



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



ÚSTAV SOUDNÍHO INŽENÝRSTVÍ
INSTITUT OF FORENSIC ENGINEERING

**ZAJIŠTĚNÍ NÁHRADNÍCH ZDROJŮ VODY
OBKLÍČENÉ NEMOVITÉ VĚCI V CIZÍM AREÁLU**
PROVISION OF ALTERNATIVE WATER SOURCES FOR A REAL ESTATE SURROUNDED BY
FOREIGN PROPERTY

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. JAN KUKOL

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. JOSEF DVOŘÁK

BRNO 2015

Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství

Ústav soudního inženýrství
Akademický rok: 2014/2015

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

student(ka): Bc. Jan Kukol

který/která studuje v magisterském navazujícím studijním programu

obor: **Realitní inženýrství (3917T003)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Zajištění náhradních zdrojů vody obklíčené nemovité věci v cizím areálu

v anglickém jazyce:

Provision of alternative water sources for a real estate surrounded by foreign property

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Úvodem student popíše právní stav, ve kterém se předmětná nemovitá věc nachází (nájemní vztahy, smlouvy na energie atd.), dále pak posoudí vliv na cenu nemovité věci, možnost získání úvěru a popíše závislost na obklíčujícím areálu. V další fázi student navrhne nové technické řešení zajištění náhradních zdrojů, vyčíslí finanční náročnost tohoto řešení, vyhodnotí nutnost právního zajištění tohoto řešení a jeho úskalí. Na závěr provede student porovnání variant a jednotlivé možnosti vyhodnotí.

Cíle diplomové práce:

Cílem práce je zmapovat možná řešení náhradních zdrojů energií u nemovité věci uprostřed cizího areálu a stanovit jak a za kolik se dá náhradní zdroj vyřešit.

Seznam odborné literatury:

BRADÁČ, A. Teorie oceňování nemovitostí. VIII. Přepřacované a doplněné vydání; Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., 2009 Brno. 753 s. ISBN 978-80-7204-630-0.

Zákon č. 89/2012 Sb. Občanský zákoník, v platném znění

Zákon č. 183/2006 Sb. Zákon o územním plánování a stavebním řádu, v platném znění

Zákon č. 359/1992 Sb. Zákon o zeměměřičských a katastrálních orgánech, v platném znění

Zákon č. 254/2001 Sb. Vodní zákon, v platném znění

Vedoucí diplomové práce: Ing. Josef Dvořák

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2014/2015.

V Brně, dne 29.9.2014

L.S.

doc. Ing. Aleš Vémola, Ph.D.
Ředitel vysokoškolského ústavu

Abstrakt

Práce se v první části zaměřuje na studny a jejich členění. Velkou úvodní část práce zabírá pojednání o podzemní vodě. Dále práce rozebírá jednotlivé technické části studny vrtané a šachtové. Stručně se zmiňuje o návrhu čerpadla. V druhé části se podrobně zabývá věcnou a finanční náročností navržených řešení.

Abstract

The first part of this thesis is focused on water wells and their classification. A big part of this thesis is an essay on groundwater. This thesis also examines the various technical parts of drilled wells and dug wells. The design of pump is discussed briefly. The second part of this thesis is focused on objective and financial complexity of proposed solutions.

Klíčová slova

šachtová studna, vrtaná studna, podzemní voda, vrt, šachta, čerpadlo, potřeba vody

Keywords

dug well, drilled well, groundwater, drill, hole, pump, water demand

Bibliografická citace

KUKOL, J. *Zajištění náhradních zdrojů vody obklíčené nemovité věci v cizím areálu*.
Brno: Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, 2015. 68 s. Vedoucí
diplomové práce Ing. Josef Dvořák.

Prohlášení

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

V Brně dne 27. 5. 2015

.....

podpis diplomanta

Poděkování

Na tomto místě bych chtěl poděkovat vedoucímu práce Ing. Josefu Dvořákovi za jeho ochotu a čas, který mi věnoval při řešení dané problematiky. A dále chci poděkovat Ing. Lucii Fojtové, Ph.D.

OBSAH

1	ÚVOD	11
2	STUDNA	13
2.1	Členění jímacích zařízení	13
2.1.1	Šachtové studny	15
2.1.2	Vrtané studny.....	16
2.2	Podzemní voda	17
2.2.1	Voda průlinová	18
2.2.2	Voda puklinová.....	19
2.2.3	Voda průlinovo-puklinová	20
2.3	Voda a její vlastnosti	21
2.3.1	Základní vlastnosti vody.....	21
2.3.2	Chemické složení vody.....	22
2.3.3	Ukazatele pitné vody a jejich limity.....	23
2.3.4	Možnosti úpravy a desinfekce vody	26
3	NÁVRH STUDNY	29
3.1	Legislativa	29
3.1.1	Legislativní postupy.....	29
3.2	Umístění studny.....	32
3.3	Technické části studny.....	34
3.3.1	Manipulační šachta (Zhlaví)	34
3.3.2	Vrt.....	36
3.3.3	Šachtová studna.....	39
3.4	Příslušenství studny	41
3.4.1	Způsoby jímání vody ze studny	43
3.4.2	Návrh čerpadla.....	47

4	VĚCNÁ A FINANČNÍ NÁROČNOST	52
4.1	Počty uživatelů	52
4.2	Potřeba vody	52
4.2.1	<i>Potřeba vody pro drobnou výrobu</i>	<i>53</i>
4.2.2	<i>Kapacity a možnosti zdrojů</i>	<i>56</i>
4.3	Finanční náročnost.....	56
4.3.1	<i>Finanční náročnost šachtové studny v závislosti na hloubce.....</i>	<i>58</i>
4.3.2	<i>Finanční náročnost vrtané studny v závislosti na hloubce.....</i>	<i>61</i>
4.3.3	<i>Příklad finanční náročnosti zhotovení studny dle druhu a hloubky.....</i>	<i>63</i>
5	ZÁVĚR	65
	POUŽITÁ LITERATURA.....	66

1 ÚVOD

Cílem této diplomové práce je navrhnout řešení na pořízení náhradního zdroje vody pro nemovitou věc obklíčenou uprostřed cizího areálu. Diplomová práce má vysvětlit a popsat veškeré technické a legislativní náležitosti při praktickém návrhu náhradního zdroje vody.

Diplomová práce neřeší ostatní problémy spojené se zprovozněním obklíčené věci nemovité cizím areálem. Sem patří především řešení náhradních zdrojů dalších potřebných sítí a to elektřiny, kanalizace, případně plynu a topení. Také neřeší v praxi frekventovaný problém přístupu, tedy možnosti chůze a jízdy k obklíčené věci nemovité přes cizí obklíčující areál.

V praxi se často setkáváme s případem obklíčení věci nemovité cizím areálem.

Obklíčenou věcí nemovitou může být samostatná budova či samostatná hala, či více budov a hal nebo dalších staveb nebo i malý areál. Obklíčená věc nemovitá - dále jen „budova.“

Tato budova může být z pohledu obklíčujícího areálu na jeho kraji, uprostřed nebo kdekoliv v jeho ploše, ale vždy je obklíčená tímto cizím areálem. To znamená, že je obklíčená cizími pozemky s cizími stavbami, pod cizím oplocením a napojená na cizí inženýrské sítě.

Takováto budova se stává

- 1) Na volném realitním trhu téměř neprodejnou.
- 2) Z pohledu bankovních domů nevhodnou zástavou, na kterou nikdo nedá úvěr.
- 3) Při vlastním využití a fungování trvale závislou na okolním areálu, což často vede k její nepoužitelnosti, neboť všechna negativa obklíčujícího areálu si nese s ním.

Například obklíčující areál půjde do konkurzu, bude odpojen z důvodů neplacení energií, nebo dojde k rozporům mezi majiteli obklíčené budovy a obklíčujícího areálu.

Proto jedním z právně a skutkově nabízených řešení pro odstranění této závady ad 1) ad. 2) a ad 3) je vytvoření si náhradního zdroje vody pro obklíčenou budovu.

V praxi je častým řešením smlouva o odběru vody ze sousedního areálu pro obklíčenou budovu. Tato smlouva pro odběr vody z obklíčujícího areálu je sice častým řešením ale nemusí mít dlouhého trvání a je kdykoliv vypověditelná.

Dalším náhradním řešením jsou věcná břemena vedení inženýrských sítí pro obklíčenou budovu po cizích obkličujících pozemcích obkličujícího areálu.

Tato věcná břemena jsou smluvně složitá a v důsledku až neřešitelná. Opět kupující nebude chtít takto problémově napojenou budovu koupit a banka na ni půjčit peníze.

Diplomová práce se bude ze začátku zabývat obecným popisem studny a základními rozdíly mezi jednotlivými druhy. Zmíněna bude i problematika kvality podzemní vody. Následná část práce popisuje detailně jednotlivé části studny, včetně návrhu příslušenství. V této části jsou popsány jednotlivé kroky, které je potřeba provést před a během zhotovení jak studny kopané, tak studny vrtané. Jsou zde uvedeny i zákony, vyhlášky a normy, kterými je třeba se řídit a které jsou závazné. V poslední části práce bude provedena analýza potřeby vody vzhledem k různým počtům uživatelů. Počty uživatelů jsou ovlivněny druhem budovy a jeho využitím. Na závěr bude provedena finanční náročnost jednotlivých řešení. Tato náročnost bude závislá zejména na hloubce studny a na počtu uživatelů.

2 STUDNA

Pojem studna je dle normy označení pro druh jímacího objektu se zabudovaným jímacím zařízením, které je určené k odebírání vody z podzemních zdrojů¹⁾. Z právního hlediska je studna vodní dílo a dle §2 odst. 3 stavebního zákona se stavbou rozumí „...veškerá stavební díla, která vznikají stavební nebo montážní technologií...“²⁾. Na základě tohoto zákona je zřejmé, že vodní díla jsou vždy stavby. Účely, ke kterým tyto stavby slouží, jsou přesně definovány § 55 vodního zákona. Tento paragraf také stanovuje, které stavby vodním dílem jsou a které nejsou.

Pojem studna ve většině případů značí vertikální zařízení umístěné z větší části pod zemským povrchem za účelem jímání podzemní vody. V ideálním případě pro jímání vody pitné. Hloubky založení studní jsou různé. Studny mohou sloužit také pro účely snižování hladiny podzemní vody.



Obr. č. 1 - Klasická představa studny³⁾

2.1 ČLENĚNÍ JÍMACÍCH ZAŘÍZENÍ

Technická norma ČSN 75 5115 je závazná podle §17 vyhlášky č. 590/2002 Sb. o technických požadavcích pro vodní díla. Tato norma dělí jímací zařízení dle způsobu jímání vody do šesti skupin. První skupinou jsou vrtané (trubní) studny. Druhou skupinou jsou šachtové studny. Třetí skupinou jsou šachtové studny s radiálními sběrači (radiální studny). Čtvrtou jsou jímací zářezy. Pátou pramenní jímky a šestou skupinou jsou ostatní druhy jímacích zářezů, které nespádají do žádné z předešlých skupin.

¹⁾ ČSN 75 5115. *Jímání podzemní vody*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010, 30 s.

²⁾ Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), ve znění pozdějších předpisů

³⁾ ŠPINKOVÁ, Monika. *Čištění kopaných studní* [online]. [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: <http://www.cistenistudne.cz/index.htm>

První dvě skupiny budou podrobněji rozepsány v další části práce. Z technických a hlavně ekonomických důvodů jsou tyto dvě skupiny vhodné pro zásobování obklíčeného areálu vodou. Tato práce se nebude zabývat skupinami jímacích objektů číslo tři až šest, jelikož nejsou z praktických důvodů vhodné pro obklíčenou nemovitou věc.

Studny lze dělit na mnoho jiných různých skupin. Základní dvě skupiny jsou podle účelu využití nebo podle technického provedení. Podle účelu využití se jedná o studny veřejné a studny neveřejné. Veřejné studny jsou studny veřejně přístupné určené k zásobování obyvatel vodou a bývají zpravidla spravovány místní vodárenskou společností. Za veřejnou studnu lze považovat i studny pro veřejnost nepřístupné, ale zásobující veřejné objekty (např. školy, zdravotnické zařízení apod.) Neveřejné studny jsou studny, které nejsou veřejně přístupné a jsou spravovány vlastníkem studny, případně uživatelem. Zpravidla zásobují jednu, výjimečně více domácností. Může se jednat i o studny používané ke komerčním činnostem.⁴⁾

Podle technického provedení mluvíme hlavně o studnách vrtaných a šachtových. Jak bylo řečeno dříve, existují ještě radiální studny. Radiální studny jsou speciálním typem šachtové studny, kdy se do studny vtláčí, nebo navrtává horizontální, nebo šikmý sběrač za účelem zvýšení dosahu studny.

Další možné členění je na studny úplné a studny neúplné. Úplná studna prostupuje celou zvodněnou vrstvou horninového prostředí a dosahuje až na nepropustné podloží. Naopak neúplná studna neprochází celou zvodněnou vrstvou a nedosahuje až na nepropustné podloží.

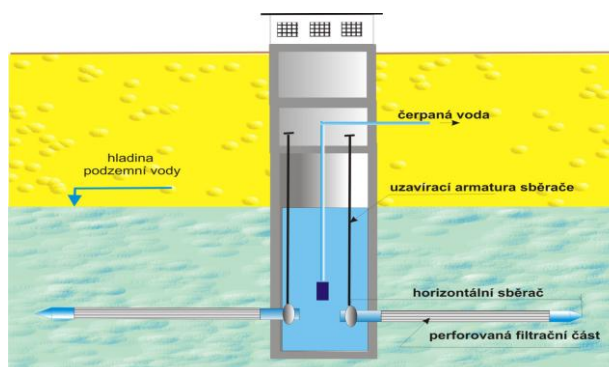


Schéma studny s horizontálními sběrači
Obr. č. 2 – Radiální studna⁵⁾

⁴⁾ KOŽÍŠEK, František. *Studna jako zdroj pitné vody: příručka pro uživatele domovních a veřejných studní*. 2. vyd. Praha: Státní zdravotní ústav, 2003, 36 s. ISBN 80-707-1224-4.

⁵⁾ *Wikipedie: Otevřená encyklopedie: Studna* [online]. [cit. 26. 05. 2015]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Studna&oldid=12572661>

2.1.1 Šachtové studny

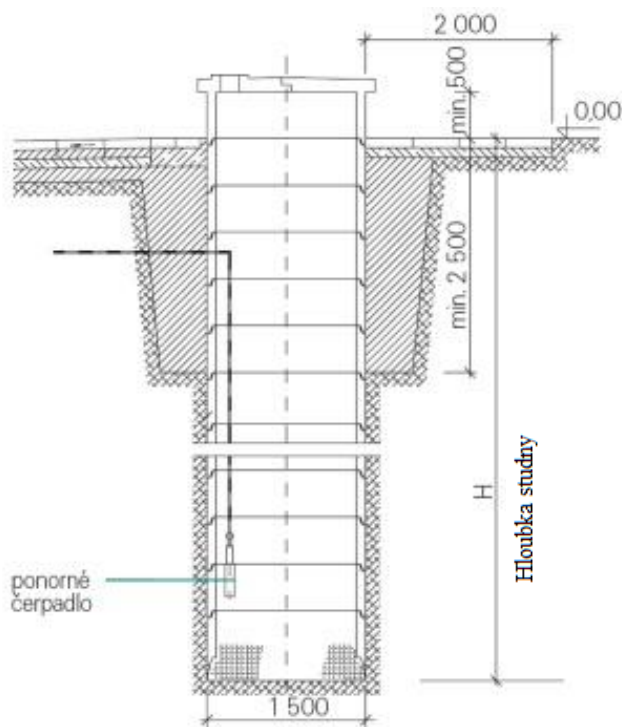
Šachtové studny, běžně označovány jako studny kopané, jsou v minulosti nejběžnější způsob k odběru podzemní vody. Šachtové studny dosahují zpravidla menších hloubek, ale větších průměrů než studny vrtané. V praxi dosahují šachtové studny nejčastěji hloubky okolo 10 metrů, ale lze hloubit i do mnohem větších hloubek. Norma neurčuje maximální přípustnou hloubku šachtové studny. Největší výhodou šachtové studny je možnost vstupu přímo do ní za účelem kontroly nebo opravy. Další výhodou bývá její větší akumulace vody. Naopak nevýhodou šachtových studní bývá menší stabilita vydatnosti než u vrtané studny. Podzemní voda z nižších hloubek je také více náchylná k antropogennímu znečištění (znečištění způsobené člověkem). Další nevýhodou je přímá závislost na atmosférických srážkách.

Šachtové studny se dělí podle způsobu zhotovení na kopané a spouštěné. Při hloubení kopaných studní se do vyhloubené šachty osazují skruže odspodu. Plášť bývá z prefabrikovaných skruží, případně z cihelného, kamenného nebo betonového zdiva. Spouštěné studny se provádí za současného těžení zeminy zevnitř šachty a spouštění pláště, který tvoří zpravidla betonové skruže, do horninového prostředí. Spodní hrana první skruže je osazena ostrým břitem, čímž se lépe zapouští do zeminy za pomoci vlastní váhy.

Norma ČSN 75 5115 stanovuje nejmenší vnitřní průměr u domovních studní 0,8 m. Jedná-li se o jinou studnu než domovní, je stanoven průměr 1 m. Největší možný průměr stanoven není, ale průměry větší než 2 m jsou velmi neobvyklé. Další povinnou náležitostí je vyvedení pláště studny minimálně 0,5 m nad upravený terén. Studna musí být opatřena krytem, který zamezí vnikání nečistot do studny. Plášť šachtové studny musí být nad hladinou podzemní vody minimálně 2,5 m pod povrchem terénu utěsněn. Těsnění používáme nejlépe jílové, ale je možno využít i jiné vhodné materiály. Ve výjimečných případech může být toto těsnění menší než 2,5 m, vždy ale nejméně 1 m. Budujeme-li neúplnou studnu, musíme na dně takové studny zhotovit filtrační vrstvu. Vrstev může být i více. Počet a mocnost vrstev je závislá na druhu hornin pod dnem studny. Norma dále umožňuje spojit šachtovou studnu se studnou vrtanou. Do určité hloubky se studna hloubí jako šachtová a z jejího dna se pokračuje jako studna vrtaná. Toto řešení se dá využít při velkých mocnostech zvodněného prostředí, ale jedná se o ekonomicky i technicky velmi náročnou variantu.⁶⁾

⁶⁾ ČSN 75 5115. *Jímání podzemní vody*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010, 30 s.

