hmotností i v místech, kde je plášť oslaben vtokovými otvory. Snahou je, aby celý povrch zárubnice byl hladký a všechny hrany pokud možno zaoblené. Otvory pro vtok vody do vrtu je vhodnější volit podlouhlého tvaru, jelikož kruhové otvory je snazší ucpat například valounem, který se může vyskytovat v obsypovém filtru. Části s otvory se nazývají aktivní a plnostěnným se říká pasivní části.

Aktivní části se nacházejí v místech, kde studna prochází vodním útvarem, ze kterého dochází k jímání vody. Pod touto částí se umísťuje tzv. kalník. Ten slouží k tomu, aby se v něm mohl usazovat kal a drobný písek, který se do vrtu dostane. Doporučená délka kalníku je alespoň 1,5 m. Zbylou část zárubnice, pasivní část, můžeme ještě rozdělit na několik úseků. Jedná o tzv. „nástavnou část“, která je umístěna v prostoru mezi zhlavím a perforovanou částí potrubí. Dále mezilehlá část umístěná mezi perforovanými úseky a nakonec ještě pracovní část, která se umísťuje v prostoru, kde je umístěno jímání odběrné zařízení. Všechny tyto prvky bychom měli provádět ze stejného materiálu, abychom se co možná vyvarovali možné elektrochemické korozi. Rozměry zárubnice, především její délka a průměr, se stanoví předběžně z hydrogeologického průzkumu. V průběhu realizace se ještě tyto hodnoty mohou změnit v návaznosti na výsledcích hydrodynamické zkoušky, karotáže nebo hodnotě kritické vtokové rychlosti. [9]

### 3.3.2 FILTR

Filtr je tvořen danou frakcí písku nebo šterku, která se určí dle ČSN EN ISO 14689-1. Navrhuje se tak, aby nedocházelo k vplavování zeminy společně s jímáním vodou do vrtu a k následnému zanášení. Dále musí být frakce volena také s ohledem na velikost otvorů v potrubí. Velikost zrn obsypu se doporučuje určit na základě rozboru křivek zrnitosti okolních zemin. [9]

Filtry můžeme rozdělit na:

- Obsypové
- Lepené
- Sítové
- Ostatní

**Tab. 3.1 Tloušťka vrstev obsypu dle ČSN 75 5115 [9]**

Stanovená velikost zrna obsypu v mm	Tloušťka štěrkového obsypu v mm	
	nejmenší	doporučená
1 až 4	60	90
4 až 12	70	100
12 až 35	80	120

### 3.3.3 PROVÁDĚNÍ VRTANÝCH STUDNÍ

Základem je zajistit stabilitu stěn samotného vrtu. K tomuto účelu slouží pažnice nebo různé druhy hygienicky nezávadných roztoků, které poté odstraníme výplachem. Zárubnice musí být centricky osazena do svislého vrtu. Případné vychýlení vrtu nesmí zamezit osazení zárubnice nebo provedení obsypu v požadované tloušťce.

Studnu je také nutné utěsnit jílem nebo bentonitem, a to minimálně do hloubky 3 m pod úroveň upraveného terénu, aby nemohlo dojít ke kontaminaci studny vodami z povrchu. V prostoru, kde se těsnění napojuje na obsyp vrtu, musí být vytvořena přechodová vrstva, aby nedocházelo k vyplavování jemných částí těsnícího materiálu. Prochází-li vrt více zvodněnými kolektory, je nutné vybudovat více těsnění tak, aby nedocházelo k vzájemnému ovlivňování a vrstvy byly hydraulicky odděleny. Po dokončení prací je nutné studnu zabezpečit proti poškození a osadit ji uzavíratelným zhlavím. Studna musí být zbavena zbytkového výplachu. Také je nutné studnu odpískovat a zbavit kalu. Manipulační šachta musí být minimálně 0,5 m nad terénem a zároveň alespoň 0,3 m nad úrovní 100 leté vody. Průměr manipulační šachty musí být nejméně 1 m (výjimkou je domovní šachta, jejíž průměr může být i 0,8 m). Šachta musí být konstruována tak, aby nemohlo dojít k zamrznutí vody v potrubí. Dále musí být zhlaví vrtu ukončeno minimálně 200 mm nade dnem šachty, a prostup musí být vodotěsně utěsněn jílem nebo jiným vhodným materiálem. Dno šachty se doporučuje navrhnout tak, aby ji bylo možné odvodnit, ať už gravitačně nebo čerpáním. [9]

Samozřejmostí při výběru čerpadla je požadavek na jeho zdravotní nezávadnost, a to tak, aby vyhovělo požadavkům pro styk s pitnou vodou. Čerpadlo musíme umístit tak, abychom vyloučili nasávání vzduchu i v případě největšího snížení hladiny vlivem čerpání. Nesmí docházet ani k nasávání kalu ze dna studny a nesmí být níže jak 0,5 m nad horní hranou kalníku.

Okolí studny nesmí být nijak znečišťováno. Okolí studny do vzdálenosti alespoň 2 m, včetně přístupové cesty, se doporučuje obložit dlažbou v minimálním spádu 2 %. Aby dešťové vody mohly být odváděny směrem od studny.

Provozovatel studny je zodpovědný za kontrolu a odběr vzorku s následným rozbořem, který musí provést minimálně jednou za rok. Podle výsledků rozborů vody musí provozovatel označit veřejnou studnu tabulkou s nápisem, zdali se jedná o pitnou vodu nebo ne. Nevyhoví-li voda při testech, navrhne laboratoř způsob dezinfekce nebo úpravy vody. Po dezinfekci se musí testy opět opakovat, abychom ověřili, jestli má voda již požadované vlastnosti. Vzorky vody musí být odebírány vždy dle příslušných ustanovení a předpisů. [9]

### **3.3.4 POŽADAVKY NA OBJEKTY SLOUŽÍCÍ PRO VEŘ. VODOVOD**

- Snadný přístup ke všem zařízením, potrubí a armaturám tak, aby byla možná jejich montáž, demontáž, kontrola, obsluha a údržba
- Potrubí musí být osazeno měřícím zařízením, aby bylo možné evidovat jímané množství vody a armaturou pro odběr vzorků
- Musí být chráněn pro poškození a mrazu násypem
- Stěny, dno i strop jímacích objektů včetně všech prostupů pro inženýrské sítě musí být provedeny nepropustně
- Stěny a podlaha musí být snadno čistitelné s tím, že podlaha musí mít, ještě neklouzavý povrch vyspádovaný do podlahové vpusti nebo sběrné jímky
- Minimální podchodná výška by měla být 2,1 m
- Objekt musí být zajištěn proti vniknutí cizích osob a měl by mít detekci pro případ neoprávněného vniknutí
- V případě větrání objektu nesmí dojít znečištění vnitřního prostoru, především prostoru kde se nachází voda s volnou hladinou, filtry je nutné kontrolovat v případě potřeby vyměnit
- Objekt musí být navržen tak, aby jímaná voda nemohla vtékat znovu zpět
- V každé vrtané studni musí být umožněno měření hladiny podzemní vody
- Všechny dokončené objekty musí být situačně a výškově zaměřeny

- Po dokončení celého díla se doporučuje provést kontrolu pomocí kamery, jestli nedošlo k poškození nějaké z částí vrtu
- Před uvedením do provozu je nutné provést dezinfekci
- Provozování zařízení musí odpovídat vypracovanému provoznímu řádu
- Jímáním vody nesmíme území přetěžovat, z dlouhodobého hlediska nesmíme čerpat více než je hodnota přirozeného přítoku a nesmíme působit trvalý pokles hladiny podzemní vody v území
- Ve vzdálenosti 10 m od vodního zdroje musí být zřízeno ochranné pásmo I. stupně [9]

## 4. JÍMACÍ ZKOUŠKY

Čerpání vody probíhá za účelem zjišťování základních hodnot a charakteristik zvodnělého území. Jedná se o nepřetržité čerpání, které je přesně vymezeno délkou trvání a zvoleným množstvím jímání vody. Zakončuje se stoupací zkouškou. Cíle pro jímání zkoušku by měly být stanoveny již v projektu. Provádění čerpacích zkoušek by se mělo provádět dle normy ČSN 73 6614 Zkoušky zdrojů podzemní vody. [10]

### 4.1 OBECNÉ NÁLEŽITOSTI

- V průběhu zkoušky jsou sledovány především průtoky, tedy množství odebírané vody za časovou jednotku, a také snížení hladiny při odběrné zkoušce nebo její nástup při stoupací zkoušce
- Pro zkoušky jímáního objektu musí být v projektu rozepsán jejich rozsah, obsah, způsob vypracování a intervalů měření
- Všechny práce musí vykonávat osoba s odbornou způsobilostí
- V rámci měření může být provedeno i speciální měření, které se však běžně neprovádí. Jedná se o měření např. atmosférických srážek, hloubky promrznutí půdy apod.
- Do provozní dokumentace se zapisují základní údaje (jako jsou: stav hladin před a při provádění zkoušek, vybavení, vstrojení a technický stav, technické údaje z měření) a charakteristické údaje (jako jsou: čerpané množství, přetlaky na objektech, fyzikální a chemické složky čerpané vody a meteorologické údaje)
- Průběh zkoušek a zjištěné hodnoty musí být během provádění zapisovány do provozní dokumentace
- Všechna jímání voda musí být odváděna do recipientu nebo tak, aby nemohla ovlivnit průběh zkoušek v jímáního objektu ani v jeho okolí
- Provádění zkoušek musí být provedeno tak, aby nedošlo k znečištění jímáního území ani podzemní nebo povrchové vody
- Projekt stanoví způsob měření a použité zařízení ke zkoušce, pro splnění účelu zkoušky musí být jímání realizováno s nepřetržitým průběhem
- Pro měření stavů hladin a průtoků se doporučuje použít automatické měřicí zařízení se schopností záznamu naměřených hodnot
- Veškeré odchylky nebo změny oproti původnímu projektu musí být zaznamenány v provozním deníku
- Při realizaci se doporučuje provádět přímo na místě poloprovozní zkoušky upravitelnosti vody [10]

## 4.2 TYPY ZKOUŠEK

Čerpací zkoušky můžeme provádět jako jednotlivé na jednom objektu nebo na více objektech jako skupinové. Průběh zkoušky v závislosti na přírodních podmínkách může probíhat s ustáleným nebo neustáleným prouděním vody ke zkoušenému objektu.

Zkoušky dělíme na:

- a) Ověřovací – zjišťovací
- b) Krátkodobé – orientační
- c) Dlouhodobé – průzkumné
- d) Poloprovozní

Typ a délka zkoušky se volí v projektu v závislosti především podle účelu, ke kterému bude vrt sloužit, hydrogeologických podmínek v dané lokalitě, požadované přesnosti a závaznosti výsledných parametrů, které tím získáme. [10]

### 4.2.1 OVĚŘOVACÍ JÍMACÍ ZKOUŠKY – ZJIŠŤOVACÍ

Můžeme je provádět na průzkumných objektech a to jak při jejich hloubení, tak i po dokončení vrtných prací. Využívá se pro určení dalšího postupu prací. Určení pracovního nebo trvalého vystrojení objektu, volby čerpadla pro následné zkoušky nebo může vést k rozhodnutí o likvidaci objektu. Mezi tento typ zkoušky zahrnujeme také zkoušky prověřující těsnění objektu, zkoušky pro nastavení konstantní vydatnosti nebo konstantního snížení hladiny podzemní vody. Následná vlastní čerpací zkouška musí být prováděna minimálně 1 den po skončení těchto zkoušek. Zkoušky můžeme dle povahy horninového složení provádět v objektu nevystrojeném nebo s pracovním zapažením. Po ukončení čerpacích zkoušek musí následovat stoupací zkouška. [10]