Obecně lze říci, že se šachtové studny používají, pokud je hladina podzemní vody v nízké hloubce pod terénem. Dalším faktorem je propustnost zvodnělé vrstvy. Při vysoké propustnosti zvodnělé vrstvy (písky, štěrky atp.) je obecně vhodné využívat širokoprofilové šachtové studny.⁷⁾



Obr. č. 3 – Příklad šachtové studny⁸⁾

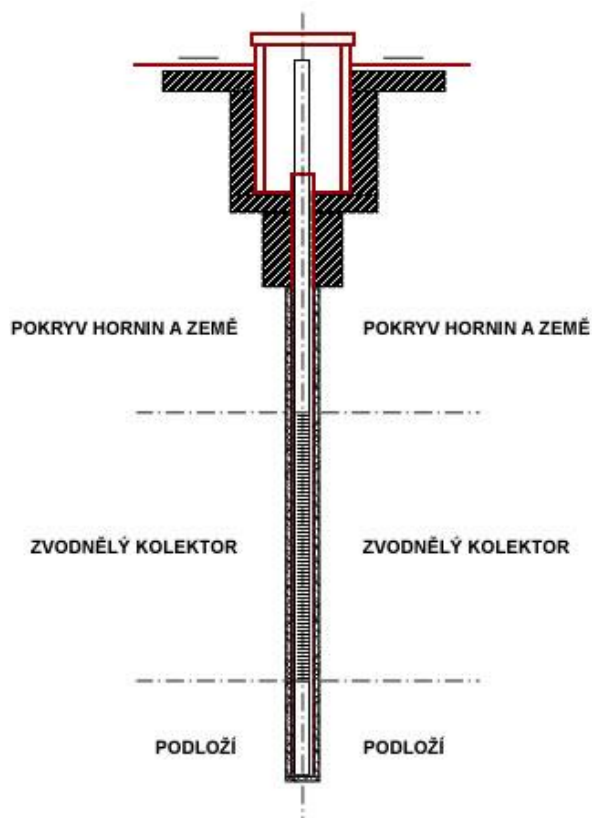
2.1.2 Vrtané studny

Vrtané studny se od šachtových studen liší v především v technologii zhotovení. Zasahují do mnohem větších hloubek. Díky tomu se může jímat podzemní voda z větších hloubek, která může mít lepší kvalitativní vlastnosti než podzemní voda z hloubek nižších. Další výhodou jímání z větších hloubek je větší akumulace podzemní vody v horninovém prostředí a tím i větší stálost množství čerpané vody. Vrtané studny mají menší akumulaci vody z důvodu mnohem menšího vnitřního profilu než studny šachtové.

⁷⁾ KOŽÍŠEK, František. *Studna jako zdroj pitné vody: příručka pro uživatele domovních a veřejných studní*. 2. vyd. Praha: Státní zdravotní ústav, 2003, 36 s. ISBN 80-707-1224-4.

⁸⁾ ŽABIČKA, Zdeněk. *Vodovod a kanalizace*. 2., aktualiz. vyd. Brno: ERA, 2004, viii, 118 s. Stavíme. ISBN 80-865-1767-5.

U vrtaných studní tvoří její plášť zárubnice. Zárubnice je potrubí zajišťující stabilitu vrtu studny. Přítok vody je zajištěn perforovanou částí zárubnice v místě zvodnělé vrstvy. Vnitřní průměr u vrtaných studní není normou určen. Obecně lze říci, že se průměry vrtaných studní pohybují v rozmezí 140 – 500 mm. Další částí vrtané studny je její zhlaví, což je zakončení a zabezpečení vrtu. Technický popis je podrobněji popsán v dalších kapitolách.



Obr. č. 4 – Příklad vrtané studny⁹⁾

2.2 PODZEMNÍ VODA

Podzemní voda tvoří 30 % veškeré sladké vody na Zemi. Dle vodního zákona jsou podzemními vodami označovány vody, které se přirozeně nacházejí pod zemským povrchem v pásmu nasycení. Jsou v přímém styku s horninami. Vody protékající drenážními systémy i vody ve studních jsou podle zákona také podzemními vodami. Jakmile dojde k odebrání

⁹⁾ ŠMEJKAL, František. *Vrtané studny* [online]. [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: <http://www.vrtane-studny-smejkal.cz/index.php?p=studny>

těchto vod, přestávají být vodami podzemními. Při vzniku pochybností o typu vody rozhoduje vodoprávní úřad.¹⁰⁾

Podzemní vody jsou v porovnání s vodou povrchovou lépe chráněny před znečištěním. Ke vzniku zvodněných vrstev dochází v nepropustných vrstvách hornin, na kterých se voda koncentruje. Díky postupnému průchodu vody různými horninami je podzemní voda obohacována o různé minerály, pokud přesáhne obsah minerálních látek určitou hranici, označujeme takovou vodu jako vodu minerální. Která voda je minerální, určuje lázeňský zákon č. 164/2001 Sb. Tyto horniny také splňují funkci přírodního filtru. Z těchto důvodů je vhodnější jímat vodu pro pitné účely z větších hloubek.¹¹⁾

2.2.1 Voda průlinová

Vody označené jako průlinové proudí v průlinách nesoudržných nepevných hornin. Jedná se například o písčité a štěrkovité zeminy, nebo eluvia skalních hornin (zvětralé horniny). Takovéto horniny mají vysokou propustnost, a pokud se vyskytují v místech se stálou dotací vody, pak je vhodné v těchto místech umístit studnu. Stálou dotací vody je myšlena přímá hydraulická spojitost podzemní vody s vodou povrchovou. V našich podmínkách to bývají nejčastěji údolní nivy řek. Podzemní voda v těchto místech bývá v menších hloubkách a jde o mělký oběh podzemní vody. Zpravidla se jedná o hloubky 5-20 m, výjimečně se může jednat o hloubky větší. Taková výjimka se nachází například v Moravanech u Brna, kde se průlinová voda nachází v hloubce 12 m a i 73 m.

Největší výhodou jímání vody mělkého oběhu je vysoká vydatnost. Ekonomická zátěž je přímo úměrná hloubce studny, tudíž je levnější jímat vodu z nižších hloubek. Další výhodou daného typu prostředí je malá pravděpodobnost ovlivnění vydatností okolních studní. Naopak nevýhodou jímání daného typu podzemní vody je její horší jakost než u vod jímaných z větších hloubek. Tato nižší jakost je způsobena především menší mocností vrstev, přes které voda musí prostoupit, a tím menší filtrační účinností. Takové vody nebývají příliš obohaceny různými minerály. Mezi další velkou nevýhodu řadíme poměrně vysokou náchylnost vody ke znečištění při nevhodných zásazích v okolí studny, ať už se jedná třeba o stavební činnost nebo o ekologické havárie. U méně kvalitně provedených vrtů a při špatném

¹⁰⁾ Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů

¹¹⁾ KOŽÍŠEK, František. *Studna jako zdroj pitné vody: příručka pro uživatele domovních a veřejných studní*. 2. vyd. Praha: Státní zdravotní ústav, 2003, 36 s. ISBN 80-707-1224-4.

způsobu jímání vody může docházet k rychlému zanášení studny jemnozrnnými částicemi horninového prostředí.

Jímání mělké průlinové vody je hojně využíváno i pro zásobování některých velkých měst. Tento způsob je využíván v obci Káraný, která zásobuje Prahu a okolí pitnou vodou. Jímací území Tři Dvory zásobuje Kolín a území Rohatec a Mikulčice zásobují pitnou vodou Hodonín.

2.2.2 Voda puklinová

Voda puklinová se nachází v rozpukaných zvětralých částech zpevněných a skalních hornin (např. granit, rula, diorit) a jejich tektonických poruchách. Po tektonických zlomech může docházet ke vzniku minerální vody.¹²⁾ Vydatnosti studní, které se vybudují v takových horninách, jsou velice rozdílné. Vydatnost je totiž ovlivněna mnoha faktory. Hlavním faktorem je velikost rozpukaných částí zpevněné horniny a jejich charakter. Takovým charakterem je například, zda jsou tyto pukliny otevřené nebo uzavřené. Dalším důležitým faktorem je případné napojení tohoto puklinového kolektoru na mělký průlinový kolektor, který by zajišťoval stálý přísun vody z nadloží.

Hlavní výhodou budování studní ve zpevněných horninách je kvalita jímané vody. Naopak největší nevýhodou, jak již bylo řečeno výše, je vysoká rozdílnost vydatností. Další nevýhodou je náchylnost ke znečištění při nevhodných zásazích v okolí studny.

Vodu puklinovou můžeme nalézt ve všech zpevněných neporézních horninách. Nejlepší podmínky pro oběh vody v puklinách je v oblastech s velkým výskytem žuly. V našich podmínkách se jedná zejména o okolí Říčan, Sedlčan, Benešova nebo v Jizerských horách. Pukliny v žulových oblastech nebývají uzavřené, ani nejsou ucpávány zvětralým materiálem, proto označujeme žulové oblasti za oblasti s nejlepšími podmínkami pro vznik puklinové vody.¹³⁾

¹²⁾ CHMELOVÁ, Renata. *Podpovrchová voda*. Olomouc. Dostupné také z: http://geography.upol.cz/soubory/lide/chmelova/KGG_HYDR_5.ppt

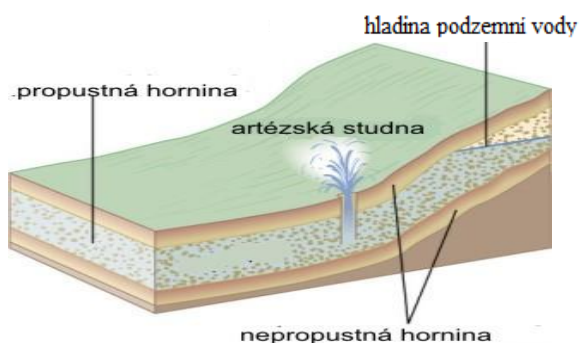
¹³⁾ PIVRNCOVÁ, Pavlína. *Studna ve světle platné právní úpravy* [online]. 2014 [cit. 2015-05-26]. Bakalářská práce. Masarykova univerzita, Právnická fakulta. Vedoucí práce Ilona Jančářová. Dostupné z: http://is.muni.cz/th/402825/pravf_b/.

2.2.3 Voda průlinovo-puklinová

Pokud podzemní voda proudí jak v průlinách, tak po puklinách, nazýváme ji vodou průlinovo-puklinovou. Tato podzemní voda vzniká nejčastěji v pevných poréznicích horninách, nejčastěji se jedná o pískovce. Tento typ podzemní vody se vyskytuje prakticky po celém území České republiky. Často se tato podzemní voda využívá k hromadnému zásobování obyvatelstva.

Vody průlinovo-puklinové se nachází až v několika desítkách metrů pod zemským povrchem. Pokud je nadloží nad zvodnělou vrstvou složeno z nepropustných sedimentů, mohou zde vznikat takzvané artézské studně. To znamená, že je hladina podzemní vody pod tlakem a díky tomu někdy samovolně vyvěrají na povrch.

Největší výhodou jímání vody z daného typu hornin je její vysoká jakost. Voda se nachází ve větších hloubkách, a proto musí procházet pomalým prosakováním, díky kterému dojde k jejímu očištění a obohacení o minerály. Často se tedy jedná o vody minerální, které jsou pro člověka prospěšné a jsou velmi oblíbené. Velmi podstatnou výhodou je také velmi nízká náchylnost podzemní vody ke znečištění z povrchu. Tato výhoda je opět dána hloubkou, ve které se voda nachází. Další výhodou je vysoká vydatnost, která je způsobená ve většině případů velkou mocností zvodnělé vrstvy. Naopak největším problémem při zhotovení studní za účelem jímání průlinovo-puklinové vody je nutnost její větší hloubky a s tím spojená vysoká finanční náročnost.



Obr. č. 5 – Artézská studna¹⁴⁾

¹⁴⁾ Zdroje pitné vody. *Region* [online]. [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: <http://ucebnice3.enviregion.cz/voda/pitna-voda/zdroje-pitne-vody/o4>

2.3 VODA A JEJÍ VLASTNOSTI

Voda je nejrozšířenější látkou na Zemi. Jedná se o základní složku životního prostředí a je podmínkou existence života na naší planetě. Asi 80 % vody na Zemi je obsaženo v oceánech, 19 % v zemské kůře pod povrchem země, 1 % tvoří ledovce, 0,002 % je obsaženo v tocích a vodních nádržích a pouhých asi 0,0008 % je obsaženo v atmosféře.

2.3.1 Základní vlastnosti vody

Voda je nejrozšířenější sloučeninou vodíku. Vyskytuje se ve třech skupenstvích: vodní pára, kapalná voda a led. Při normální teplotě je voda bezbarvá, bez chuti a zápachu. Teplota tání je 0 °C a teplota varu 100 °C. Při změně skupenství do pevného stavu vzrůstá její objem o 10 %. ¹⁵⁾



Obr. č. 6 – Molekula vody¹⁶⁾

Hustota

Jedná se o hmotnost objemové jednotky kapaliny za dané teploty a tlaku.

$$\rho = m/V$$

kde	ρ ... hustota	[kg.m ⁻³]
	m ... hmotnost	[kg]
	V ... objem	[m ³]

Voda má zvláštní vlastnost, kterou nemají ostatní kapaliny. Pokud zvyšujeme teplotu z 0 °C do teploty 3,98 °C, dochází ke zvyšování hustoty. Při teplotě 3,98 °C dosahuje voda maximální hustoty 1000,0 kg.m⁻³. Při dalším zvyšování teploty již dochází ke snižování hustoty a při 100 °C má voda hustotu 958,4 kg.m⁻³. Díky této vlastnosti dochází k promíchání vody ve vodních nádržích během jara a podzimu.

¹⁵⁾ HLAVÍNEK, Petr a Jaromír ŘÍHA. *Jakost vody v povodí* [online]. Vyd. 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2005, 209 s. [cit. 2015-05-26]. ISBN 80-214-2815-5.

¹⁶⁾ DROZD, Zdeněk. Víte proč .. mikrovlnka ohřívá? *Matematicko-fyzikální fakulta* [online]. 2013 [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: http://www.mff.cuni.cz/verejnost/zpravicky/04_mikrovlnka.htm

Viskozita

Viskozita charakterizuje vnitřní tření mezi částicemi. Je závislá na přitažlivých silách, pokud má voda větší přitažlivé síly, má i větší viskozitu. Při větší viskozitě dochází k většímu brzdění pohybu kapaliny. Hodnota viskozity klesá se vzrůstající teplotou.

Stlačitelnost

Stlačitelnost značí schopnost vody měnit svůj objem při změně tlaku. Stlačitelnost vody se mění v závislosti na obsahu absorbovaných plynů, rozpuštěných solí a na teplotě vody. Běžně se uvažuje voda jako nestlačitelná. Toto zjednodušení se používá i při řešení různých hydraulických úloh.

Povrchové napětí

Povrchové napětí je charakteristickým znakem všech kapalin. Souvisí se soudržností molekul, vzniká vždy na rozhraní kapalně a plynné fáze. Síly působící na molekuly uvnitř kapaliny jsou ve všech směrech stejné, a proto je jejich výslednice nulová. Toto ovšem neplatí na povrchu kapaliny, protože ze strany plynné fáze nedochází ke kompenzování těchto sil. Proto jsou molekuly na hladině vtahovány dovnitř kapaliny.

Hodnota pH

Hodnotou pH posuzujeme kyselost nebo zásaditost vody, ukazuje nám míru látek, které ji způsobují. Neutrální voda má hodnotu pH 7, voda kyselá má hodnotu pH < 7 a voda zásaditá má pH > 7.

2.3.2 Chemické složení vody

Přírodní voda není nikdy chemicky čistá. Chemicky čistá voda je pouze voda destilovaná. Každá přírodní voda v sobě obsahuje různé látky, ať už se jedná o plyny, anorganické nebo organické látky. Látky obsažené ve vodě se klasifikují do dvou základních skupin, a to *látky rozpuštěné* a *látky nerozpuštěné*. Látky rozpuštěné jsou dále děleny do několika tříd podle jejich kvantitativního zastoupení ve vodě. Látky nerozpuštěné se dělí do dvou tříd na látky *neusaditelné* a *mikroorganismy*.¹⁷⁾ Hlavní tři látky, které ovlivňují nejvíce kvalitu vody, jsou následující.

¹⁷⁾ HLAUVÍNEK, Petr a Jaromír ŘÍHA. *Jakost vody v povodí* [online]. Vyd. 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2005, 209 s. [cit. 2015-05-26]. ISBN 80-214-2815-5.

Organické látky

Organické látky jsou přítomny ve všech vodních zdrojích. Jedná se o huminové látky, ropné látky, fenoly, organické pesticidy a tenzidy. Tyto látky se nachází ve vodách v řádech desetin až jednotek mg/l. Organické látky mohou oxidovat chemicky nebo biochemicky. Z těchto důvodů používáme pro celkové stanovení organických látek ve vodě ukazatele CHSK (chemická spotřeba kyslíku) a BSK (biochemická spotřeba kyslíku).

Amoniakální dusík

Amoniakální dusík vzniká jako produkt mikrobiálního rozkladu organických dusíkatých látek. Podzemní a čisté podzemní vody obsahují desetiny mg/l amoniakálního dusíku. V přírodních vodách je tento dusík velmi nestálý a během biochemické oxidace přechází na dusitany a dusičnany. Ionty NH_4^+ (amoniakální dusík) jsou důležitým indikátorem čerstvého znečištění (jedná se o hnilobné procesy).

Dusičnany

Dusičnany jsou konečným produktem rozkladu organicky vázaného dusíku. Jsou přítomny téměř ve všech vodách v nízkých koncentracích. V povrchových a podzemních vodách, které jsou méně znečištěny, se jedná o jednotky mg/l. Hlavním zdrojem dusíku jsou průmyslové hnojiva používaná v zemědělství. Dle vyhlášky ministerstva zdravotnictví č. 252/2004 Sb. je nejvyšší mezní hodnota v pitné vodě 50 mg/l, pro kojeneckou vodu 15 mg/l.¹⁸⁾

2.3.3 Ukazatele pitné vody a jejich limity

Níže vidíme přílohu č. 1 z vyhlášky MZČR č. 252/2004 Sb.. Tato příloha ukazuje mikrobiologické, biologické, fyzikální, chemické a organoleptické ukazatele pitné vody a jejich hygienické limity. Pokud jediná hodnota překročí tento limit, nelze tuto vodu považovat za pitnou. Tyto parametry musí být dodrženy na všech místech odběru vody (v kohoutech, sprchách apod.). Voda určená pro veřejné zásobování pitnou vodou musí být vždy desinfikována. V dnešní době se nejčastěji používá desinfekce za pomoci chloru.

¹⁸⁾ HLAVÍNEK, Petr a Jaromír ŘÍHA. *Jakost vody v povodí* [online]. Vyd. 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2005, 209 s. [cit. 2015-05-26]. ISBN 80-214-2815-5.

Tab. č. 1 – Příloha č. 1 z vyhlášky MZČR č. 252/2004 Sb.¹⁹⁾

A. Mikrobiologické a biologické ukazatele

č.	ukazatel	jednotka	limit	typ limitu	Vysvětlivky
1	<i>Clostridium perfringens</i>	KTJ/100 ml	0	MH	1
2	Intestinální enterokoky	KTJ/100 ml	0	NMH	
		KTJ/250 ml	0	NMH	2
3	<i>Escherichia coli</i>	KTJ/100 ml	0	NMH	
		KTJ/250 ml	0	NMH	2
4	koliformní bakterie	KTJ/100 ml	0	MH	
		KTJ/250 ml	0	MH	2
5	mikroskopický obraz - abioseston	%	10	MH	3
6	mikroskopický obraz - počet organismů	jedinci/ml	50	MH	3,4
7	mikroskopický obraz - živé organismy	jedinci/ml	0	MH	3,4,5
8	počty kolonií při 22 °C	KTJ/ml	Bez abnormálních změn	MH	6
		KTJ/ml	200	DH	7
		KTJ/ml	100	NMH	2
9	počty kolonií při 36 °C	KTJ/ml	Bez abnormálních změn	MH	8
		KTJ/ml	40	DH	9
		KTJ/ml	20	NMH	2
10	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	KTJ/250 ml	0	NMH	2

B. Fyzikální, chemické a organoleptické ukazatele

č.	ukazatel	symbol	jednotka	limit	typ limitu	vysvětlivky
11	1,2-dichlorethan		µg/l	3,0	NMH	
12	akrylamid		µg/l	0,1	NMH	10
13	amonné ionty	NH ₄ ⁺	mg/l	0,50	MH	
14	antimon	Sb	µg/l	5,0	NMH	
15	arsen	As	µg/l	10	NMH	
16	barva		mg/l Pt	20	MH	
17	benzen		µg/l	1,0	NMH	11
18	benzo[a]pyren	BaP	µg/l	0,010	NMH	
19	beryllium	Be	µg/l	2,0	NMH	12
20	bor	B	mg/l	1,0	NMH	
21	bromičnany	BrO ₃	µg/l	10	NMH	13
22	celkový organický uhlík	TOC	mg/l	5,0	MH	14
23	dušičnany	NO ₃ ⁻	mg/l	50	NMH	15
24	dušitany	NO ₂	mg/l	0,50	NMH	15
25	epichlorhydrin		µg/l	0,10	NMH	10
26	fluoridy	F ⁻	mg/l	1,5	NMH	
27	hliník	Al	mg/l	0,20	MH	
28	hořčík	Mg	mg/l	10	MH	16
				20 - 30	DH	16
29	chemická spotřeba kyslíku (manganistanem)	CHSK-Mn	mg/l	3,0	MH	17
30	chlor volný		mg/l	0,30	MH	18
31	chlorethen (vinylchlorid)		µg/l	0,50	NMH	10
32	chloridy	Cl ⁻	mg/l	100	MH	19,20
33	chloritany	ClO ₂ ⁻	µg/l	200	MH	13,18
34	chrom	Cr	µg/l	50	NMH	
35	chuť			přijatelná pro odběratele	MH	21
36	kadmium	Cd	µg/l	5,0	NMH	
37	koduktivita	k	mS/m	125	MH	20,22
38	kyanidy celkové	CN ⁻	mg/l	0,050	NMH	
39	mangan	Mn	mg/l	0,050	MH	23
40	měď	Cu	µg/l	1000	NMH	24
41	microcystin-LR		µg/l	1	NMH	25
42	nikl	Ni	µg/l	20	NMH	26
43	olovo	Pb	µg/l	10	NMH	26
44	ozon	O ₃	µg/l	50	MH	18
45	pach			přijatelný pro odběratele	MH	21

¹⁹⁾ Vyhláška č. 252/2004 Sb. kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody, ve znění pozdějších předpisů

č.	ukazatel	symbol	jednotka	limit	typ	vysvětlivky limitu
46	pesticidní látky	PL	µg/l	0,10	NMH	27,28
47	pesticidní látky celkem	PLC	µg/l	0,50	NMH	27,29
48	pH		pH	6,5 - 9,5	MH	20,31
49	polycyklické aromatické uhlovodíky	PAU	µg/l	0,10	NMH	30
50	rtuť	Hg	µg/l	1,0	NMH	
51	selen	Se	µg/l	10	NMH	
52	sírany	SO ₄ ²⁻	mg/l	250	MH	20
53	sodík	Na	mg/l	200	MH	
54	stříbro	Ag	µg/l	50	NMH	32
55	tetrachlorethen	PCE	µg/l	10	NMH	33
56	trihalomethany	THM	µg/l	100	NMH	34
57	trichlorethen	TCE	µg/l	10	NMH	33
58	trichlormethan (chloroform)		µg/l	30	MH	13
59	vápník	Ca	mg/l	30	MH	16
				40 - 80	DH	16
60	vápník a hořčík	Ca + Mg	mmol/l	2 - 3,5	DH	16
61	zákal		ZF (t,n)	5	MH	35
62	železo	Fe	mg/l	0,20	MH	36
63	teplota		°C	8 - 12	DH	

Použité zkratky:

KTJ - kolonie tvořící jednotka

NMH - nejvyšší mezní hodnota

MH - mezní hodnota

DH - doporučená hodnota (§ 3 odst. 1 zákona č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů)

Výše uvedená příloha obsahuje ještě velké množství vysvětlivek, které upřesňují například pro jaký konkrétní typ pitné vody je daný ukazatel, nebo pro jaký konkrétní typ vodního zdroje je třeba konkrétní ukazatel stanovovat.

Příloha č. 3 této vyhlášky ukazuje požadavky na teplou vodu vyráběnou z individuálního zdroje pro účely osobní hygieny zaměstnanců.

Tab. č. 2 – Příloha č. 3 z vyhlášky MZČR č. 252/2004 Sb.²⁰⁾

Mikrobiologické požadavky

Ukazatel	Jednotka	Limit	Vysvětlivky
atypická mykobakteria	KTJ/1000 ml	100	1,3
Escherichia coli	KTJ/100 ml	0	
Legionella spp.	KTJ/100 ml	100	2,3
počet kolonií při 36°C	KTJ/1 ml	200	
Pseudomonas aeruginosa	KTJ/100 ml	0	
Staphylococcus aureus	KTJ/100 ml	0	

Fyzikální a chemické požadavky

Ukazatel	Jednotka	Limit	Vysvětlivky
chemická spotřeba kyslíku (manganistanem)	mg/l	5,0	
pach		přijatelný pro odběratele	4
pH		6 - 9,5	
trihalometany	µg/l	100	
volný chlor	mg/l	0,1 - 1,0	5
vizuální posouzení			6
zákal	ZF(t,n)	5	7

Vyhláška dále stanovuje minimální četnost a rozsah rozborů vzorků pitné vody, tato četnost je závislá na počtu obyvatel zásobovaných pitnou vodou.

2.3.4 Možnosti úpravy a desinfekce vody

Možností úpravy vody je mnoho. Používají se na úpravách vod pro veřejnou zásobu obyvatelstva. Upravovat vodu mohou pro svoji potřebu i firmy nebo rodinné domy. Návrh úpravy vody není hlavním předmětem této práce, proto zde jen stručně vypíšu základní způsoby úpravy vody a možnosti desinfekce vhodné pro podzemní vody.

Aerace

Aerace, nebo-li provzdušňování slouží k obohacení vody kyslíkem a k odkyselení a odpachování vody. Přírodní vody obsahují určité množství rozpuštěných plynů. U podzemních vod se často jedná o oxid uhličitý a sirovodík. Velký obsah oxidu uhličitého způsobuje u podzemní vody její kyselost. Voda s obsahem volného CO₂ je agresivní a způsobuje korozi kovových materiálů. Velké množství sirovodíku způsobuje problémy organoleptického charakteru (vlastnosti vody, které vnímáme smysly- chuť, pach...). Způsob, jakým se provádí aerace, je například pomocí kaskády. Jedná se o nejjednodušší způsob, kdy se kopíruje provzdušnění v přírodních podmínkách (například peřeje v řece, menší vodopády).

²⁰⁾ Vyhláška č. 252/2004 Sb. kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody, ve znění pozdějších předpisů

Koagulace

Velice zjednodušený princip koagulace spočívá v nadávkování chemikálie, prostřednictvím které dochází k reakci s látkami obsaženými ve vodě. Po této reakci dochází ke srážení nečistot, a tím zvětšením jejich objemu. Následně může dojít k odstranění těchto nečistot pomocí filtrace. Tento způsob úpravy vody je velice rozšířený ve vodárenství, jeho nevýhodou je nutnost manipulace s chemikáliemi a potřeba další fáze úpravy.

Sedimentace

Další poměrně jednoduchý způsob úpravy vody. Pro použití této metody se již musí vybudovat usazovací nádrž s vypočítanými rozměry. Bohužel proces sedimentace se nemůže navrhnout jako samostatný separační stupeň a musí být v součinnosti s další možností úpravy například filtrace.

Filtrace

Nejrozšířenější způsob úpravy vody, používaný takřka na všech úpravárnách vod. Principem filtrace je zachycování částic nečistot ve vrstvě zrnitého materiálu. Filtrační materiál může být z křemičitého písku, kamenného uhlí, antracitu, křemeliny, z plastů a podobně.

Odželezování, odmanganování

Podzemní vody často obsahují příliš velké koncentrace železa a manganu. Tyto dvě látky bývají obsaženy ve vodě společně, samostatný výskyt je ojedinělý. Sloučeniny železa a manganu nejsou pro zdraví člověka škodlivé, ale způsobují technické a organoleptické problémy. Z technického hlediska se jedná zejména o zanášení a ucpávání zařízení. Z organoleptického hlediska je výskyt železa a manganu velmi problematický již při koncentracích v desetínách mg/l. Způsobují nepříjemné pachové vjemy a také způsobují změnu barvy vody. Nejjednodušším způsobem jak provádět odmanganování a odželezování je za pomoci aerace. Dalšími způsoby jsou za pomoci chemických látek (chlor, manganistan draselný) nebo pomocí ozonu.

Desinfekce

Desinfekce se dá považovat za nejdůležitější část úpravy vody. Při distribuci pitné vody pro obyvatelstvo musí být voda vždy ošetřena za pomoci desinfekce. Desinfekce je hygienické zabezpečení pitné vody. Tohoto zabezpečení je docíleno usmrcením

choroboplodných zárodků (bakterie, viry) a také prevencí před jejich výskytem ve vodě. Existují dva základní druhy desinfekčních činidel: na bázi chlóru a bezchlórové:

Na bázi chlóru:

- plynný chlór Cl_2
- oxid chloričitý (chlórdioxid) ClO_2
- chlornan sodný NaClO
- chlorové vápno
- chloramin

Na bázi chlóru:

- ozón O_3
- UV záření
- oligodynamické účinky kovů

3 NÁVRH STUDNY

3.1 LEGISLATIVA

Základní dokumentem je norma ČSN 75 5115 Jímání podzemní vody, která je závazná pro navrhování, výstavbu a provoz nových nebo zrekonstruovaných studní podle § 17 vyhlášky č. 590/2002 Sb. o technických požadavcích pro vodní díla. Tato vyhláška vychází ze zákona č. 183/2006 Sb. o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon).

Zákon č. 254/2001 Sb. o vodách, označován jako vodní zákon, obsahuje mimo jiné veškeré podmínky pro ochranu povrchových a podzemních vod, dále určuje, jakým způsobem můžeme hospodárně využívat vodní zdroje. Následným zákonem, kterým se musíme řídit při návrhu spotřeby vody, je zákon č. 274/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích. Upravuje způsob nakládání s vodou pro odebrání z přirozeného prostředí. Tento zákon je upravován vyhláškou č. 120/2011 Sb., ze které můžeme určit hodnoty specifické potřeby vody. Následným zákonem je zákon č. 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví, ke kterému náleží vyhláška č. 252/2004 Sb. Tato vyhláška stanovuje požadavky na pitnou vodu.

3.1.1 Legislativní postupy

Jedinou osobou, která má oprávnění k projektování a vyhodnocování geologické práce, je hydrogeolog, který je držitelem osvědčení o odborné způsobilosti. Práce, které je oprávněn vykonávat, zahrnují vyhledávání a posuzování zdrojů podzemní vody a hlavně navrhování studní. Hydrogeolog s osvědčením je absolventem pětiletého studijního oboru hydrogeologie. Dále musí předložit oborům Ministerstva životního prostředí své dosavadní práce za poslední tři roky praxe a složit zkoušky před komisí MŽP.²¹⁾

Prvním krokem, který hydrogeolog musí provést, je určení správného umístění průzkumného vrtu. Toto umístění se provede na základě posouzení zájmové lokality, daného pozemku a průběhu generelních směrů podzemní vody. Případně se dá využít krátké rekognoskace terénu. Tato prvotní posouzení mají přinést základní informace:

- Druhy podzemní vody, která se nachází v zájmové lokalitě - průlinová nebo puklinová. Na základě druhu vody se navrhne předpokládaná hloubka.

²¹⁾ Umístění a návrh studny. *Umístění a návrh studny - StudnaNaKlic.cz* [online]. 2009 [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: <http://www.studnanaklic.cz/page/1295.umisteni-a-navrh-studny/>

- Volba druhu jímacího objektu - šachtová nebo vrtaná studna. Ve velmi výjimečných případech návrh jiného druhu jímacího objektu.
- Návrh vhodné vrtné technologie.

K vytýčení vrtu se používají telestetické metody - proutkaři. Další metodou k vytýčení jsou takzvané geofyzikální metody. Geofyzikální metody využívají geotechnické prostředí k diagnostice. Jedná se o rozsáhlý soubor metod a pro každou lokalitu je vhodné využít jinou metodu. Typ objektu pro jímání se určí hlavně podle hydrogeologických poměrů, které se v dané lokalitě nachází. V dnešní době výrazně převažují návrhy studní vrtaných nad šachtovými. Ostatní typy jsou raritní.

Tyto provedené úkony předcházejí každé zhotovení studny. Následně si musíme vybrat mezi dvěma typy projekční přípravy a provedení studny. Dle současných právních předpisů můžeme první způsob označit jako „*geologické průzkumné dílo*“ a druhý způsob označit jako stavbu „*vodního díla*“.

Geologické průzkumné dílo

Tento způsob je v dnešní době častěji uplatňován, využívá se pouze u vrtané studny. Principem tohoto postupu je, že se studna projektuje a vybuduje jako geologické průzkumné dílo. Až následným územním, stavebním a vodoprávním řízením se z ní stane studna. Dokud se tak nestane nelze z něj odebírat vodu. Výjimku tvoří dle § 8 vodního zákona pouze odběr vody pro účely čerpacích pokusů při provádění hydrogeologického průzkumu nebo při průzkumu vydatnosti zdrojů podzemních vod, pokud mají trvat méně než 14 dnů a odběr vody v této době nepřekročí 1 l/s. Po ověření vydatnosti a jakosti vody se může průzkumné dílo upravit na vodní dílo dle stavebního a vodního zákona. V případě, že je prokázána nemožnost využívat průzkumné dílo jako vodní dílo, tzn., že z něj nelze odebírat vodu pro účely zásobování užitkovou nebo pitnou vodou musí být dle závazné normy ČSN 75 5115 zlikvidován.

Vlastní postup při provádění hydrogeologického průzkumného díla:

- Vytýčení vrtu, což je společný krok pro obě řešení, který je popsán výše.
- Nejméně 30 dnů před zahájením prací se zaeviduje průzkum v České geologické službě dle § 7 zákona 62/1988.
- Pokud se jedná o vrt hlubší než 30 m dle § 6 zákona 62/1988, zašle se projekt geologického průzkumu příslušnému krajskému úřadu.

- Pokud se jedná o vrt hlubší než 30 m, stává se z něj báňské dílo prováděné činností hornickým způsobem a musí se osm dní před realizací ohlásit příslušnému Obvodnímu báňskému úřadu. Tuto povinnost má realizující firma ve smyslu vyhlášky 104/1988 Sb. § 11 ve znění pozdějších předpisů.
- 15 dní před zahájením prací je povinnost realizující firmy ohlásit tuto skutečnost příslušné obci. V oznámení musí být uveden účel, rozsah a předpokládaná doba provádění prací dle zákona č. 62/1988 Sb. § 9a
- Další fází je samotné provedení hydrogeologického průzkumného vrtu. Vrt samotný má již parametry pro jímání vody a bude v budoucnu využíván k tomuto účelu.
- Po vybudování vrtu je doporučována hydrodynamická zkouška, která má za úkol ověřit vydatnost, hydraulické parametry a vliv vrtu na okolní vodní zdroje a hydrodynamické podmínky.
- Po ukončení hydrodynamické zkoušky se doporučuje odebrat vzorky vody a provést laboratorní analýzu. Při této analýze se zjistí bakteriologické a chemické vlastnosti, které se porovnají s limitními hodnotami pro pitnou vodu dle vyhlášky MZČR č. 252/2004 Sb. v platném znění.
- Veškeré získané poznatky z hydrogeologického průzkumného vrtu jsou zpracovány do závěrečné zprávy hydrogeologického průzkumu. Jako získané poznatky jsou myšleny hydraulické parametry z hydrodynamických zkoušek a fyzikálně – chemické a bakteriologické vlastnosti vody.
- Na základě zákona č. 183/2006 Sb., resp. § 15 zákona 254/2001 Sb. je potřeba k získání územního rozhodnutí, pro získání stavebního povolení a povolení k nakládání s vodami doložit hydrogeologické vyjádření a projektovou dokumentaci studny.
- Po získání všech povolení se může vytvořit zhlaví studny a osadit čerpadlo. Zhlaví se musí vytvořit podle předloženého projektu dle závazné normy ČSN 75 5115.
- Následuje kolaudace studny. Po kolaudaci můžeme začít studnu využívat.²²⁾

Stavba vodního díla

Druhým, méně častým, způsobem je projektování studny jako vodního díla dle stavebního a vodního zákona. Tento způsob může být vhodné využít v případech sousedských sporů, využívá se jak u studní vrtaných, tak u studní šachtových. Principem tohoto způsobu

zhotovení je, že před samotným hloubením studny se provede projekt vodního díla a na základě tohoto projektu, hydrogeologického vyjádření a územního povolení se vydá rozhodnutí stavebního a vodoprávního úřadu. K samotnému hloubení dojde až po vydání těchto povolení.