### 4.2.2 KRÁTKODOBÉ JÍMACÍ ZKOUŠKY – ORIENTAČNÍ

Zpravidla se tyto zkoušky provádějí na dokončených průzkumných nebo jímacích objektech. Pomocí výsledků těchto zkoušek se určují hydraulické parametry zvodnělého prostředí, prověření funkce objektu a jakosti vody. Přesný postup zkoušky je vždy popsán hydrogeologem v rámci zpracovaného projektu. Před ukončením zkoušky je nutné odebrat vzorky vody pro fyzikální a chemické. Případně můžeme nechat provést i mikrobiologický a biologický rozbor. Na závěr musíme provést také stoupací zkoušku. Během této zkoušky musíme také zjišťovat ovlivnění hladin v okolních provozních objektech. [10]

### **4.2.3 DLOUHODOBÉ JÍMACÍ ZKOUŠKY – PRŮZKUMNÉ**

Tyto zkoušky provádíme pouze na dokončených průzkumných nebo jímacích objektech. Z výsledků stanovíme parametry zvodnělého prostředí, hydraulické vztahy jednotlivých objektů, prověření funkce objektů, využitelnost a vydatnost zdroje, fyzikální a chemické vlastnosti a z odběru vzorků můžeme stanovit mikrobiologické a biologické složení podzemních vod popřípadě také její upravitelnost. Přesný postup zkoušky je vždy popsán hydrogeologem v rámci zpracovaného projektu. Vzorky vody jsou odebírány i během provádění zkoušky z důvodu delšího časového intervalu. [10]

### **4.2.4 POLOPROVOZNÍ JÍMACÍ ZKOUŠKY**

Slouží k stanovení hydrodynamických parametrů zvodnělého prostředí, předně pro ověření využitelné vydatnosti, určení trvalé vydatnosti zdroje v závislosti na určitém snížení hladiny podzemní vody. Dále pro stanovení vzájemných stavů jednotlivých objektů, zjištění fyzikálních a chemických vlastností, upravitelnost, mikrobiologické a biologické složení podzemních vod nebo další hydrochemické závislosti. Způsob čerpání, intervaly, způsoby měření, pozorování a volba čerpadla musí být vždy popsán ve vypracovaném projektu, případné změny musí být zapsány do provozního deníku. Vzorky pro rozvor vody se odebírají během zkoušky z každého snížení hladiny, nejméně jedenkrát za 14 dní, není-li v projektu uvedeno jinak. [10]

### **4.2.5 PŘELIVOVÁ ZKOUŠKA**

U této zkoušky jsou v projektu stanoveny např. úroveň, na níž se má ustálit hladina, intervaly měření vydatností, způsob měření přetlaků, odběry vzorků a doba trvání zkoušky. Vydatnost se určuje obdobně jako u čerpacích zkoušek. Během zkoušky nesmí za žádných okolností dojít k nekontrolovaným unikům vody ze zhlaví vrtu, které je nutné před zkouškou důkladně utěsnit. Všechna přeléváná voda musí být bezpečně podchycena a převedena do recipientu. [10]

### **4.2.6 STOUPACÍ ZKOUŠKA**

V projektu je opět stanoveno v jakých objektech a intervalech je zjišťována hladina, která po ukončení jímacích zkoušek, postupně znovu stoupá. Minimální doba pro stoupací zkoušku musí být alespoň 0,7 doby čerpání za podmínek neustálého proudění podzemní vody. Nástup hladiny se sleduje i v případě přerušení čerpacích zkoušek. Způsob měření a použité vybavení zůstává totožný jako u jímacích zkoušek. [10]



## 4.3 PROVÁDĚNÍ

- Hlavním požadavkem na provádění je, aby bylo zabráněno jakémukoliv znečištění podzemní vody
- Voda a odpad z vrtu musí být odváděn tak, aby nedošlo ke zpětnému ovlivnění vrtu
- Před zahájením vlastních prací je nutné alespoň s 15 denním předstihem tyto práce oznámit příslušnému úřadu, na jehož území se mají práce realizovat
- Pokud vrt sahá do větší hloubky než 30 metrů, je nutné práce na vrtu oznámit také na obvodním báňském úřadu a to minimálně 8 dní před začátkem prací
- Během provádění je nutné vést dokumentaci v podobě provozního deníku a denního hlášení o zkoušce
- Veškerá použitá technologie a zařízení musí splňovat požadavky projektu a nároky dle normy ČSN 73 6614
- Před zahájením každé zkoušky musí být ověřena správnost a funkčnost zařízení použitých při měření jímaného množství a úrovně hladin podzemní vody. Tato kontrola je zapsána do provozního deníku. Povolená nepřesnost při ověřování nesmí přesáhnout  $\pm 3\%$
- Pokud dojde k přerušení jímací zkoušky ať už z důvodu poruchy, přerušení dodávek elektrického proudu nebo jiného důvodu, musí se tato skutečnost ihned oznámit zpracovateli projektu. Ten poté stanoví, zdali zkouška vyhoví svému účelu i navzdory přerušenému čerpání nebo jestli je nutné zkoušku prodloužit nebo případně opakovat.
- Při přerušení čerpací zkoušky je nutné měřit nástup hladiny stejně jako v případě stoupací zkoušky
- Po úplném ukončení všech zkoušek se zkoušené a pozorovací objekty uzavřou a utěsní, aby nemohlo dojít k případnému znečištění

Vyhodnocení zkoušek bývá zpravidla součástí zprávy o výsledcích hydrogeologického průzkumu nebo může být dle potřeby zpracována i samostatná zpráva. Vyhodnocení musí obsahovat: [10]

- a) Posouzení průběhu a průkaznosti zkoušky
- b) Údaje výsledných veličin a použité výpočtové metody
- c) Zhodnocení výsledků rozborů jakosti vody
- d) Stanovení výsledných závěrů podle účelu hydrogeologického průzkumu
- e) Návrh hygienické ochrany vodního zdroje dle platných předpisů