Vlastní postup při provádění studny jako vodního díla:

- Vytýčení vrtu (společný krok pro obě řešení, popsán výše)
- Po vytýčení vrtu se zpracuje hydrogeologické vyjádření a projekt vodního díla
- Jakmile dojde k získání stavebního povolení, může se začít se samotným hloubením studny. Toto hloubení se řídí zpracovaným projektem.
- Pokud se jedná o vrt hlubší než 30 m, stává se z něj báňské dílo prováděné činností hornickým způsobem a musí se osm dní před realizací ohlásit příslušnému Obvodnímu báňskému úřadu (stejná povinnost jako u předchozího způsobu).
- Následně po vyhloubení studny je potřeba provést doplňující hydrogeologický průzkum skutečného stavu studny. Tento průzkum zahrnuje dokumentaci terénních prací, hydrodynamickou zkoušku a ověřuje potencionální vliv na okolní hydrodynamické podmínky a na okolní vodní ekosystémy. Průzkum zpracuje osoba s odbornou způsobilostí v oboru hydrogeologie a předloží se příslušnému vodoprávnímu úřadu. Doplňující hydrogeologický průzkum je součástí kolaudačního řízení.
- Následuje kolaudace studny. Po kolaudaci můžeme začít studnu využívat.

Běžnějším způsobem v praxi je provedení jako hydrogeologické průzkumné dílo. Tento způsob je rychlejší a legalizace se řeší již na konkrétní existující dílo se známými hydraulickými vlastnostmi. Způsob provádění studny jako vodní dílo má výhodu, že je již zcela zlegalizován a případné komplikace jsou řešeny dodatečnou hydrogeologickou zprávou.

3.2 UMÍSTĚNÍ STUDNY

Studny sloužící pro individuální zásobování vodou musí být umístěny v prostředí, které není zdrojem znečištění nebo zdrojem ohrožení jakosti vody. Studna by neměla být umístěna v záplavovém prostředí, pokud je to nezbytně nutné, musí se dodržet předepsané

²²⁾ Vrtané studny. *HS geo - vrty, studny, hydrogeologie* [online]. 2013 [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: <http://www.hsgeo.cz/vrtane-studny/3.html>

podmínky ochrany před stouletou vodou dle ČSN 75 5115. Studna má být umístěna proti směru proudění podzemní vody od zdroje znečištění. Studna může být umístěna ve stávajících budovách, pokud bude zajištěno čisté prostředí kolem studny. Důležitou podmínkou pro umístění studny je, že nesmí podstatně snížit využitelné množství podzemní vody v okolních jímácích zařízeních. Zejména se nesmí snížit pod úroveň povolenou vodoprávním úřadem. Pro ověření splnění této podmínky se před vybudováním studny zaznamenají stavy hladiny a hloubky dna okolních jímácích zařízeních a uvedou se data těchto měření. Pro studny určené k individuálnímu zásobování pitnou vodou jsou stanoveny ve vyhlášce č. 501/2006 Sb. nejmenší dovolené vzdálenosti studní od místních zdrojů znečištění.²³⁾

Tab. č. 3 – Nejmenší vzdálenosti od možného znečištění²⁴⁾

Zdroje možného znečištění:	Nejmenší vzdálenost v m	
	pro málo prostupné prostředí (odst. 2)	pro prostupné prostředí (odst. 3)
Žumpy, septiky, kanalizační přípojky	12	30
Nádrže tekutých paliv pro individuální vytápění umístěné v budově, nebo samostatné pomocné budově.	7	20
Chlévy, močůvkové jímky a hnojiště při drobném ustájení jednotlivých kusů hospodářských zvířat.	10	25
Veřejné pozemní komunikace.	12	30
Individuální umývací plochy motorových vozidel a od nich vedoucí odtokové potrubí a strouhy.	15	40

Pokud nelze tyto minimální vzdálenosti dodržet, je potřeba požádat místní stavební úřad o povolení podle §169 stavebního zákona o výjimky.

Pro konkrétní případy znečištění, kdy nejsou vyhláškou stanoveny nejmenší vzdálenosti od studny, stanoví se tyto vzdálenosti na základě konkrétních hydrogeologických podmínek. Tyto vzdálenosti určuje odpovědný řešitel geologických prací z oboru hydrogeologie, který za ně odpovídá.

Pokud umístíme studnu, která nebude sloužit k zásobování pitnou vodou, stanovuje norma stejné požadavky jako pro studnu sloužící pro zásobování pitnou vodou, avšak vzdálenosti uvedené ve vyhlášce č. 501/2006 Sb. mohou být hydrogeologem přiměřeně

²³⁾ ČSN 75 5115. *Jímání podzemní vody*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010, 30 s.

²⁴⁾ ČSN 75 5115. *Jímání podzemní vody*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010, 30 s.

zkráceny. Tyto zkrácení musí být odůvodněny a musí se zohledňovat i účel budoucí studny.
25)

3.3 TECHNICKÉ ČÁSTI STUDNY

Pro lepší popis studny lze mluvit o některých základních částech. Studna vrtaná je zhotovena pomocí různých vrtných souprav a zařízení. Její hlavní část se nazývá vrt. Ve vrtu dochází k akumulaci podzemní vody. Samotný vrt je na povrchu ukončen manipulační šachtou.

Studny šachtové se také nazývají studny kopané, jelikož jsou zhotoveny ručním kopáním nebo například pomocí pneumatického kladiva. Vykopaná šachta plní stejnou funkci jako vrt a zároveň funkci manipulační šachty. Proto nedělíme šachtovou studnu na více částí.

Další částí, o které je třeba se zmínit, je příslušenství studny. Příslušenstvím studny rozumíme zejména čerpadlo s domácí vodárnou. Ale musíme počítat i s ostatním vybavením nutným pro správnou funkci studny, jako je například potrubí vhodné pro přesun pitné vody. Jímáme-li vodu pro pitné účely, musíme brát v potaz i desinfekci. Tato část je již pro oba typy studní společná.

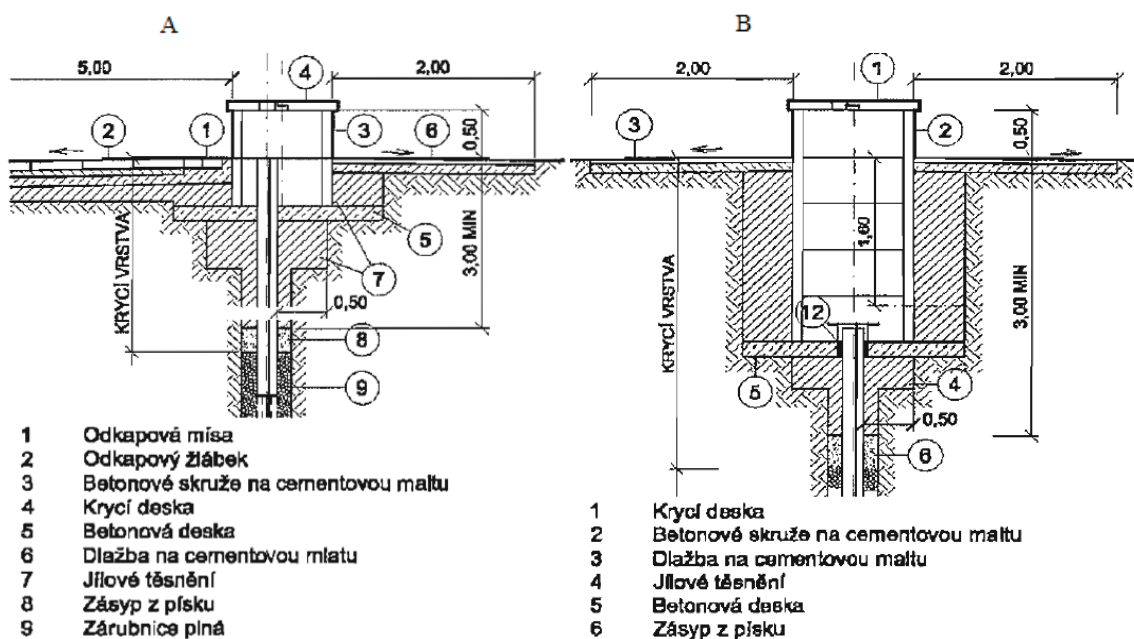
3.3.1 Manipulační šachta (Zhlaví)

Jedná se o šachtu, chránící ústí vrtu vrtaných studní.²⁶⁾ Slouží hlavně jako zakončení a zabezpečení vrtu. Manipulační šachta musí být vyvedena minimálně 0,5 m nad upravený terén. Slouží také k uložení čerpací techniky, může se zde umístit ruční, případně motorové čerpadlo. Jedná se také o alternativní ochranu vrtu v záplavovém území. V takovém případě musí být šachta vyvedena minimálně 0,3 m nad hladinu stoleté vody.

Na následujícím obrázku č. 7 vidíme dva řezy manipulační šachtou. První řez ukazuje manipulační šachtu určenou pro ruční čerpadlo a druhý řez ukazuje manipulační šachtu pro motorové čerpadlo. Oba tyto řezy jsou z normy ČSN 75 5115.

²⁵⁾ ČSN 75 5115. *Jímání podzemní vody*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010, 30 s.

²⁶⁾ ČSN 75 5115. *Jímání podzemní vody*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010, 30 s.



Obr. č. 7 – Vrtaná studna-úprava pro ruční čerpadlo (A) a pro motorové čerpadlo (B)²⁷⁾

Úprava okolí studny

Norma ČSN 75 5115 stanovuje různé specifikace na úpravu okolního terénu. Základním požadavkem je, aby v ploše do 10 metrů od studny nedocházelo k žádnému znečištění povrchu, kvůli kterému by mohlo dojít ke znečištění podzemní vody. Doporučuje se vydláždit přístup ke studni. Dále se musí povrchová voda odvádět mimo studnu, nejméně 5 metrů od studny. Do stejné vzdálenosti (tj. 5m) se musí odvádět nevyužitá čerpaná voda, pokud je studna vystrojena stojanovým, nebo jiným zařízením s přímým výtokem. Odvádět se musí za pomoci vodotěsného odpadu, například potrubím, nebo žlábkem. Celé okolí do 2 metrů od pláště, nebo konstrukce studny musí být zřízená nepropustná vrstva se sklonem minimálně 2% ve směru od studny. U domovních studní se tato vzdálenost snižuje na 1 metr. Pokud se studna umísťuje na zemědělsky obdělávaném pozemku včetně zahrad a sadů, musí se plocha do 10 metrů upravit jako trvalý travní porost. Jedná-li se o domovní studnu, je toto opatření pouze doporučené. Všechny veřejné studny musí být opatřeny cedulkou o zákazu znečišťování okolí studny. Tato cedulka musí uvádět i správce dané studny.²⁸⁾

²⁷⁾ ČSN 75 5115. *Jímání podzemní vody*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010, 30 s.

²⁸⁾ ČSN 75 5115. *Jímání podzemní vody*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010, 30 s.

3.3.2 Vrt

Vrt je otvor kruhového průřezu, který je vrtán do horninového prostředí. Vrt může mít mnoho různého využití a jedním z nich je využití pro vrtanou studnu. Pro tento účel se budují svislé vrty. K vrtání se používají vrtné soupravy. Tyto soupravy jsou specializované na vrtání v různých druzích hornin. Existuje velké množství způsobů vrtání například: rotačně-příklepové vrtání, jádrové vrtání nebo drapákové vrtání těžní lžící. Způsob vrtání se navrhuje na základě prostorových podmínek a předpokládaného geologického prostředí. Tento návrh zpracovává dle § 5b zákona č. 61/1988 Sb. báňský projektant v projektu vrtných prací k činnosti prováděné hornickým způsobem (studny nad 30 metrů hloubky), v případě menší hloubky než 30 metrů není potřeba projekt.

Návrh průměru výstroje vrtu musí zohledňovat budoucí využití studny, zdali se bude jednat o domovní studnu, vodárenskou studnu, požární studnu atd. Dále musíme zohlednit parametry celkové výstroje, čímž je zárubnice, tloušťky filtračního obsypu a těsnění, počet zastižených zvodnělých vrstev a předpokládané množství jímané vody. Na obrázku vidíme ukázkou vrtné soupravy.



Obr. č. 8 – Vrtná souprava: Mobile Drill 80²⁹⁾

Zárubnice

Po vyvrtání následuje osazení vrtu zárubnicí. Zárubnice je potrubí zajišťující stabilitu vrtu studny. Osa zárubnice musí být svislá a umísťuje se centricky do vyhloubeného vrtu. Zárubnice se dle ČSN 75 5115 nemusí osazovat v příznivých geologických podmínkách, např. v pevných nepadavých horninách, což vzhledem k životnosti díla není doporučováno.

Zárubnice musí mít dostatečnou pevnost k zajištění stability po celou dobu životnosti. Materiál, ze kterého je zhotovena, musí být zdravotně nezávadný a opatřen atestem s hygienickými požadavky na pitnou vodu. Materiál ani jeho povrchová úprava nesmí zhoršovat kvalitu, chuť, pach nebo vzhled jímané pitné vody. Dále musí být odolný proti inkrustaci a korozi.

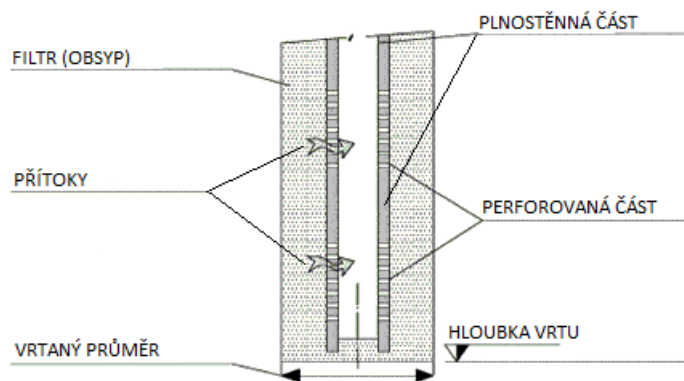
Průměr a délka se určuje předběžně na základě požadavků na odběr vody a hydrogeologického průzkumu, tyto rozměry se přesněji upraví podle výsledků hloubení. Průměr musí zohledňovat rozměry budoucího jímacího zařízení. Při manipulaci s jímacím zařízením nesmí dojít k poškození zárubnice. Zárubnice má mít po celé délce stejný průměr. Zárubnice se skládá ze dvou částí:

- *Perforovaná (aktivní) část*
- *Plnostěnná (pasivní) část*

Perforovaná část slouží k jímaní vody. Umísťuje se v místě přítoku podzemní vody do vrtu. Účinnost studny je určena perforovanou částí společně s obsypem. Plnostěnná část se skládá z *kalníku, nástavné části, mezilehlé části a pracovní části*. Kalník je nejspodnější část zárubnice a slouží jako kalová jímka. Usazuje se zde písek a kal. Na dno kalníku se může uložit štěrkový podsyp. Nástavná část je část vedoucí od perforované části vzhůru až k horní části studny - zhlaví studny. Mezilehlá část je plnostěnná část osazená mezi perforované části, tedy pokud je zastiženo více než jedno zvodnění. Tato část se osazuje proto, aby nedošlo k hydraulickému propojení různých zvodněných částí. To by mohlo narušit přirozené proudění podzemní vody v okolí studny. Pracovní část se nachází v místě sací části jímacího zařízení. Doporučuje se délka 1 m.³⁰⁾

²⁹⁾ Vrtná technika. *Průzkumné vrty* | Chemcomex [online]. 2009 [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: <http://www.pruzkumnevrty.cz/vrtna-technika.php>

³⁰⁾ ČSN 75 5115. *Jímaní podzemní vody*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010, 30 s.



Obr. č. 9 – Řez vrtu

Obsyp, filtr a těsnění

Prostor mezi zárubnicí a stěnou vrtu se musí vyplnit materiálem. Tento materiál nazýváme obsyp. Hlavní funkcí je zabránění vplavování jemnozrnných částic do studny. Tato funkce se uplatňuje v místě jímání vody (perforovaná část zárubnice). Další funkce je ochranná, chrání zárubnici před okolní horninou. Obsyp musí perforovanou část zárubnice přesahovat minimálně 1 m na každou stranu. Obsypový materiál musí být tříděný, čistě vypraný, chemicky stálý a zdravotně nezávadný. Nejvhodnější materiál je čistý křemen se zrnky kulového tvaru. Obsyp se provádí odspodu po vrstvách asi 0,5 m. Velikost zrn se doporučuje určit z křivek zrnitosti. Tloušťka vrstvy obsypu se stanovuje dle tabulky 3 z ČSN 75 5115.

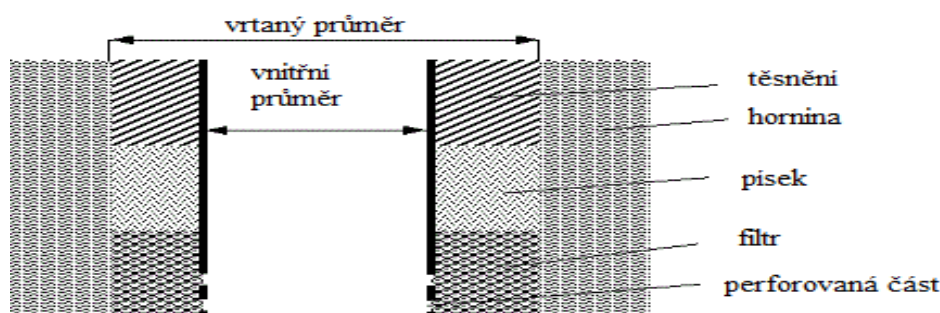
Tab. č. 4 – Tabulka 3 z ČSN 75 5115³¹⁾

Stanovená velikost zrna obsypu v mm (viz 5.3.3.8)	Tloušťka štěrkového obsypu v mm	
	nejmenší	doporučená
1 až 4	60	90
4 až 12	70	100
12 až 35	80	120

Přestože obsyp ve většině případů naprosto dostačuje a plní spolehlivě filtrační funkci, existují i další možnosti zabránění vplavování jemnozrnných částic do studny. Jedná se o lepené nebo síťové filtry. Tyto filtry mohou být součástí zárubnice (lepený filtr) nebo mohou

být samostatné. Sítové filtry se umísťují pouze v oblasti zvodnělé vrstvy na vnější stranu perforované části zárubnice a zhotovují se velmi výjimečně. Filtr musí přesahovat perforovanou část o 1 m na obou stranách.