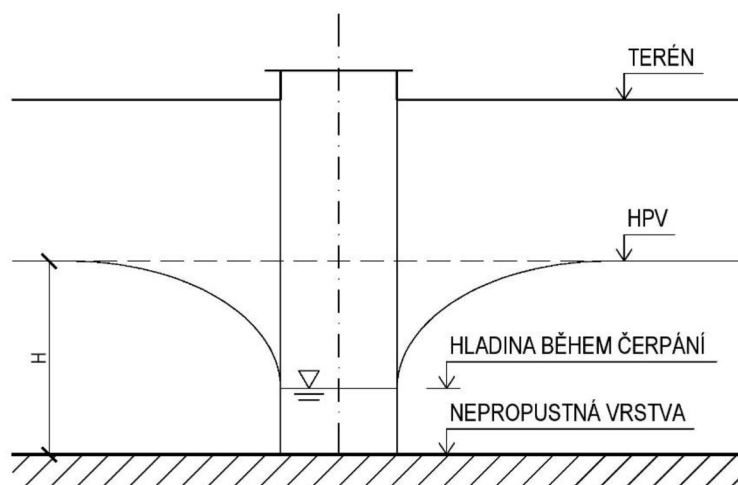
## 4.4 ROZDĚLENÍ ČERPACÍCH ZKOUŠEK

Tab. 4.1 Rozdělení dle účelu a doby trvání [10]

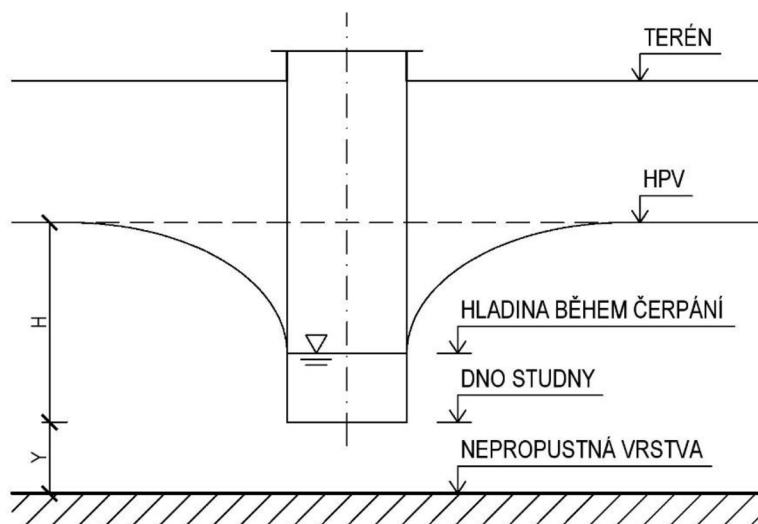
Název jímací zkoušky	Doba skutečného jímání	Nejkratší doba zaznamenávání a zjišťování charakteristických údajů	
		Před zahájení čerpání	Po skončení (stoupací zkouška)
Ověřovací - zjišťovací	do 24 hodin	2 hodiny	do 16 hodin
Krátkodobá - orientační	od 24 hodin do 72 hodin	24 hodin	od 16 hodin do 48 hodin
Dlouhodobá - průzkumná	od 3 dnů do 21 dnů	24 hodin	podle průběhu zkoušky
Poloprovozní	nad 21 dnů	24 hodin	podle průběhu zkoušky

## 5. ZPŮSOBY JÍMÁNÍ VODY

Podmínkou samotného jímání vody je, aby zvodnělá vrstva měla dostatečnou vydatnost. Nejčastějším způsobem jímání podzemní vody u nás, je využití vertikálního způsobu jímání vody, tady studní kopaných či vrtaných. Voda je do těchto studní uměle přiváděna např. v důsledku snížení hladiny vody vlivem čerpání vody. Podle užívání můžeme studny rozdělit na veřejné, neveřejné a požární. Důležitější rozdělení je ve spojení s nepropustným podložím. Studna může být vyhloubena tak, že její dno leží až na samotném nepropustném podloží. Tuto variantu můžeme vidět na následujícím obrázku. [11]



Obr. 5.1 Úplná studna, vlastní tvorba [11]



Obr. 5.2 Neúplná studna, vlastní tvorba [11]

Studnám provedeným tak, jak je znázorněno na prvním obrázku, se říká studny úplné nebo také studna dokonalá. Voda do studny natéká pouze jejím pláštěm. Druhou variantou je případ, kdy studna neprochází celou zvodnělou vrstvou, ale zasahuje pouze do její horní části. V tomto provedení voda nenatéká do studny pouze skrz plášť ve zvodnělé vrstvě, ale také přes dno studny. Těmto studnám říkáme studny neúplné nebo také nedokonalé. V případě, že voda po proražení nepropustné vrstvy vystoupá do vyšší úrovně, než byla původně při hloubení, jedná se o tzv. studnu s napjatou hladinou. Běžně se ve studnách nachází voda s volnou hladinou. [11]

## 5.1 JEHLOVÉ STUDNY

Studny dále můžeme rozdělit také podle jejich konstrukce. Jako první typ si můžeme uvést studny jehlové nebo také trubkové. Jedná se o nejjednodušší typ studní. Konstrukce je provedena z ocelových nebo nerezových trub o průměru od 30 mm do 80 mm. Délka jednotlivých prvků je cca 1 až 2 m. Spojují se na závit. Je vhodná pro malé odběry vody, přibližně do hodnoty  $0,5 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$  a do hloubek nepřesahujících 50 m.

## 5.2 ŠACHTOVÉ STUDNY

V případě, že chceme jímat větší množství vody, můžeme se rozhodnout vybudovat studnu šachtovou. Tady jsme však limitováni její hloubkou. Hospodárná hloubka u těchto studní se pohybuje přibližně do hloubky 15 m. Poté se nám začnou neúměrně zvyšovat náklady. Co je tedy předností této studny? Kromě již zmíněné vyšší vydatnosti je to poměrně velká styková plocha pláště a zvodnělé vrstvy. To znamená, že nevznikají vysoké vtokové rychlosti a tím se můžeme bránit proti vplavování písku a jemných částic do studny. Materiál použitý na stěny může být prostý beton, prefabrikovaný železobeton nebo i cihelné zdivo. Betonové skruže jsou využívány kupříkladu při budování kopaných studní, které jsou do průměru 1,5 m. Většinou tyto studny slouží k individuálnímu zásobování. V místě zvodnělé vrstvy voda prosakuje přes spáry mezi skružemi, které jsou sesazeny nasucho.

U tohoto typu můžeme ještě použít metody tzv. spouštěné studny. V tomto případě může být průměr studny 3 až 6 m. Nejprve je vykopána jáma do hloubky přibližně 2 m, kam se na dno uloží studňový věnec se zabetonovaným ocelovým břitem. Následně se za pomoci bednění vybetonuje 1 m pláště studny nad terén. Ze dna se poté odtěhuje zemina, plášť postupně klesá hlouběji a zároveň se nadezdívá. [11]

### 5.3 VRTANÉ STUDNY

Říkáme jim také trubní. U toho typu konstrukce můžeme vybudovat vrt až do hloubky 100 m. Do země jsou postupně zasouvány plnostěnné ocelové trubky, neboli také pažnice. Po dosažení požadované hloubky je do pažnice zasunuto další potrubí, zvané zárubnice. Mezi těmito potrubími musí být dostatek prostoru na to, aby bylo možné vytvořit obsyp. Na co bychom si měli dát pozor a co je nutné dodržet, jsme rozebírali v kapitole 3.3 Norma pro jímání podzemní vody. Materiál zárubnice může být buď ocel nebo PVC. Důležitá je perforace v místě odběrů vody. Touto metodou můžeme jímat vodu i z rozsáhlých území. Vybudováním více studní můžeme vodu z jednotlivých studní přečerpávat a odvádět do společných sběrných zařízení. Podle průměru dělíme tyto studny do tří typů: [11]

- a) Maloprofilové (do 200 mm)
- b) Středněprofilové (200 až 500 mm)
- c) Velkoprofilové (nad 500 mm)

### 5.4 RADIÁLNÍ STUDNY

Jedná se o tzv. kombinovaný způsob jímání. Kombinují se zde totiž prvky vertikálního a horizontálního jímání. Vertikálním prvkem je šachtová studna, do které jsou napojeny horizontální sběrné drény. Tyto drény jsou zatlačovány přímo ze studny hydraulickými lisami. Drény jsou většinou vyrobeny z perforované ocelové trubky. Zvláště u těchto typů studní musí být dobře volené jejich umístění, aby nemohlo dojít během jejich provozu k znečištění vody a aby odběr vody neovlivňoval již existující zdroje vody. Vzdálenosti od možných zdrojů znečištění by měl vždy pečlivě posoudit hydrogeolog. [11]

### 5.5 JÍMACÍ ZÁŘEZY, ŠTOLY A GALERIE

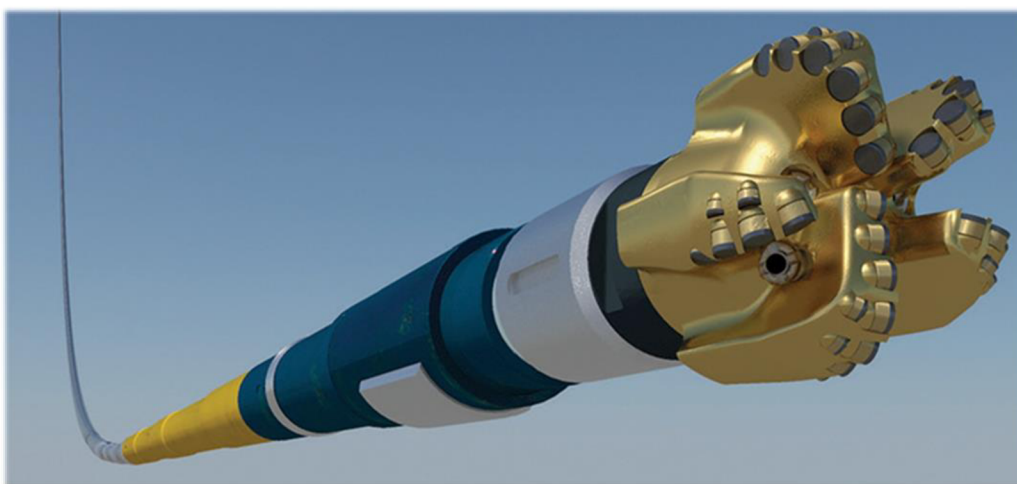
Když už jsme se tu zmínili o horizontálních jímacích objektech, pojďme si říci, o jaká zařízení se jedná a kdy je výhodné je použít. Upotřebíme je v místech, kde se zvodnělá vrstva nachází v malé mocnosti, kupříkladu 1 m a pokud je nepropustné podloží umístěno těsně pod terénem, což může být např. v hloubce pouhých 5 m.

Jímací zářezy navrhujeme tam, kde jsou opravdu slabé jímací vrstvy. Voda je sváděna drénem, který je obsypaná šterkem a zajištěný jílovým těsněním proti znečištění. Voda natéká do drénů přes horní perforovaný plášť. Doporučuje se umístit kontrolní šachty v bodech zlomů a také u přímých úseků revizní šachty po 50 m. Velkou nevýhodou je nespolehlivost v obdobích sucha.

Potřebujeme-li opravdu vysokou vydatnost, můžeme zvolit jímací galerie nebo štoly. U toho způsobu jímání vody můžeme dosáhnout průtoků až  $100 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ . Konstrukčně mohou být zhotoveny z železobetonu nebo zděné, průlezné nebo průchozí. Práce mohou probíhat v otevřené rýze nebo hornickým způsobem, kdy se pak už jedná o ražené štoly. Z vnější strany galerie je opět umístěn štěrkopískový filtr na zabránění vplavování jemných částic. Voda do galerie natéká otvory umístěnými ve spodní části stěn a je shromažďována v podélném svodném žlabu. Podél žlabu, z jedné nebo z obou stran, se umísťuje revizní chodník. Žlaby následně ústí do sběrné šachtové studny. Tento způsob jímání vody se používá např. na Slovensku. [11]