Vrtané studny je třeba bezpečně utěsnit a tím ochránit před znečištěním z povrchu terénu. Toto těsnění musí být minimálně 3 m hluboké od povrchu terénu. Nejlépe k tomuto účelu slouží jílové nebo betonové těsnění. Nejmenší povolená tloušťka těsnění mezi zárubnicí a stěnou vrtu je 30 mm na každou stranu. Mezi těsněním a obsypem je doporučeno zhotovit přechodnou vrstvu písku o mocnosti 0,2 – 0,5 m.³²⁾



Obr. č. 10 – Řez vrtu- detail obsypu a těsnění³³⁾

3.3.3 Šachtová studna

Jak již bylo zmíněno, šachtové studny se dělí na kopané a spouštěné. Jejich vnitřní průměr u domovních studní je minimálně 0,8 m a u ostatních činí minimálně 1 m. Budoucí průměr šachtové studny se určuje zejména podle budoucí potřebné akumulace. Hloubka šachtové studny musí být taková, aby i v případě nejnižší hladiny podzemní vody byl k dispozici dostatečný sloupec vody, který umožňuje čerpání. Norma ČSN 75 5115 doporučuje v případech, kdy je mocnost zvodnělé vrstvy vody do 5 m, budovat šachtovou studnu jako studnu úplnou, kdy její nejnižší část zasahuje do nepropustného podloží. V případech, kdy je mocnost zvodnělé vrstvy větší než 5 m, je možné budovat studnu jako neúplnou, kdy dochází k jímání podzemní vody dnem studny.

³¹⁾ ČSN 75 5115. *Jímání podzemní vody*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010, 30 s.

³²⁾ ČSN 75 5115. *Jímání podzemní vody*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010, 30 s.

³³⁾ Jaká má být hloubka studny .. ? ČÍŽEK, Petr. *Studny info - odborný informační portál pro studny, vrtu, podzemní vodu a tepelné systémy země voda a voda voda* [online]. 2014 [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: http://studny.info/informacni_centrum/hloubka_a_konstrukce.htm#hloubka

Filtry šachtových studní

Pro aktivní část pláště (část, která jímá podzemní vodu) platí stejné specifikace jako pro aktivní část u vrtané studny. To znamená, že vtokové otvory musí být umístěny pouze v oblasti zvodnělé vrstvy. Nejvýše však 3 m pod povrchem terénu. Pokud je zvodnělá vrstva v mělčích hloubkách, mohou se vtokové otvory umístit výše, nejvyšší možné uložení otvorů je však 0,5 m pod povrchem. Doporučuje se, aby byly vtokové otvory podélné a úzké. Jejich plocha a rozmístění nesmí ohrožovat stabilitu studny. Jedná-li se o studnu neúplnou, musí být dno opatřeno minimálně jednou vrstvou filtru. V takovém případě je potřeba odebrat ze dna vzorky hornin a provést zrnitostní rozbor. Na základě tohoto rozboru se určí vhodná zrnitost budoucího filtru. Tato zrnitost musí být určena s ohledem na stabilitu zeminy pode dnem studny. Norma ČSN 75 5115 jasně stanovuje, že pokud se jedná o štěrkopísek středního až hrubozrnného zrna, je zapotřebí zhotovit jednu nebo dvě vrstvy filtru. V případě jedné vrstvy je její minimální mocnost 0,4 m, v případě dvou vrstev je minimální mocnost jedné vrstvy 0,3 m. Na druhé straně, jedná-li se o písky, norma pevně nestanovuje mocnosti filtru, pouze množství vrstev. U písků je zapotřebí zhotovit dvě až tři vrstvy filtru. Jejich mocnosti se musí stanovit na základě vztlaku, který bude způsoben snížením hladiny podzemní vody ve studně při nejvyšším odběru. Norma dále doporučuje zhotovit štěrkový filtry o mocnosti 0,2 m i u studní vyhotovených ve skalních horninách.³⁴⁾

Těsnění studny

Stejně jako vrtaná studna musí být i šachtová studna ochráněna před znečištěním od povrchové vody. Těsnění musí být nejméně do hloubky 2,5 m pod povrch terénu. Ve výjimečných případech, zejména při mělčím uložení zvodnělé vrstvy, lze usadit těsnění do menší hloubky než 2,5 m. Minimální hloubka těsnění je vždy 1m. Obvykle se používá jílové těsnění, ale lze použít i jiné materiály, například voděodolný beton. Šířka tohoto těsnění musí být nejméně 0,5 m.

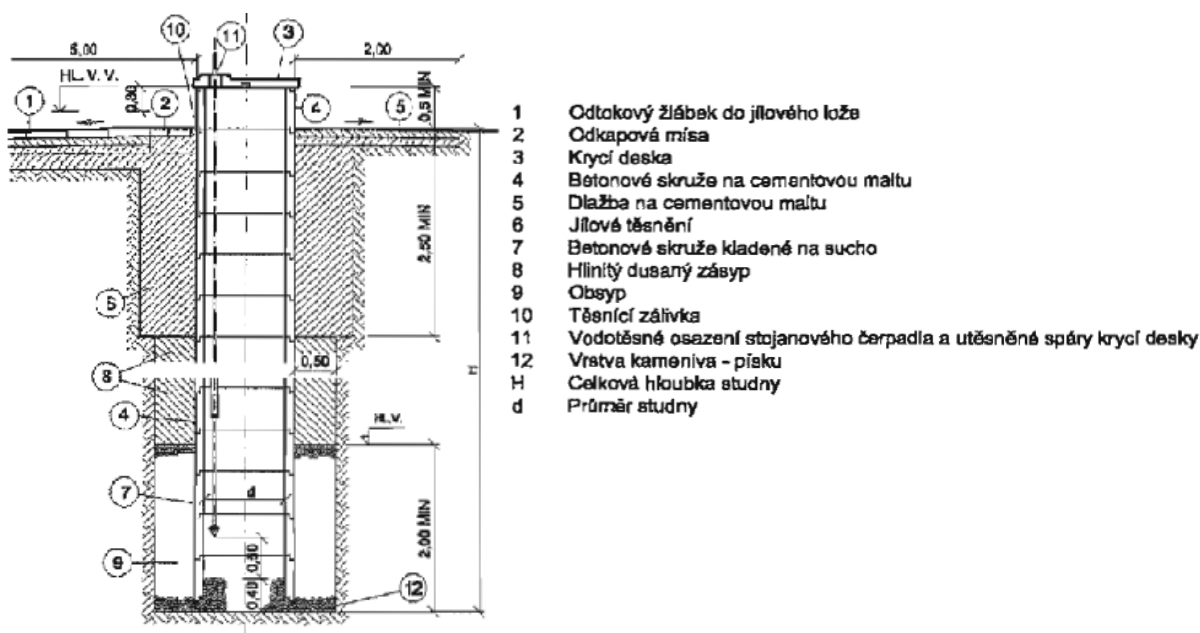
V případě, že se do šachtové studny provádí vrt, platí pro tento vrt stejné podmínky jako pro klasickou vrtanou studnu. Funkci manipulační šachty v tomto případě nahrazuje šachtová část studny.³⁵⁾

³⁴⁾ ČSN 75 5115. *Jímání podzemní vody*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010, 30 s.

³⁵⁾ ČSN 75 5115. *Jímání podzemní vody*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010, 30 s.

Nadzemní část studny

Šachtová studna nemá manipulační šachtu jako vrtaná studna. Tuto funkci nahrazuje celá šachta sama o sobě. Plášť všech šachtových studní musí být nad vtokovými otvory nepropustný, dále musí být vyveden nad terén a dosahovat výšky minimálně 0,5 m nad upravený terén. V případě, že se studna nachází v záplavovém území, musí být vyzděna minimálně 0,3 m nad úroveň stoleté vody.



Obr. č. 11 – Kopaná studna vystrojená betonovými skružemi³⁶⁾

3.4 PŘÍSLUŠENSTVÍ STUDNY

Mezi příslušenství náležící ke každé studni je potřeba počítat čerpadlo. Dále musíme počítat i s potrubím, které umožňuje přenos čerpané vody do objektu. V případě, že se čerpaná voda bude používat k pitným účelům, můžeme k příslušenství přičíst i desinfekci, případně úpravnu vody, která se nachází mimo studnu.

Čerpadla použitá k čerpání musí být zhotovena z vhodného materiálu, který splňuje hygienické požadavky a který je vhodný k použití ve styku s pitnou vodou. Při osazování

³⁶⁾ ČSN 75 5115. *Jímání podzemní vody*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010, 30 s.

čerpadla se musí postupovat podle pokynů výrobce tak, aby nedocházelo během provozu ke znečišťování vody ve studni. Sací otvory čerpadla musí být osazeny v takové výšce, aby nedocházelo k nasávání vzduchu i při nejnižší přípustné hladině vody ve studni. Také nesmí docházet k nasávání kalů ze dna studny. Sací koš musí být nejméně 0,5 m nad povrchem pískové vrstvy u šachtové studny, u vrtané studny musí být dodržena vzdálenost 0,5 m nad horním okrajem kalníku. Elektrické zařízení musí být instalována podle příslušných elektrických předpisů a norem. Veškeré prostupy inženýrských sítí pláštěm studny musí být provedeny tak, aby nedocházelo k prosakování vody.

Čerpadlo

Čerpadlo je stroj dopravující tekutiny nebo kaly. Čerpadla se dělí dle způsobu, jakým přeměňují mechanickou práci (kterou jsou čerpadla uváděna do činnosti) na kinetickou a potenciální energii (vytlačování, čerpání vody). Rozlišujeme tedy dvě základní skupiny:

- Hydrodynamická čerpadla
- Hydrostatická čerpadla

Hydrostatická čerpadla jsou čerpadla s přímou přeměnou mechanické energie na potenciální hydraulickou energii. Používají se zejména pro dávkování různých chemikálií, například pro desinfekci a úpravu vody. Pro čerpání vody se běžně nepoužívají

Hydrodynamická čerpadla jsou čerpadla s nepřímou přeměnou mechanické energie na potenciální a kinetickou energii. Pro dopravu vody se nejčastěji používají odstředivá čerpadla, jelikož nemusí být příliš veliké a díky tomu nejsou příliš drahé. Odstředivá čerpadla se dělí na:

- Radiální
- Diagonální
- Axiální

U *radiálního čerpadla* vstupuje kapalina do oběžného kola axiálně (rovnoběžně s osou) a vystupuje z oběžného kola radiálně (kolmo k ose otáčení). Radiální čerpadla se vyrábí i vícestupňová. Vícestupňové radiální čerpadlo se vyznačuje osazením oběžných kol za sebou do tlakových stupňů. Tato oběžná kola jsou radiální s jednostranným vstupem a po obou stranách jsou utěsněna těsníci kruhy. U *diagonálního čerpadla* je nátok proveden na oběžné kolo axiálně a se šikmým (diagonálním) průtokem a výstupem vody obvykle do spirály. Diagonální čerpadlo se skládá z hydraulické části (oběžné kolo, spirála, víko spirály a sací přechod), z ucpávky a z mechanické části (hřídel, ochranné pouzdro ucpávky, kozlík, ložisko, víko ložisek a hřídelové těsnění). *Axiální čerpadla* mají proveden vstup vody na

lopatky oběžného kola axiálně. Po průchodu vody kolem pokračuje voda opět axiálně. Hřídel, spojující motor s vlastním čerpadlem prochází převážně vertikálně trubním kolenem, kde je těsněn ucpávkou. Tento druh čerpadel umožňuje umístit vlastní oběžné kolo pod hladinu, díky čemuž není třeba sací koš.



Obr. č. 12 – radiální(A), diagonální(B), axiální čerpadlo(C)³⁷⁾

3.4.1 Způsoby jímání vody ze studny

Pro čerpání vody ze studní se používají dva druhy čerpadel, *ponorná* a *povrchová* čerpadla. Jejich výběr závisí na druhu studny. Povrchová čerpadla se využívají pouze u mělkých šachtových studní. U povrchového čerpadla nesmíme zapomenout, že musí vodu ze studny nasát. Rozdíl mezi osou čerpadla a výškou hladiny při nejnižším stavu čerpané vody se nazývá geodetická sací výška. K této výšce se navíc musí připočíst ztráty v potrubí. Povrchová čerpadla jsou schopná čerpat vodu z maximální hloubky 8 m. V praxi je lepší počítat s maximální hodnotou 7,5 m.

Při čerpání vody z větších hloubek z šachtových studní nebo z vrtaných studní musíme použít ponorné čerpadlo. Při výběru čerpadla do vrtaných studní musíme uvažovat velikost průměru vrtu, aby se čerpadlo do vrtu dalo umístit a mělo dostatečný prostor pro svoji činnost a také aby bylo možné jej snadno vytáhnout.

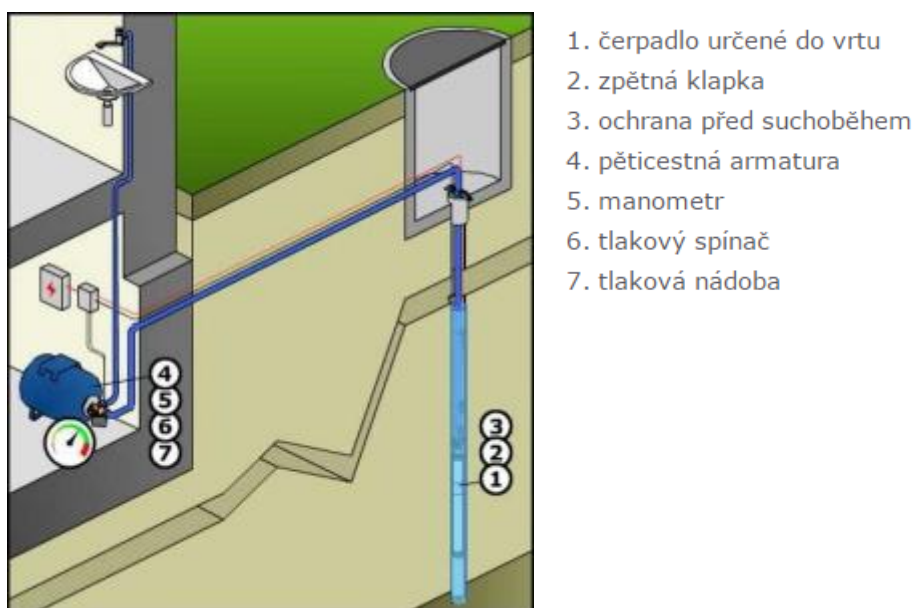


Obr. č. 13 – Povrchové čerpadlo C (A), Ponorné čerpadlo Speroni SP 70 (B)³⁸⁾

³⁷⁾ Lehké diagonální čerpadlo 250-BQV Sigma. Georgia, čerpadla Olomouc [online]. 2015 [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: <http://www.georgia.cz/250-bqv-sigma>

Domácí vodárna pro vrtanou studnu

V případech, kdy máme vrtanou studnu, musíme využít ponorného čerpadla. Ponorné čerpadlo se usadí přímo do vrtu do hloubky, ze které chceme jímat vodu. Usazovat se musí do vyčištěného vrtu. Ponorná čerpadla nejsou vhodná na jímání silně znečištěné vody. Čerpadlo se musí ochránit zpětnou klapkou, která zabraňuje průtoku vody opačným směrem. Následuje ochrana čerpadla před čerpáním na sucho, které nedovolí čerpadlu zapnout, pokud není ve vrtu dostatek vody. Čerpadlo následně čerpá vodu potrubím do tlakové nádoby. Ta je již umístěna mimo vrt. Tlaková nádoba je nádrž, která obsahuje tekutinu pod tlakem, součástí nádoby bývá vak z gumové pryže, který vyplňuje vnitřek nádoby. Čerpadla napouští vodu do vaku, který se pod tímto tlakem rozpíná. Po vypnutí čerpadla se díky natlakovanému vaku voda vytlačuje do potrubí, čímž se šetří čerpadlo. Důležité je správné nastavení tlaku vzduchu v tlakové nádobě. Tento tlak má být o 0,2 baru (2 m vodního sloupce) nižší než tlak, který spouští čerpadlo. Dalšími částmi domácí vodárny jsou tlakový spínač, tlakoměr a pěticečná armatura, která propojuje čerpadlo, tlakovou nádobu, tlakový spínač a tlakoměr. Tlakový spínač zapíná automaticky čerpadlo, jakmile dojde k poklesu tlaku pod nastavenou úroveň a vypne při dosažení vypínacího tlaku.



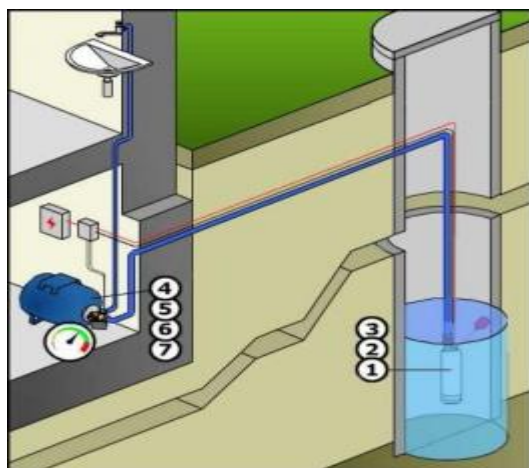
Obr. č. 14 – Schéma domácí vodárny s vrtem³⁹⁾

³⁸⁾ POVRCHOVÉ ČERPADLO C. *Www.ama-zahrada.cz* [online]. 2012 [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: <http://www.ama-zahrada.cz/povrchove-cerpadlo-c-879.html>

³⁹⁾ Čerpadla: když si nevíte rady. *Elektromotory, čerpadla, ventilátory - KARS* [online]. 2013 [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: <http://www.kars-brno.cz/rady-a-tipy/cerpadla-kdyz-si-nevite-rady/>

Domácí vodárna pro šachtovou studnu se sací výškou větší než 8 m

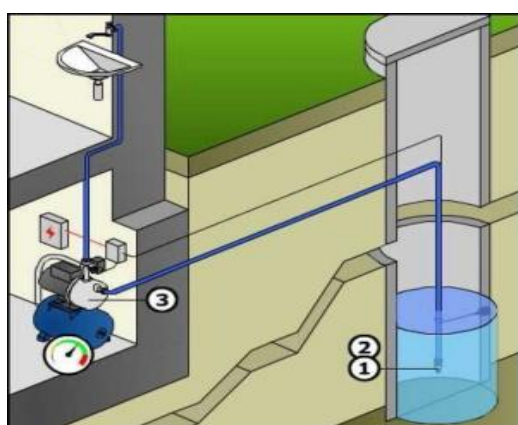
Máme-li šachtovou studnu s takovou hloubkou, že sací výška přesahuje 8 m, musíme využít ponorného čerpadla. Domácí vodárna do šachtové studny s ponorným čerpadlem se neliší od domácí vodárny do vrtané studny.



Obr. č. 15 –Schéma domácí vodárny do šachtové studny⁴⁰⁾

Domácí vodárna pro šachtovou studnu se sací výškou nižší než 8 m

Jakmile máme sací výšku nižší než 8 m, můžeme využít jako u předchozích případů ponorné čerpadlo, ale je vhodnější využít povrchového čerpadla. Rozdíl při použití povrchového čerpadla je v tom, že čerpadlo je umístěno mimo studnu, nejlépe přímo v objektu. Díky tomu se lépe provádí kontrola a případná výměna čerpadla. V tělese studny je umístěn sací koš se zpětnou klapkou a případná ochrana před čerpáním na sucho.

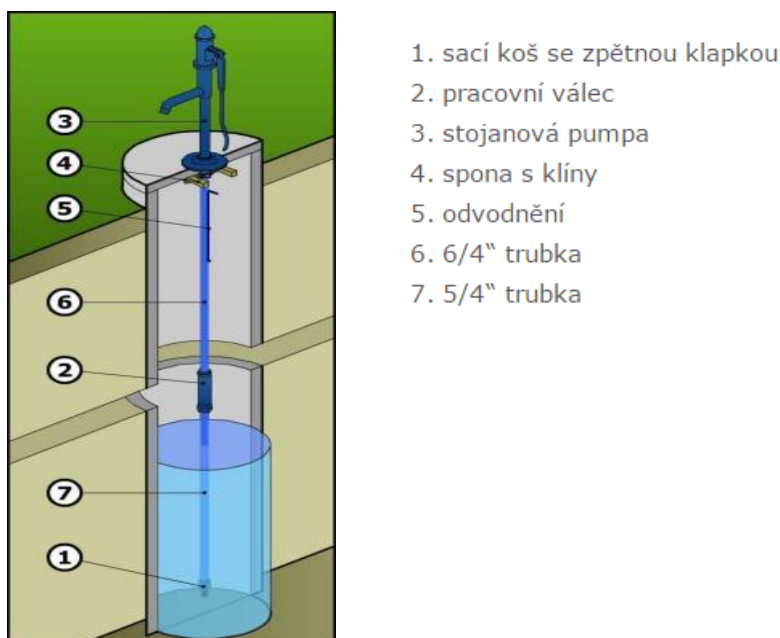


Obr. č. 16 –Schéma domácí vodárny s povrchovým čerpadlem⁴¹⁾

⁴⁰⁾ Čerpadla: když si nevíte rady. *Elektromotory, čerpadla, ventilátory - KARS* [online]. 2013 [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: <http://www.kars-brno.cz/rady-a-tipy/čerpadla-kdyz-si-nevite-rady/>

Ruční čerpadla

Další variantou, jakou lze jímát z šachtové studny vodu, je pomocí ručního čerpadla, běžně označované jako ruční pumpa. Jedná se o starší způsob čerpání vody, v dnešní době se navrhuje jen ve výjimečných případech. Nevýhodou je nutnost vlastní manuální práce. Tento způsob je vhodný při občasně potřebě užitkové vody, například na zahradě. Ruční čerpadla mohou teoreticky čerpat vodu z hloubky až 30 m. Standardní vybavení ručního čerpadla tvoří sací koš se zpětnou klapkou, pracovní válec a stojanová pumpa. Norma ČSN 75 5115 nařizuje, že ruční stojanové čerpadlo musí být odvodněno, takže odvodnění je nutná součást ručního čerpadla. Další částí jsou spona a stojanové klíny, které slouží k uchycení a stabilizaci pumpy. Další částí je pracovní válec, který je spojen se sacím košem. Pracovní válec umožňuje čerpání vody.



Obr. č. 17 – Schéma ručního čerpadla⁴²⁾

Samotné čerpadlo

Možností, jak odebírat vodu ze studny, je čerpat vodu pouze pomocí samotného čerpadla. Lze využít ponorné nebo povrchové čerpadlo, což závisí na druhu studny, kterou máme. Tato varianta je vhodná, pokud chceme samotné čerpadlo ovládat sami a jednorázově

⁴¹⁾ Čerpadla: když si nevíte rady. *Elektromotory, čerpadla, ventilátory* - KARS [online]. 2013 [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: <http://www.kars-brno.cz/rady-a-tipy/čerpadla-kdyz-si-nevite-rady/>

⁴²⁾ Čerpadla: když si nevíte rady. *Elektromotory, čerpadla, ventilátory* - KARS [online]. 2013 [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: <http://www.kars-brno.cz/rady-a-tipy/čerpadla-kdyz-si-nevite-rady/>

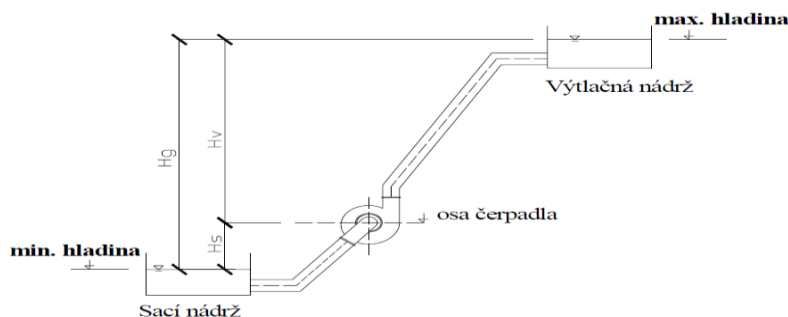
čerpat různé objemy vody. Příkladem může být zalévání zahrady. Případně se tato varianta dá využít společně s vodojemem nebo akumulací nádrží. Tato varianta se dá brát v úvahu, jedná-li se o větší podnik s velkou potřebou vody. Samotné vybudování vodojemu je velice nákladná záležitost, proto se v praxi využívají akumulací nádrže, ze kterých je následně voda čerpána pod požadovaným tlakem do místa potřeby.

3.4.2 Návrh čerpadla

Abychom mohli provést návrh čerpadla, musíme si nejprve určit základní parametry.

Základní parametry

- **Qč** [$\text{l}\cdot\text{s}^{-1}$, $\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$] – průtok čerpadla. Objem vody dodávané čerpadlem v čase.
- **Qopt** [$\text{l}\cdot\text{s}^{-1}$, $\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$] – optimální průtok. Průtok čerpadla při optimální účinnosti čerpadla při otáčkách „n“.
- **Qn** [$\text{l}\cdot\text{s}^{-1}$, $\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$] – návrhový průtok čerpadla.
- **H** [m] – dopravní výška čerpadla. Jedná se o rozdíl celkové energie čerpané vody při výstupu z čerpadla a při vstupu do čerpadla. Tato energie je vztažena na jednotku tíhy vody.
- **Hg** [m] – geodetická dopravní výška. Jedná se o rozdíl mezi minimální hladinou čerpané vody a místem nejvyššího odběru vody.
- **Hs** [m] – geodetická dopravní výška na sací straně. Jedná se o rozdíl mezi osou čerpadla a výškou hladiny při nejnižším stavu čerpané vody.
- **Hv** [m] – geodetická dopravní výška na výtlačné straně. Jedná se o rozdíl mezi osou čerpadla a místem nejvyššího odběru.

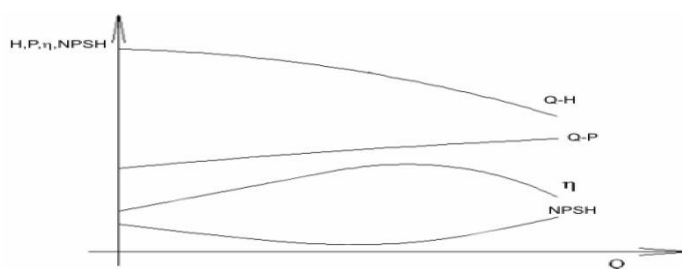


Obr. č. 18 – Základní parametry⁴³⁾

⁴³⁾ KRUPA, Filip. *Srovnání energetické náročnosti a technického stavu vodárenských čerpacích stanic* [online]. 2014 [cit. 2015-05-26]. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství obcí. Vedoucí práce doc. Ing. Ladislav Tuhovčák, Csc. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=90655

Základní charakteristiky čerpadla

- **Q-H** – Křivka znázorňující závislost dopravní výšky H na čerpaném množství Q.
- **Q-P** – Křivka znázorňující závislost příkonu čerpadla P na čerpaném množství Q.
- **η** – Křivka znázorňující závislost účinnosti čerpadla η na čerpaném množství Q.
- **NPSH** – Křivka znázorňující závislost sací schopnosti čerpacího systému na čerpaném množství Q.



Obr. č. 19 – Obecný průběh charakteristik hydrodynamického odstředivého radiálního čerpadla⁴⁴⁾

Rovnice Q-H křivky:

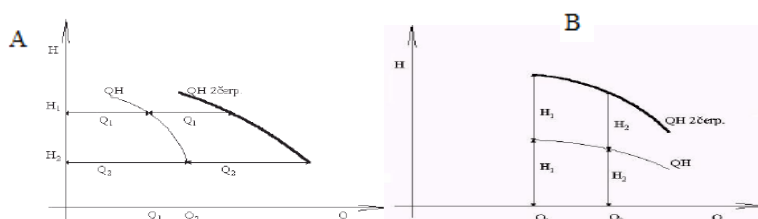
$$H = H_0 - \rho_0 * Q^2$$

kde H_0 ... závěrný bod čerpadla [m]

ρ_0 ... součinitel paraboly [-]

Q ... průtok [m^3/s]

Tyto charakteristiky určují čerpadlo. Na základě těchto charakteristik můžeme správně zvolit vhodné čerpadlo. Pokud budeme využívat více než jedno čerpadlo, můžeme ovlivnit pozici Q-H křivky zapojením čerpadel. Čerpadla se mohou zapojit sériově (za sebou), a tím posunout Q-H křivku výše, nebo můžeme zapojit čerpadla paralelně (vedle sebe), čímž dosáhneme posunutí Q-H křivky více doprava.



Obr. č. 20 – Sériové zapojení (A), paralelní zapojení (B)⁴⁵⁾

⁴⁴⁾ KRUPA, Filip. *Srovnání energetické náročnosti a technického stavu vodárenských čerpacích stanic* [online]. 2014 [cit. 2015-05-26]. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství obcí. Vedoucí práce doc. Ing. Ladislav Tuhovčák, Csc. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=90655

Základní charakteristika potrubí

$$h_z = K \cdot Q^2$$

kde K ... odporový součinitel potrubí

Q ... průtok

Tento vzorec vyjadřuje závislost tlakových ztrát v potrubí na průtoku.

Výpočet tlakových ztrát

na sání (h_s):

$$\text{třením: } h_{St} = \lambda \cdot l/d \cdot v^2/2g$$

$$\text{místní: } h_{Sm} = \xi \cdot v^2/2g$$

kde λ ... součinitel tření

l ... délka potrubí

d ... vnitřní průměr potrubí

v ... rychlost proudění vody v potrubí

g ... gravitační zrychlení

ξ ... součinitel místních ztrát

na výtlačku (h_v):

$$\text{třením: } h_{vt} = \lambda \cdot l/d \cdot v^2/2g$$

$$\text{místní: } h_{vm} = \xi \cdot v^2/2g$$

[-]

[m]

[m]

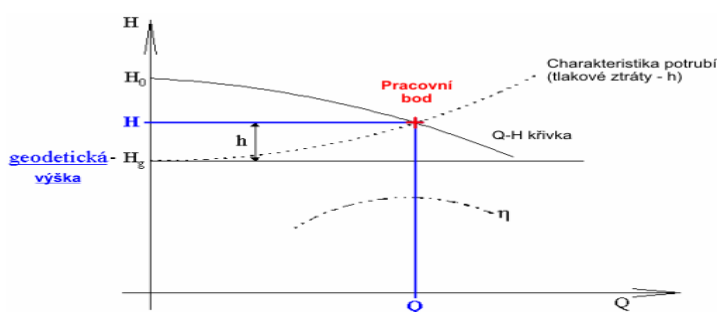
[-]

[m*s⁻²]

[-]

Pracovní bod čerpadla

Pro správný návrh čerpadla musíme znát charakteristiku čerpadla i potrubí. Pracovní bod je průsečík Q-H křivky čerpadla s charakteristikou potrubí. Tento bod by se měl nacházet v optimální oblasti křivky účinnosti čerpadla.



Obr. č. 21 – grafické řešení pracovního bodu⁴⁶⁾

⁴⁵⁾ KRUPA, Filip. *Srovnání energetické náročnosti a technického stavu vodárenských čerpacích stanic* [online]. 2014 [cit. 2015-05-26]. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství obcí. Vedoucí práce doc. Ing. Ladislav Tuhovčák, Csc. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=90655

Na obrázku vidíme grafické znázornění návrhu pracovního bodu. Pracovní bod se dá vyjádřit také pomocí numerického řešení, které vychází z výše uvedených vzorců pro Q-H křivku čerpadla a charakteristiku potrubí:

$$Q = \sqrt{\frac{H_0 - H_g}{K + \rho_0}}$$

$$H = \frac{H_0 \cdot K + H_g \cdot \rho_0}{K + \rho_0}$$

kde H_0 ... závěrný bod čerpadla [m]

H_g ... geodetická výška [m]

K ... odporový součinitel potrubí [-]

ρ_0 ... součinitel paraboly [-]

Orientační návrh čerpadla

Na základě výše uvedeného postupu vidíme, že přesný návrh čerpadla využívá velké množství koeficientů. Tento postup je nezbytný pro návrh velkých průmyslových čerpadel, které čerpají velké objemy vody do veřejných vodojemů a zásobují vodou obyvatelstvo. Pokud chceme navrhnout menší čerpadlo pro vlastní potřebu, můžeme si předchozí postup velice zjednodušit, návrh nebude tak přesný, ale pro účely rychlého a jednoduchého návrhu čerpadla pro menší objekt je ve většině případů dostačující.

K jednoduchému určení pracovního bodu potřebujeme určit požadované hodnoty Q (průtok) a H (dopravní výšky). Požadovaný průtok určujeme stále stejně, je závislý na počtu odběratelů a požadavků na odběr v konkrétním objektu. Hodnotu dopravní výšky si můžeme zjednodušeně vypočítat. Předpokládáme, že 1 m svislého potrubí odpovídá 1 m dopravní výšky a že 10 m potrubí odpovídá 1 m dopravní výšky. V případě šikmého potrubí připočítáme jeho výškový rozdíl k délce svislého potrubí. Jedná se tedy o součet geodetické výšky (H_g) a celkovou délku potrubí (l). K tomuto součtu musíme na závěr přičíst náš požadovaný přetlak, který má mít voda na konci výtlačného potrubí.

Převod jednotek: $1 \text{ bar} = 1 \text{ Atm.} = 0,1 \text{ MPa}$, pro rodinný dům se doporučuje hodnota 0,2 MPa

⁴⁶⁾ KRUPA, Filip. *Srovnání energetické náročnosti a technického stavu vodárenských čerpacích stanic* [online]. 2014 [cit. 2015-05-26]. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství obcí. Vedoucí práce doc. Ing. Ladislav Tuhovčák, Csc. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=90655

Toto zjednodušení můžeme uplatnit v případě, že máme stejnou dimenzi potrubí jak na sací, tak výtlačné části. Dalším předpokladem je, že na potrubí není umístěno velké množství regulačních a jiných armatur.

Jakmile máme orientačně určený pracovní bod, můžeme vybírat čerpadlo. Stránky výrobců již často obsahují zjednodušené formuláře, do kterých stačí zadat požadované hodnoty H a Q . Následně vám prodejce sám navrhne různá čerpadla, která splňují vámi zvolené požadavky.

4 VĚCNÁ A FINANČNÍ NÁROČNOST

V následující části autor práce prověří finanční náročnost navržených řešení. Aby bylo takové ocenění možné, musí ze začátku určit, o jaký typ objektu se jedná. Jelikož se jedná o objekt obklíčený cizím areálem, lze předpokládat, že se jedná o malou budovu nebo halu sloužící ke komerčním účelům a nikoliv k bydlení. Voda se v těchto objektech nepoužívá pro účely výroby. Zpravidla se jedná o sklady nebo o drobnou výrobu.

4.1 POČTY UŽIVATELŮ

Základní informací pro určení potřeby vody je počet uživatelů, kteří vodu odebírají. V našem případě předpokládáme malý počet uživatelů. Obecně lze říci, že čím větší plocha objektu, tím více uživatelů. Pro zjednodušení předpokládáme, že plochy do 1000 m² využívá do 5 zaměstnanců, plochy mezi 1000 – 5000 m² využívá 5 – 25 zaměstnanců a u objektů nad 5000 m² je potřeba více než 25 zaměstnanců. Může se stát, že v některých velkých budovách pracuje menší počet zaměstnanců a spotřeba vody se vztahuje na počet uživatelů a nikoliv podle velikosti budovy.