## 6. TECHNOLOGIE A NÁSTROJE PRO VRTÁNÍ

V dnešní moderní době dochází i v této oblasti ke zlepšování jednotlivých prvků a strojů ve snaze o dosažení co nejlepších výkonů. Třebaže i s pouhým krumpáčem a lopatou byli naši předci schopni vykopat studny hluboké i přes 60 m. Dnes je nutné ale plnit i výrazně náročnější požadavky a to v co nejkratším čase. Možnosti dnešní techniky a vybavení nás posunuly k tomu, že jsme schopni provádět vrty délky až několik kilometrů. Na samotné potrubí můžeme umístit hydrodynamické nebo hydrostatické ponorné motory, které jsou poháněny cirkulujícím výplachem a roztáčí samotné dláto a není tak potřeba rotovat s celou vrtnou kolonou. Příklad takového způsobu ilustruje následující obrázek technologie „Navi-Drill“. [12]



**Obr. 6.1 Vrtné potrubí s hydrostatickým ponorným motorem [15]**

Tyto a ještě další specializované technologie se však využívají především při hledání a získávání nerostných surovin jako je především ropa nebo zemní plyn. K realizaci takovýchto projektů je však nutné už velmi sofistikované vybavení a velké těžební věže. Pro potřeby hydrogeologického průzkumu a vrtání studní si vystačíme přeci jen s o něco základnějším vybavením.

Klasické vybavení, se kterým se můžeme setkat, je pojízdná plošina, kolová nebo pásová. Asi nejčastěji se jedná o nákladní automobil, který má své korbě připevněnou vrtnou soupravu. Když je celé vybavení na místě, vztyčí se vrtná věž, kam se postupně umísťují profily potrubí, které je zatlačováno do země. Následující dva obrázky ukazují příklady dvou vrtných souprav. [13]



**Obr. 6.2 Vrtná souprava DRILLMAC G 25 [16]**



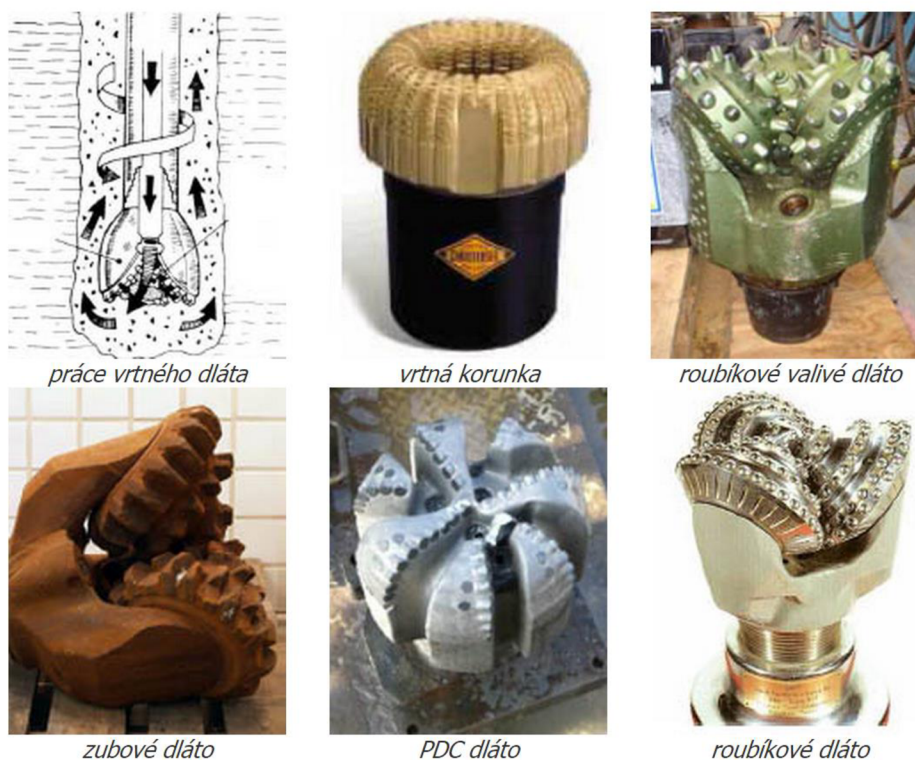
**Obr. 6.3 Vrtná souprava UBG [16]**

První souprava DRILLMAC G 25 je na podvozku TATRA a celková hmotnost soupravy činí 32 tun. Výška věže měří přes 11 m a je schopná vrtat průzkumné vrty až do hloubky 500 m. Součástí vstrojení je také výplachové čerpadlo. [16]



Samotné vrtné nářadí se skládá z jednotlivých vrtných trubek, vrtné hlavy a několika tlustostěnných trubek, tzv. „zátěží“, které svou vahou vytvářejí přítlak na dláto. Dle druhu horniny a podle účelu můžeme volit různá vrtná dláta a korunky. Hlavním rozdílem mezi těmito dvěma nástroji je ten, že dláto rozmělnuje postupně horninu v celém profilu, zato korunka jen v mezikruží, aby se do vrtného nářadí zasouval válec celé zeminy, tzv. jádro, které je následně vytaženo s nářadím. [13]

Ve velmi měkkých horninách, při použití nárazového vrtání, se používala listová dláta. Tyto dláta mívají jeden nebo dva břity, které odřezávají, odsekávají nebo odštěpují horninu. Dalším typem jsou valivá dláta, která jsou vybavena obvykle třemi kuželovitými pracovními elementy. Tyto elementy jsou na povrchu opatřeny ozuby, které se liší tvarem a materiálem podle toho do jaké horniny je dané dláto určeno. Celé elementy se mohou otáčet kolem svých os. Mechanismus vrtání je založen otáčením zubů, které jsou vtlačeny do horniny a tím pak dochází k jejímu rozmělnění. Dláta jsou pak ještě opatřena zařízením, které usměrňuje výtok výplachu. Většinou se jedná o trysky s malým průměrem, ze kterých výplach tryská vysokými rychlostmi. Výplach poté slouží k ochlazení dláta, pomáhá narušovat horninu a odvádí vyvrtané kousky horniny. Dvojkruželová dláta se začala používat v USA již od roku 1909. Od roku 1933 se začala používat dláta, jejichž podoba zůstala přibližně stejná až do dnešní doby.