4.2 POTŘEBA VODY

V dnešní době není v ČR závazná norma pro výpočet spotřeby vody. Hodnoty specifické potřeby vody lze určit z přílohy č. 12 vyhlášky č. 428/2001 Sb. ve znění vyhlášky č. 120/2011 Sb. Tyto hodnoty nejsou pro odpovědný návrh potřeby dostačující, jelikož nevystihují nerovnoměrnosti při reálném odběru vody. Proto se stanovuje kromě průměrné potřeby vody také maximální hodinová a maximální denní potřeba vody. Zejména maximální hodinová hodnota je určující pro dimenzování vodovodní sítě.⁴⁷⁾

Průměrná potřeba vody:

$$Q_P = SPV * Z_O \quad [l.s^{-1}], [m^3.den^{-1}]$$

kde SPV ... specifická potřeba vody $[l.uživ^{-1}.den^{-1}]$

PU ... počet uživatelů $[uživ]$

Maximální denní potřeba vody:

$$Q_d = Q_p \cdot k_d \quad [l.s^{-1}], [m^3.den^{-1}]$$

kde k_d ... koeficient denní nerovnoměrnosti [-]

Maximální hodinová potřeba vody:

$$Q_h = Q_d \cdot k_h \quad [l.s^{-1}]$$

kde k_h ... koeficient hodinové nerovnoměrnosti [-]

Specifickou potřebu vody tedy budeme uvažovat podle výše uvedené vyhlášky. Tato spotřeba se pohybuje v rozmezí $50 - 120 l.obyv^{-1}.den^{-1}$. Koeficienty denní nerovnoměrnosti jsou vždy určeny dle specifikací konkrétního provozu. Můžeme říct, že se jeho horní hodnota blíží nejčastěji číslu 1,5. Koeficienty hodinové nerovnoměrnosti mají hodnotu přibližně v intervalu 1,8 – 2,1. Určování těchto koeficientů je v současnosti v ČR ponecháno na uvážení samotného projektanta. Předpokládá se, že je projektant obeznámen se specifikacemi konkrétního odběrného místa a je tedy schopen poměrně přesně určit tyto dva koeficienty.

Díky těmto jednoduchým vzorcům můžeme určit potřebu vody pro daný objekt. Budoucí studna musí splňovat požadavky nejen na průměrnou potřebu vody, ale musí být dostatečně vydatná i během nárazových odběrů, které reprezentuje maximální hodinová potřeba vody.

4.2.1 Potřeba vody pro drobnou výrobu

Nejvhodnějším způsobem určení specifické potřeby vody je využít přílohu č. 12 vyhlášky č. 428/2001 Sb. ve znění vyhlášky č. 120/2011 Sb. V této příloze najdeme směrná čísla roční potřeby vody v závislosti na druhu objektu. Tato příloha má základních jedenáct rozdělení, které se dále dělí na další specifické typy budov. V praxi je nejčastějším způsobem využití obklíčeného objektu ke skladování nebo drobné výrobě. V příloze č. 12 se nachází rozdělení, která obecně splňují tuto definici. Jedná se od část VII. a VIII, která určuje roční potřebu vody. Tato příloha předpokládá délku jednoho roku na 365 dní a délku jedné směny na 8 hodin.⁴⁸⁾

⁴⁷⁾ KUČERA, Tomáš a Dušan KADULA. Stanovení potřeby vody v případě malých spotřebišť. *Stanovení potřeby vody v případě malých spotřebišť - TZB-info* [online]. 2012 [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/vlastnosti-a-zdroje-vody/8156-stanoveni-potreby-vody-v-pripade-malych-spotrebist>

⁴⁸⁾ Vyhláška č. 428/2001 Sb. Ministerstva zemědělství, kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích)

VII. PROVOZOVNY

na jednoho pracovníka v jedné směně za rok

provozovny místního významu, kde se vody neužívá k výrobě

- | | | |
|-----|--|-------------------|
| 44. | WC, umyvadla a tekoucí teplá voda | 18 m ³ |
| 45. | WC, umyvadla a tekoucí teplá voda s možností sprchování | 26 m ³ |
| 46. | WC, umyvadla a tekoucí teplá voda s možností sprchování v provozovnách s nečistým provozem nebo potřebou vyšší hygieny | 30 m ³ |

holičství a kadeřnictví

*na jednoho pracovníka v jedné směně v průměru za rok
(zahrnuje i zákazníky)*

- | | | |
|-----|--|-------------------|
| 47. | v pánské a dámské provozovně WC, umyvadla s tekoucí teplou vodou | 50 m ³ |
|-----|--|-------------------|

samostatné prádelny (zakázkové)

- | | | |
|-----|---|------------------|
| 48. | na 1 q vypraného prádla (tzv. technická voda) | 1 m ³ |
| 49. | na jednoho zaměstnance v jedné směně podle položek č. 44, 45 a 46 | |

VIII. PRODEJNY

prodejny s čistým provozem, včetně obchodních domů, supermarketů

na jednoho pracovníka v jedné směně v průměru za rok

- | | | |
|-----|-----------------------------------|-------------------|
| 50. | WC, umyvadla a tekoucí teplá voda | 18 m ³ |
|-----|-----------------------------------|-------------------|

prodejna ryb, drůbeže a zvěřiny

na jednoho pracovníka v jedné směně v průměru za rok

- | | | |
|-----|---|-------------------|
| 51. | WC, umyvadla a tekoucí teplá voda | 20 m ³ |
| 52. | na 100 kg prodaných živých ryb (připočítává se k položce č. 51) | 34 m ³ |

na 100 kg živých ryb

- | | | |
|-----|--|------------------|
| 53. | prodej ryb v sádce na volném prostranství na 100 kg prodaných živých ryb | 6 m ³ |
|-----|--|------------------|

potravinářské výroby místního významu

(např. řeznictví, výroba uzenin, salátů, pečiva apod. (WC, umyvadla)

na jednoho pracovníka v jedné směně v průměru za rok

- | | | |
|-----|---|-------------------|
| 54. | WC, umyvadla a tekoucí teplá voda s možností sprchování | 26 m ³ |
|-----|---|-------------------|

Poznámka: spotřeba vody k výrobě se vypočte podle technologie výroby a vybavení prodejny.

Obr. č. 22 – úryvek z přílohy č. 12 vyhlášky č. 428/2001 Sb. ⁴⁹⁾

Z pohledu na úryvek z přílohy je nevhodnější uvažovat, že se v obklíčeném objektu nachází provozovna místního významu, kde se nevyužívá voda k výrobě. Dále předpokládáme, že pro zaměstnance nebude k dispozici možnost sprchování, ani se nejedná o

⁴⁹⁾ Vyhláška č. 428/2001 Sb. Ministerstva zemědělství, kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích)

provozovnu s nečistým provozem. Díky tomu můžeme uvažovat s hodnotou 18 m³ vody na jednoho pracovníka za rok. Tato hodnota je i pro prodejny s čistým provozem. Na základě tohoto údaje lehce zjistíme specifickou potřebu vody pro jednoho zaměstnance na směnu. A dále také maximální denní potřebu a maximální hodinovou potřebu vody. Koeficienty uvažujeme z horní hranice obvyklého rozsahu, jelikož se jedná o provozy s velice malým počtem uživatelů, a proto se předpokládají extrémní nárazové rozdíly ve spotřebě.

Průměrná potřeba vody na jednu směnu:

$$Q_p = SPV * ZO \quad [l.s^{-1}], [m^3.směna^{-1}]$$

Maximální denní potřeba vody na jednu směnu:

$$Q_d = Q_p * k_d \quad [l.s^{-1}], [m^3.směna^{-1}]$$

uvažujeme koeficient $k_d = 1,5$

Maximální hodinová potřeba vody na jednu směnu:

$$Q_h = Q_d * k_h \quad [l.s^{-1}]$$

uvažujeme koeficient $k_h = 2,1$

Tab. č. 5 – Q_p , Q_d a Q_h pro provozovnu místního významu s počtem zaměstnanců v rozmezí 0-25

Uživatelé [osoby]	Q_p [m ³ .směna ⁻¹]	Q_p [l.směna ⁻¹]	Q_p [l.s ⁻¹]	Q_d [l.s ⁻¹]	Q_d [l.směna ⁻¹]	Q_h [l.s ⁻¹]
1	0,0493	49,315	0,002	0,003	73,973	0,004
2	0,0986	98,630	0,003	0,005	147,945	0,007
3	0,1479	147,945	0,005	0,008	221,918	0,011
4	0,1973	197,260	0,007	0,010	295,890	0,014
5	0,2466	246,575	0,009	0,013	369,863	0,018
6	0,2959	295,890	0,010	0,015	443,836	0,022
7	0,3452	345,205	0,012	0,018	517,808	0,025
8	0,3945	394,521	0,014	0,021	591,781	0,029
9	0,4438	443,836	0,015	0,023	665,753	0,032
10	0,4932	493,151	0,017	0,026	739,726	0,036
11	0,5425	542,466	0,019	0,028	813,699	0,040
12	0,5918	591,781	0,021	0,031	887,671	0,043
13	0,6411	641,096	0,022	0,033	961,644	0,047
14	0,6904	690,411	0,024	0,036	1035,616	0,050
15	0,7397	739,726	0,026	0,039	1109,589	0,054
16	0,7890	789,041	0,027	0,041	1183,562	0,058
17	0,8384	838,356	0,029	0,044	1257,534	0,061
18	0,8877	887,671	0,031	0,046	1331,507	0,065
19	0,9370	936,986	0,033	0,049	1405,479	0,068
20	0,9863	986,301	0,034	0,051	1479,452	0,072
21	1,0356	1035,616	0,036	0,054	1553,425	0,076
22	1,0849	1084,932	0,038	0,057	1627,397	0,079
23	1,1342	1134,247	0,039	0,059	1701,370	0,083
24	1,1836	1183,562	0,041	0,062	1775,342	0,086
25	1,2329	1232,877	0,043	0,064	1849,315	0,090

4.2.2 Kapacity a možnosti zdrojů

Po provedení hydrodynamické zkoušky hydrogeologem, bude ověřena předpokládaná vydatnost studny. Hloubka studny bude závislá na hloubce zvodnělé vrstvy. Na hloubce studny bude také záviset typ provedené studny. Pro správnou funkčnost objektu musí hydrodynamická zkouška potvrdit, že navrhovaná studna má vydatnost dosahující minimálně naší požadované maximální hodinové spotřebě vody.

4.3 FINANČNÍ NÁROČNOST

Finanční náročnost navrhovaných zdrojů vody podle této práce je nejvíce ovlivněna hloubkou studny. Potřebná hloubka studny je dána hloubkou zvodnělé vrstvy v podloží. Nelze ji uměle zvýšit nebo rozšířit. Bez ohledu na hloubku studny musí investor počítat s náklady na vyhotovení projektu, dopravu techniky, využití nebo likvidaci vykopané horniny, provedení hydrodynamické zkoušky a vystrojení studny čerpadlem. Většina tuzemských firem nabízí kompletní servis i se zajištěním právních úkonů. Tyto ostatní náklady se pohybují v rádech tisíců až desetitisíců korun, jsou opět odvislé od specifikací konkrétního území. Jako příklad

finanční náročnosti ostatních úkonů uvádím nabídku firmy HS GEO na zhotovení vrtané studny pro rodinný dům v obci Jinačovice, okres Brno – venkov. Hned u první položky vidíme, že firmy často nabízí určité slevy a výhody. Firma si účtuje 1 500,- Kč bez DPH za provedení ohledání lokality za účelem vyhledání vody, ale v poznámce uvádí, že v případě zhotovení studny jejich firmou bude tato položka odečtena od finální částky. Následuje nacenění vypracovaného projektu a také je zde uvedena částka za dopravu techniky k vrtu. Další položka ukazuje nejdůležitější část nabídky a tou je cena za 1 metr vystrojeného vrtu. Této části se dále budu věnovat detailně. Následují položky za provedení hydrodynamických zkoušek, vyhotovení závěrečné zprávy a zajištění právního schválení u příslušných úřadů. Využijeme-li této nabídky s úplným rozbořem vody a delší hydrodynamickou zkouškou, dojdeme k částce 43 500,- Kč bez DPH bez samotného vyhloubení vrtu.

Pol. č.	Úkon	Počet jedn.	Cena/jedn.	CELKEM bez DPH [Kč]
1	Vyhledání vody, prostudování HG poměrů dané lokality (platba za vyhledání vody byla provedena) ¹⁾	1 ks	1 500,-	
2	Vypracování projektu na KÚ JMK, ohlášení na OBÚ a oznámení na obec ²⁾	1 ks	1 500,-	
3	Doprava vrtné techniky, materiálu a osob, příprava/likvidace pracoviště, montáž/demontáž vrtné soupravy	1 ks	1 000,-	
4	HG vrt, výstroj vrtu, obsyp vrtu, oddělení mělké zvodně, jílování ústí vrtu ³⁾	PVC Springline (PROFI) Ø 125/5,8 mm	... m	1 300,-
		PVC Springline (PROFI) Ø 140/6,5 mm	... m	1 500,-
		PVC Springline (PROFI) Ø 160/7,5 mm	... m	2 300,-
		PVC Springline (PROFI) Ø 200/7,5 (9,3 - 14,6) mm	... m	3 400,-
5	Hydrodynamická zkouška 6+2 (6 hodin ČZ a 2 hod SZ) ⁴⁾	1 ks	6 000,-	
	Hydrodynamická zkouška 3+1 (3 dny ČZ a 1den SZ) ⁴⁾	1 ks	15 000,-	
6	Odběr vzorku vody, provedení rozboru dle vyhlášky MZČR 252/2004 Sb., přeprava vzorku do laboratoře	krácený rozbor	1 ks	2 500,-
		úplný rozbor	1 ks	11 000,-
7	Vyhotovení závěrečné zprávy včetně HG vyjádření a projektu vrtané studny, sled a řízení prací	1 ks	7 500,-	
8	Zajištění územního a vodoprávního rozhodnutí, včetně kolaudačního souhlasu (neobsahuje správní poplatky úřadu)	1 ks	7 500,-	
Práce celkem bez DPH				
DPH 15 %				
Práce celkem včetně DPH				

- 1) v případě realizace vrtných prací, bude částka za vyhledání (pol. č. 1) odečtena od konečné ceny
2) pouze u vrtu hlubšího jak 30 m
3) odvrtná hornina zůstane u místa vrtu
4) objednatel umožní napojit na el. napětí 400/230 V: vrtnou soupravu, ponorné čerpadlo a obytný přívěs čerpací osádky. Úhradu za odběr el. energie bude hradit objednatel

Výše uvedené služby nemusí být prováděny všechny, záleží na vzájemné dohodě!!!

Obr. č. 23 – Nabídka na provedení vrtané studny firmou HS GEO⁵⁰⁾

⁵⁰⁾ HS geo, s.r.o. Nabídka na provedení hydrogeologického průzkumu (vrtané studny) na lokalitě Jinačovice, p.č 737/2, okres Brno – venkov. Brno, 2015.

Dalším výdajem, se kterým musí investor počítat, jsou náklady na způsob jímání vody ze studny. Opět záleží na způsobu, který si investor zvolí. Ceny dnešních čerpadel jsou velice různorodé, jsou odvislé od požadovaného výkonu a kvality. Samotné čerpadlo lze koupit pro malé objemy již od 2 200 Kč bez DPH, větší čerpadla s kompletní vodárenskou sestavou lze pořídit do 42 000 Kč bez DPH.

Investor musí dále počítat s náklady na vodovodní potrubí, které dopraví vodu ze studny do objektu. Tady je rozhodujícím údajem celková délka potrubí a jeho rozměry. Rozměry potrubí se vyrábí od 25 mm až po 630 mm. Cena potrubí se pohybuje (podle rozměrů) od 11,20 – 8160 Kč bez DPH za běžný metr.⁵¹⁾

Tyto další výdaje musí mít budoucí investor na paměti a nesmí je při kalkulacích zapomenout započítat do nákladů.

4.3.1 Finanční náročnost šachtové studny v závislosti na hloubce

Zjištění finanční náročnosti proběhlo pomocí porovnání nabídkových cen firem. Byly vybrány moravské firmy z různých krajů a jejich ceny byly zprůměrovány. Cena šachtové studny je ovlivněna jejím průměrem a způsobem zhotovení. Pro zhodnocení byly uvažovány studny o průměru 1 m. V následující tabulce jsou uvažovány podmínky technicky nenáročné, při náročných technických podmínkách může dojít k navýšení ceny až o 25 %. Veškeré ceny jsou uváděny bez DPH.