Obr. 6.4 Vrtná dláta [13]

Dnes se může také setkat s tzv. kompaktními dláty. Tato dláta využívají převážně kotouče ze spékaného karbidu, na jejíž přední stranu se nanáší vrstva syntetických diamantů nebo jiných extrémně tvrdých materiálů. Nebo ještě diamantové dláto, kde máme ocelové tělo s přípojovacím závitem, kde se osazuje hlava s umělými diamanty. Toto dláto nemá pohyblivé části ani zuby a používá se na bezpečnější dokončení hlubokých vrtů ve stejnorodých horninách nebo na moři. [13]

## **7. VZOROVÝ PROJEKT**

Jedná se o vzorové vyřešení objektu pro jímání podzemní vody, která bude sloužit k zásobování obyvatel. Voda ze studny bude dopravována na úpravnu vody, kde použitá technologie zajistí, aby voda splňovala všechny požadavky na nezávadnou pitnou vodu. Voda bude poté akumulována ve vodojemu, odkud bude gravitačně dopravována ke spotřebitelům. Úpravna vody ani vodojem nejsou předmětem řešení tohoto projektu.

### **7.1 GEOLOGICKÉ A HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY**

Lokalita pro realizaci studny se nachází v oblasti Bobravské vrchoviny, což je část Brněnské vrchoviny západně od Brna. Nadmořské výšky v této oblasti se pohybují od 100 m do 300 m nadmořské výšky. Roční úhrn srážek zde činí 560 mm a jedná se o hlavní způsob doplňování zásob podzemní vody. K infiltraci dochází hlavně v době vegetačního klidu, tedy od září do dubna, kdy objem srážek výrazně převyšuje množství výparu. Jedná se o povodí řeky Svratky. Z pohledu pedologického jsou v zájmovém území hlavně hnědé půdy. V oblasti údolní nivy potoka Jelenice můžeme narazit také na nivní půdy, ale nejedná se o významnější rozsah. Geologicky tato oblast spadá do regionu brněnského masivu.

V oblasti jsou převážně pevné horniny s vodou vázanou na puklinový hydrogeologický kolektor. Zvodnění se liší dle pórovitosti, rozevření puklin a případně na druhu jejich výplně. Hladina podzemní vody je v této oblasti volná a kopíruje sklon terénu. Hloubka hladiny podzemní vody je dána dle úrovně místní erozní báze.

### **7.2 VRTNÉ PRÁCE**

Před započítáním samotných prací je nutné provést terénní šetření a informovat všechny dotčené úřady s požadovaným předstihem. Následně je možné vytyčit vrt a začít s vrtnými pracemi. Vystrojení a rozmístění perforovaných profilů probíhá dle projektu hydrogeologa. Uvažovaná hloubka vrtu činí 60 m, nesmíme však zapomenout, že na dně vrtu musí být osazen kalník, který je vystrojen z plné zárubnice.

### **7.3 KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ**

Po dokončení samotného vrtu, vystrojení, obsypu a utěsnění musí být zhlaví vrtu opatřeno nejlépe ocelovou chráničkou, aby nedošlo k jeho poškození nebo znečištění. Horní stavba je navržena z monolitického železobetonu. Celá konstrukce musí být s vrtem spojena tak, aby nedocházelo k přenášení jakýchkoli sil vlivem případného

sedání. Dno musí být vyspádováno do odtokového žlabu. Celý vnitřní prostor manipulační komory by měl být opatřen omyvatelným a hygienicky nezávadným povrchem. Do tohoto prostoru by nemělo dopadat žádné venkovní světlo, aby se zamezilo možnému vzniku a rozvoji bakterií. Vhodnější je volit pouze umělé osvětlení. Pro vstup do objektu budou sloužit bezpečností dveře s těsněním proti vniknutí prachu z venku. Větrací otvory musí být vybaveny sítkami proti vniknutí hmyzu a cizích látek.

## **7.4 TECHNOLOGICKÉ VYBAVENÍ**

Vystrojení manipulační komory bude provedeno z přírubových litinových tvarovek. Uvažované množství čerpané vody je kolem 10 m<sup>3</sup>/hod. Čerpadlo bude umístěno přímo ve vrtu, bude se tedy jednat o ponorné čerpadlo. Zhlaví musí být vyvedeno tak, aby sahalo minimálně 0,3 m nad podlahu. Potrubí bude vedeno podél stěny a podepřeno profily ukotvenými ve stěně. Na potrubí bude umístěn vodoměr, před kterým musí být dodržen přímý úsek dlouhý minimálně 250 mm (nebo 5 x DN) a za vodoměrem přímý úsek dlouhý minimálně 150 mm (nebo 3 x DN). Dále zde bude umístěn uzávěr pro odběr vzorků, manipulační vložka a šoupata sloužící k uzavření celého potrubí.

## **7.5 ZABEZPEČENÍ**

Kolem celého objektu bude ve vzdálenosti 3 m vybudováno oplocení, které bude určovat hranici prvního ochranného pásma vodního zdroje. Samotný jímací objekt bude chráněn bezpečnostními čidly, která upozorní správce případně dispečink, dojde-li v objektu k nepovolenému vstupu.

## 8. ZÁVĚR

Úlohou této práce bylo popsat věci spojené s návrhem jímacích objektů. Práce se zaměřuje především na vrtané studny. Abychom se mohli lépe v této problematice orientovat, bylo zde uvedeno několik příkladů historického vývoje nakládání s vodami, budování vodohospodářských děl a systémů. Z toho můžeme vidět, že toto téma je staré takřka jako lidstvo samo.

Abychom mohli vodu jímat ze země, musíme si uvědomit její koloběh. To pro nás znamená, že bychom se měli starat nejen o využívání zásob podzemní vody, ale také o jejich vytváření. Jak bychom měli a neměli s vodami nakládat, ať už se jedná o vody podzemní, povrchové nebo srážkové, můžeme najít v příslušných zákonech a normách, které jsou uvedeny ve třetí kapitole. Zde jsou rozebrány také potřebné náležitosti, které by měla vrtaná studna splňovat. Důležitým prvkem jsou také zkoušky vydatnosti, díky kterým můžeme určit základní parametry a charakteristiky dané studny.

V závislosti na účelu a podmínkách území můžeme volit několik variant provedení studní. Jiný objem prací a finančních nákladů budeme muset vynaložit v případě, že si chceme na zahradě vybudovat studnu pro rodinný domek, nebo pokud budeme realizovat zdroj vody pro město s desítkami tisíc obyvatel, kde objem jímané vody může činit i  $250 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ . Touto problematikou se zabývá kapitola číslo pět. V následující kapitole je uvedeno několik příkladů použitého vybavení a technologií.

**Voda vždy byla a bude základní surovinou pro lidský život. Lidé dokázali žít bez ropy nebo drahých kovů. Uvědomíme-li si to, začneme s ní podle toho snad také nakládat.**

## 9. POUŽITÁ LITERATURA

- [1] VESELÝ, Jaroslav. *Vodohospodářské stavby: Modul 03, Vodní stavby*. Brno: Ústav vodních staveb, 2004, 64 s.
- [2] JÁSEK, Jaroslav. *Vodárenství v Čechách, na Moravě a ve Slezsku*. Vyd. 1. Praha: Milpo media, 2000, 239 s. ISBN 80-86098-15-x.
- [3] *TNV 75 9011: Hospodaření se srážkovými vodami*. Praha: Sweco Hydroprojekt a.s., 2013.
- [4] Vsakování srážkové vody do půdního profilu je potřebné. KREJSOVÁ, Jana a . *TZB-INFO* [online]. [cit. 2015-05]. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/likvidace-odpadnich-vod/8662-vsakovani-srazkove-vody-do-pudniho-profilu-je-potrebne>
- [5] Bářková, K., Matula, S., Miháliková, M. 2013. Multimediální učebnice hydro-pedologických terénních měření. 2. doplněné vydání [on-line]. Česká verze. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha. Nestránkováno. Dostupné z: <http://hydropedologie.agrobiologie.cz>. ISBN: 978-80-213-2434-3.
- [6] *Vyhláška 432/2001 Sb.* 2002.
- [7] *Předpis č. 254/2001 sb. Zákon o vodách.* 2001.
- [8] *Předpis č. 183/2006 sb. Zákon o územním plánování a stavebním řádu.* 2006.
- [9] *ČSN 75 5115: Jímání podzemní vody*. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví zobrazit detail normy na stránkách vydavatele, 2010.
- [10] *ČSN 73 6614: Zkoušky zdrojů podzemní vody*. 1985.
- [11] KUČERA, Tomáš. *Projekt VHO: Modul 1, Jímání a úprava vody*. Brno, 2006.
- [12] Technika a technologie hlubinného vrtání. *INSTITUT GEOLOGICKÉHO INŽENÝRSTVÍ* [online]. [cit. 2015-05]. Dostupné z: <http://geologie.vsb.cz/TECHHLDOB/hlubinneVrtani/vrtani/technikaPraci.html>
- [13] Vrty a vrtání. *Petroleum.cz* [online]. [cit. 2015-05]. Dostupné z: <http://www.petroleum.cz/ropa/vrty-vrtani.aspx>
- [14] JANEČEK A KOL., Miloslav. *Ochrana zemědělské půdy před erozí: Metodika*. Praha: Česká zemědělská universita, 2012. ISBN 978-80-87515-45-9.
- [15] CARPENTER,. *Technology Applications* [online]. [cit. 2015-05]. Dostupné z: <http://www.spe.org/jpt/m/article/7795-technology-applications-29>
- [16] Katalog vrtných souprav. *Stavební geologie - Geoprůzkum - České Budějovice, spol s r.o.* [online]. 2015 [cit. 2015-05]. Dostupné z: <http://geoprůzkum.cz/katalog-vrtnych-souprav/#!prettyPhoto>

## 8. SEZNAM TABULEK

Tab. 2.1: Orientační klasifikace znečištění srážkových vod [3] .....	7
Tab. 3.1 Tloušťka vrstev obsypu dle ČSN 75 5115 [9] .....	18
Tab. 4.1 Rozdělení dle účelu a doby trvání [10] .....	25

## 9. SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 2.1 a) průleh, b) průleh s přidanou hrázkou [14] .....	10
Obr. 5.1 Úplná studna [11] .....	26
Obr. 5.2 Neúplná studna [11] .....	26
Obr. 6.1 Vrtné potrubí s hydrostatickým ponorným motorem [15] .....	30
Obr. 6.2 Vrtná souprava DRILLMAC G 25 [16] .....	31
Obr. 6.3 Vrtná souprava UBG [16] .....	31
Obr. 6.4 Vrtná dláta [13] .....	32

## 10. SEZNAM PŘÍLOH

1. PŘEHLEDNÁ SITUACE	M 1 : 250
2. ŘEZ – VYSTROJENÍ STUDNY	M 1 : 30
3. PŮDORYS MANIPULAČNÍ KOMORY	M 1 : 25
4. ŘEZY MANIPULAČNÍ KOMOROU	M 1 : 25

## 11. SUMMARY

The task of this study was to describe things related to the design of station for groundwater extracting. The work focuses mainly on the drilled wells. To be able to better focus on this issue, there were a few examples of the historical development of water management, building waterworks and water systems. Because of these we can see that this topic is almost old as humanity itself.

To be able to collect water from the earth, we must be aware of its cycle. That means for us, we should not take care only for the use of groundwater supply but also of creating the supply. We can find the way we should and should not treat the water, whether it is the groundwater, surface water or rain, in the relevant laws and codes that are listed in the third chapter. There are also analyzed the requisites, that should drilled wells fulfilled. An important element is also testing the yield, which allows us to determine the basic parameters and characteristics of the wells.

Depending on the purpose and conditions of the territory, we can choose several variants of wells. Different volume of work and financial costs we have to incur in the event that we want to build a well in the garden of a house, or if we implement a water source for the city with tens of thousands of inhabitants where the volume of abstracted water can be as much as  $250 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ . This issue is discussed in chapter five. The next chapter provides some examples of equipment and technologies.

**Water has always been and will be the basic raw material for all human life. People were able to live without oil or precious metals. If we realize this, we will also start to treat water with its real value.**