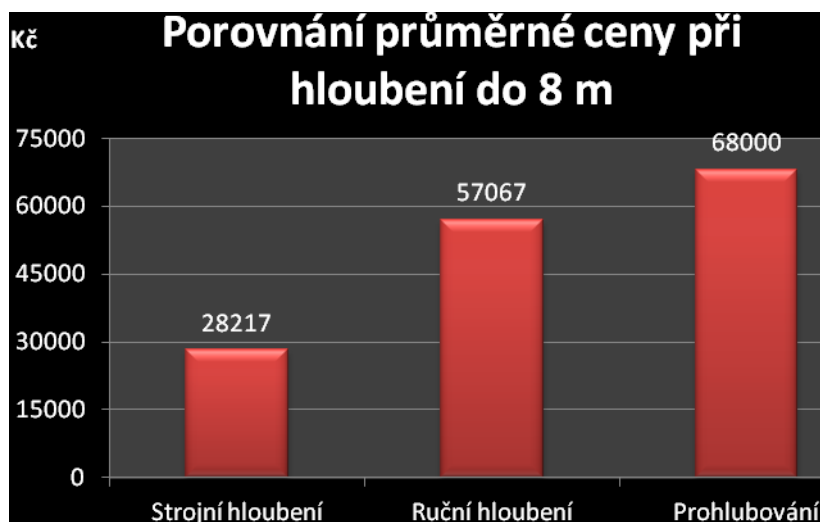
⁵¹⁾ GASCONTROL PLAST, A.S. *Základní ceník potrubí - voda PE 100*. Havířov, 2014. Dostupné také z: <http://www.gascontrolplast.cz/ceniky/vodovod.pdf>

Tab. č. 6 – Průměrná cena šachtových studní v závislosti na hloubce

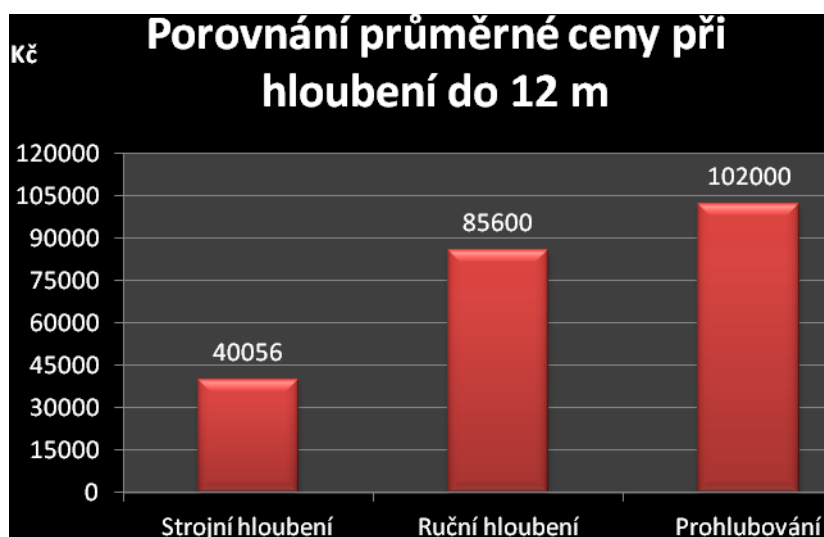
Hloubka [m]	Strojní hloubení [Kč]	Ruční hloubení [Kč]	Prohlubován stávající studny [Kč]
1	3 527	7 133	8 500
2	7 054	14 267	17 000
3	10 581	21 400	25 500
4	14 109	28 533	34 000
5	17 636	35 667	42 500
6	21 163	42 800	51 000
7	24 690	49 933	59 500
8	28 217	57 067	68 000
9	30 042	64 200	76 500
10	33 380	71 333	85 000
11	36 718	78 467	93 500
12	40 056	85 600	102 000
13	71 435	92 733	110 500
14	76 930	99 867	119 000
15	82 425	107 000	127 500
16	87 920	114 133	136 000
17	93 415	121 267	144 500
18	98 910	128 400	153 000
19	104 405	135 533	161 500
20	109 900	142 667	170 000
21		149 800	141 750
22		156 933	148 500
23		164 067	155 250
24		171 200	162 000
25		178 333	168 750
26		185 467	175 500
27		192 600	182 250
28		199 733	189 000
29		206 867	195 750
30		214 000	202 500

V uvedené tabulce vidíme zvýrazněné hloubky 8, 12 a 20 metrů. Do hloubky 8 m jsou všechny oslovené firmy schopny strojně hloubit studnu. Kopání do 12 m hloubky nabízí méně firem a kopání do hloubky 20 m nabízí velmi omezené množství firem. Žádná z oslovených firem nenabízí strojní hloubení studny nad 20 m. Dále vidíme z tabulky, že ruční kopání je jednoznačně dražší, ale teoreticky není omezeno hloubkou studny. Ruční způsob hloubení studny nabízí malé množství firem, tento způsob je v praxi na ústupu, ale stále má své opodstatnění. V některých lokalitách není dostatečný prostor pro příjezd techniky, takže neexistuje jiný způsob hloubení než ručním způsobem. Poslední sloupec ukazuje průměrnou cenu při prohlubování již stávající studny. Toto prohlubování se provádí ručně.

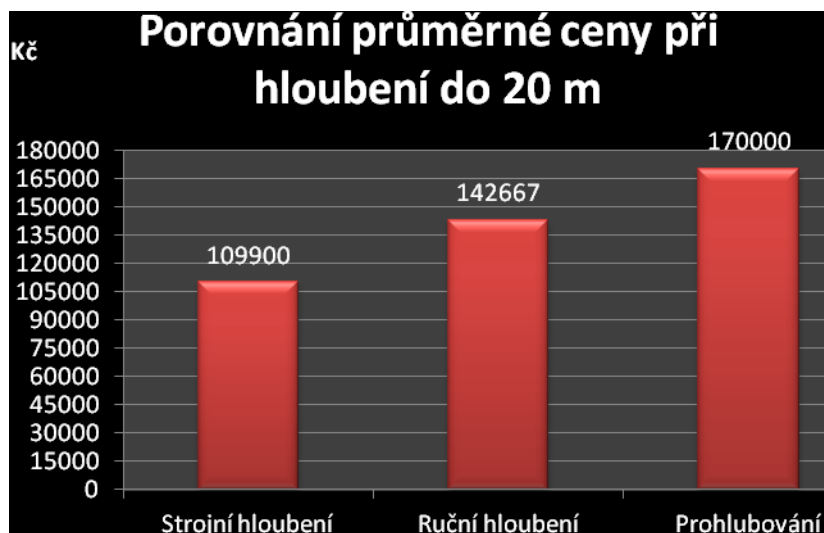
Grafické porovnání průměrné ceny šachtové studny



Obr. č. 24 – Graf porovnání průměrné ceny do 8 m



Obr. č. 25 – Graf porovnání průměrné ceny do 12 m



Obr. č. 26 – Graf porovnání průměrné ceny do 12 m

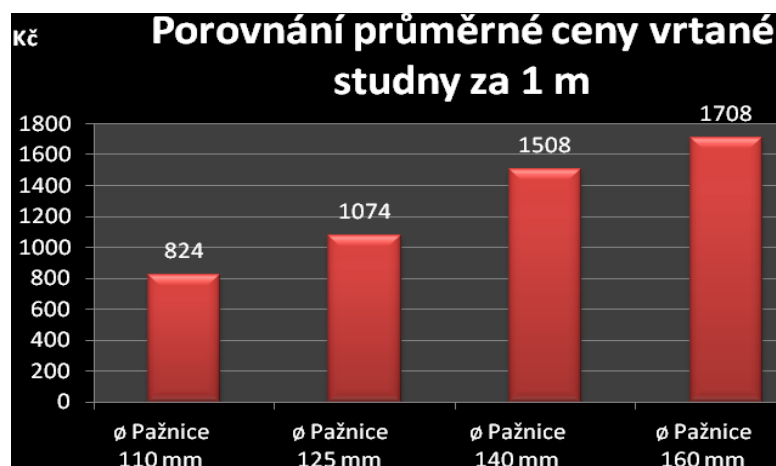
4.3.2 Finanční náročnost vrtané studny v závislosti na hloubce

K ceně vrtu musíme u vrtaných studní připočítat také cenu za manipulační šachtu. Cena manipulační šachty s usazením se pohybuje v rozmezí 5 900 Kč až 10 900 Kč bez DPH. Cenu dále ovlivňuje průměr vrtu a způsob vrtání. Způsob vrtání je ovlivněn podložím nacházejícím se v lokalitě. Předpokládají se podmínky technicky nenáročné. Firem nabízející zhotovení vrtané studny je mnohem větší množství než u studní šachtových. Opět byly vybrány moravské firmy z různých regionů a jejich ceny byly zprůměrovány. Při špatných podmínkách pro vrtání může dojít k navýšení ceny až o 25 %. Veškeré ceny jsou uváděny bez DPH.

Tab. č. 7 – Průměrná cena vrtaných studní v závislosti na hloubce a průměru pažnice

Hloubka [m]	∅ Pažnice 110 mm [Kč]	∅ Pažnice 125 mm [Kč]	∅ Pažnice 140 mm [Kč]	∅ Pažnice 160 mm [Kč]
1	824	1 074	1 508	1 708
2	1 648	2 149	3 016	3 415
3	2 472	3 223	4 524	5 123
4	3 296	4 298	6 031	6 831
5	4 120	5 372	7 539	8 538
10	8 240	10 744	15 079	17 077
15	12 360	16 117	22 618	25 615
20	16 480	21 489	30 157	34 154
25	20 600	26 861	37 696	42 692
30	24 720	32 233	45 236	51 231
35	28 840	37 606	52 775	59 769
40	32 960	42 978	60 314	68 308
45	37 080	48 350	67 854	76 846
50	41 200	53 722	75 393	85 385
55	45 320	59 094	82 932	93 923
60	49 440	64 467	90 471	102 462
65	53 560	69 839	98 011	111 000
70	57 680	75 211	105 550	119 538
75	61 800	80 583	113 089	128 077
80	65 920	85 956	120 629	136 615
85	70 040	91 328	128 168	145 154
90	74 160	96 700	135 707	153 692
95	78 280	102 072	143 246	162 231
100	82 400	107 444	150 786	170 769

Grafické porovnání průměrné ceny vrtané studny podle průměru pažnice



Obr. č. 27 – Graf porovnání průměrné ceny za 1 m

4.3.3 Příklad finanční náročnosti zhotovení studny dle druhu a hloubky

Pro závěrečný příklad finanční náročnosti zhotovení studny byla vybrána výše uvedená cenová nabídka firmy HS GEO. Každá firma přistupuje individuálně při jednotlivém stanovení ceny. Stanovení ceny je ovlivněno konkurenčním bojem a zejména druhem horninového prostředí. Ve skalním horninovém prostředí se využívá jiné techniky hloubení než v nesoudržném horninovém prostředí. Z tohoto důvodu závěrečné shrnutí opět předpokládá podmínky technicky nenáročné. Cenový nárůst může být při náročných podmínkách až 25 % na zhotovení 1 m hloubky studny. Pro vrtanou studnu byl uvažovaný průměr pažnice 125 mm, jelikož se jedná o nejvíce využívaný rozměr. Pro šachtovou studnu byl uvažován průměr 1 m. Dále je kalkulováno se standardní hydrodynamickou zkouškou trávající 8 hodin a kráceným rozborem vody. Veškeré ceny jsou uvedeny bez DPH.

Tab. č. 8 – Celková průměrná cena vrtaných a šachtových studní

Šachtová studna					
<i>Cena jednotlivých položek</i>				<i>Celková cena</i>	
Hloubka [m]	Strojně hloubená [Kč]	Ručně hloubená [Kč]	Nutné náležitosti [Kč]	Strojně kopaná [Kč]	Ručně kopaná [Kč]
5	17 636	35 667	26 000	43 636	61 667
10	33 380	71 333		59 380	97 333
15	82 425	107 000		108 425	133 000
20	109 900	142 667		135 900	168 667
25	-	168 750		-	194 750
30	-	202 500		-	228 500
Vrtaná studna					
<i>Cena jednotlivých položek</i>					<i>Celková cena</i>
Hloubka [m]	∅ Pažnice 125 mm [Kč]	Nutné náležitosti [Kč]	Průměrná cena manipulační šachty [Kč]	Vypracování projektu pro studny nad 30 m [Kč]	Celková cena [Kč]
5	5 372	26 000	8 400	-	39 772
10	10 744			-	45 144
15	16 117			-	50 517
20	21 489			-	55 889
25	26 861			-	61 261
30	32 233			-	66 633
35	37 606			1 500	73 506
40	42 978				78 878
45	48 350				84 250
50	53 722				89 622
55	59 094				94 994
60	64 467				100 367

Do nutných náležitostí patří:

- Vyhledání vody, prostudování hydrogeologických poměrů dané lokality
- Doprava techniky, materiálu a osob na lokalitu, příprava/likvidace pracoviště
- Hydrodynamická zkouška o délce 8 hodin
- Odběr vzorku vody s následným provedením kráceného rozboru dle vyhlášky MZČR č. 252/2004 Sb., přeprava vzorku do laboratoře
- Vyhotovení závěrečné zprávy nebo projektové dokumentace
- Zajištění územního, stavebního a vodoprávního rozhodnutí, včetně kolaudačního souhlasu

Časová náročnost všech výše uvedených činností se pohybuje v týdnech až měsících v případě bezproblémového řešení těchto situací. Pokud vzniknou problémy, například se sousedem, může se celková výstavba studny výrazně protáhnout.

5 ZÁVĚR

Cílem práce bylo zmapování možností náhradních zdrojů vody pro obklíčený areál. Proto bylo nutno v začátku práce vysvětlit pojmy a problémy související s podzemní vodou. Jelikož tato práce není určená pro hydrogeology nebo pro odborníky z oboru vodárenství, bylo potřeba základní pojmy vysvětlit obecně. Nyní i laická veřejnost po přečtení první části této práce bude mít obecný přehled o problematice spojené s návrhem studní, potažmo jiného způsobu jímání podzemní vody. Cílem je, aby každý potenciální zájemce o vybudování studny byl schopen se správně rozhodnout a postupovat správně při přípravě a následném návrhu budoucí studny. V práci jsou vysvětleny výhody a nevýhody různých způsobů jímání vody. Stejně tak jsou zde popsány i technické části studny, legislativní problematika a způsoby návrhu studní. Zmíněna je také problematika návrhu čerpadla.

Druhá část práce vysvětluje věcnou a finanční náročnost. Jelikož není pro tento konkrétní problém stanoven v současné době žádný závazný předpis, předložil zde autor možný jednoduchý způsob určení potřeby vody, vycházející ze způsobu návrhu veřejných vodovodních soustav. Tento způsob byl upraven pro potřeby tohoto konkrétního případu. Následně je provedeno porovnání cenových nabídek na zhotovení studny. Tyto nabídky byly rozděleny do základních kategorií a zprůměrovány. Díky tomu získá zájemce konkrétní představu o finanční náročnosti tohoto způsobu náhrady vody.

Práce si nečiní nárok na úplný výčet všech situací, které mohou při řešení náhradního zdroje vody nastat. K nim například patří problémy se sousedy, výrazně nevhodné geologické podmínky či kontaminace zeminy areálu.

Výsledkem této práce je relativně rychlá možnost zjištění finanční náročnosti vybudování studny v areálu. Tato hodnota se dále může využít například při stanovení hodnoty objektu.

POUŽITÁ LITERATURA

Knižní publikace

- (15),(17),(18) HLAVÍNEK, Petr a Jaromír ŘÍHA. *Jakost vody v povodí* [online]. Vyd. 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2005, 209 s. [cit. 2015-05-26]. ISBN 80-214-2815-5.
- (4),(7),(11) KOŽÍŠEK, František. *Studna jako zdroj pitné vody: příručka pro uživatele domovních a veřejných studní*. 2. vyd. Praha: Státní zdravotní ústav, 2003, 36 s. ISBN 80-707-1224-4.
- (8) ŽABIČKA, Zdeněk. *Vodovod a kanalizace. 2., aktualiz. vyd.* Brno: ERA, 2004, viii, 118 s. Stavíme. ISBN 80-865-1767-5.

Vysokoškolské kvalifikační práce

- (43),(44),(45),(46) KRUPA, Filip. *Srovnání energetické náročnosti a technického stavu vodárenských čerpacích stanic* [online]. 2014 [cit. 2015-05-26]. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství obcí. Vedoucí práce doc. Ing. Ladislav Tuhovčák, Csc. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=90655
- (13) PIVRNCOVÁ, Pavlína. *Studna ve světle platné právní úpravy* [online]. 2014 [cit. 2015-05-26]. Bakalářská práce. Masarykova univerzita, Právnická fakulta. Vedoucí práce Ilona Jančářová. Dostupné z: http://is.muni.cz/th/402825/pravf_b/.

Právní předpisy

- (2) Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), ve znění pozdějších předpisů
- (10) Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů
- (48),(49) Vyhláška č. 428/2001 Sb. Ministerstva zemědělství, kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích)
- (19),(20) Vyhláška č. 252/2004 Sb. kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody, ve znění pozdějších předpisů

(1),(6),(23),(24),(25),(26),(27),(28),(30),(31),(32),(34),(35),(36) ČSN 75 5115. Jímání podzemní vody. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010, 30 s.

Elektronické prameny

(39),(40),(41),(42) Čerpadla: když si nevíte rady. Elektromotory, čerpadla, ventilátory - KARS [online]. 2013 [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: <http://www.kars-brno.cz/rady-a-tipy/cerpadla-kdyz-si-nevite-rady/>

(16) DROZD, Zdeněk. Víte proč .. mikrovlnka ohřívá? Matematicko-fyzikální fakulta [online]. 2013 [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: http://www.mff.cuni.cz/verejnost/zpravicky/04_mikrovlnka.htm

(12) CHMELOVÁ, Renata. Podpovrchová voda. Olomouc. Dostupné také z: http://geography.upol.cz/soubory/lide/chmelova/KGG_HYDR_5.ppt

(33) Jaká má být hloubka studny .. ? ČÍŽEK, Petr. Studny info - odborný informační portál pro studny, vrty, podzemní vodu a tepelné systémy země voda a voda voda [online]. 2014 [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: http://studny.info/informacni_centrum/hloubka_a_konstrukce.htm#hloubka

(47) KUČERA, Tomáš a Dušan KADULA. Stanovení potřeby vody v případě malých spotřebišť. Stanovení potřeby vody v případě malých spotřebišť - TZB-info [online]. 2012 [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/vlastnosti-a-zdroje-vody/8156-stanoveni-potreby-vody-v-pripade-malych-spotrebist>

(37) Lehké diagonální čerpadlo 250-BQV Sigma. Georgia, čerpadla Olomouc [online]. 2015 [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: <http://www.georgia.cz/250-bqv-sigma>

(38) POVRCHOVÉ ČERPADO C. Www.ama-zahrada.cz [online]. 2012 [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: <http://www.ama-zahrada.cz/povrchove-cerpadlo-c-879.html>

(9) ŠMEJKAL, František. Vrtané studny [online]. [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: <http://www.vrtane-studny-smejkal.cz/index.php?p=studny>

(3) ŠPINKOVÁ, Monika. Čištění kopaných studní [online]. [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: <http://www.cistenistudne.cz/index.htm>

- (21) Umístění a návrh studny. Umístění a návrh studny - StudnaNaKlic.cz [online]. 2009 [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: <http://www.studnanaklic.cz/page/1295.umisteni-a-navrh-studny/>
- (22) Vrtané studny. HS geo - vrty, studny, hydrogeologie [online]. 2013 [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: <http://www.hsgeo.cz/vrtane-studny/3.html>
- (29) Vrtná technika. Průzkumné vrty | Chemcomex [online]. 2009 [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: <http://www.pruzkumnevrtty.cz/vrtna-technika.php>
- (5) Wikipedie: Otevřená encyklopedie: Studna [online]. [cit. 26. 05. 2015]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Studna&oldid=12572661>
- (14) Zdroje pitné vody. Region [online]. [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: <http://ucebnice3.enviregion.cz/voda/pitna-voda/zdroje-pitne-vody/o4>

Nepublikované dokumenty

- (51) GASCONTROL PLAST, A.S. Základní ceník potrubí - voda PE 100. Havířov, 2014. Dostupné také z: <http://www.gascontrolplast.cz/ceniky/vodovod.pdf>
- (50) HS geo, s.r.o. Nabídka na provedení hydrogeologického průzkumu (vrtané studny) na lokalitě Jinačovice,p.č 737/2, okres Brno – venkov. Brno, 2015.