

Studny

158

profi
& hobby

ZDENĚK ZELINKA

Kopané a vrtané studny
bez sporů se sousedy
a škodlivých látek ve vodě

Studny

Zdeněk Zelinka

Upozornění pro čtenáře a uživatele této knihy

Všechna práva vyhrazena. Žádná část této tištěné či elektronické knihy nesmí být reprodukována a šířena v papírové, elektronické či jiné podobě bez předchozího písemného souhlasu nakladatele. Neoprávněné užití této knihy bude **restně stíháno**.

RNDr. Zdeněk Zelinka

Studny

Vydala Grada Publishing, a.s.
U Průhonu 22, Praha 7
obchod@grada.cz, www.grada.cz
tel.: +420 234 264 401, fax: +420 234 264 400
jako svou 5058. publikaci

Odpovědná redaktorka Věra Slavíková
Sazba Vladimír Velička
Fotografie na obálce – fotobanka Allphoto
Fotografie a ilustrace v knize – archiv autora (1, 7, 8, 15, 16, 17, 20, 23, 27),
Ge-tra s.r.o. (12, 22), Poži, s.r.o. (6), TWC s.r.o. (21), SIGMA PUMPY HRANICE,
s.r.o. (24, 25), VODNÍ ZDROJE, a.s. (2, 3, 4, 5, 9, 10, 11, 13, 14, 18, 19, 26)

Počet stran 112
První vydání, Praha 2013
Vytiskla Tiskárna PROTISK, s.r.o., České Budějovice

© Grada Publishing, a.s., 2013
Cover Design © Grada Publishing, a.s., 2013

Názvy produktů, firem apod. použité v knize mohou být ochrannými známkami nebo registrovanými ochrannými známkami příslušných vlastníků.

Tiráž tištěné publikace: ISBN 978-80-247-4482-7 (tištěná verze)

ELEKTRONICKÉ PUBLIKACE:

ISBN 978-80-247-8264-5 (elektronická verze ve formátu PDF)
ISBN 978-80-247-8267-6 (elektronická verze ve formátu EPUB)

Obsah

Úvod	7
1 Co je podzemní voda.....	8
1.1 Voda průlinová	9
1.2 Voda průlinovo-puklinová	10
1.3 Voda puklinová.....	12
1.4 Prameny	14
2 Způsoby jímání podzemní vody	17
2.1 Studny vrtané	17
2.2 Studny kopané	22
2.3 Horizontální jímadla	24
2.4 Jímání pramenů	25
2.5 ČSN 75 5115 „Jímání podzemní vody“	27
3 Jakost podzemní vody	29
3.1 Pitná voda není H ₂ O.....	29
3.1.1 Které nevyhovující parametry jakosti vody nás příliš neohrožují.....	33
3.1.2 Které parametry jakosti vody je vhodné upravovat	34
3.1.3 Které parametry jakosti vody nás mohou ohrozit.....	34
4 Budujeme studnu	39
4.1 Kolik vody budeme potřebovat	39
4.1.1 Příklady výpočtu potřeby vody.....	41
4.2 Kam si dáme studnu.....	41
4.3 Jakou studnu zvolit.....	44
4.4 Jak postupovat před hloubením studny a během něj.....	46
4.5 Studna jako průzkumné dílo (geologický průzkum)	47
4.6 Studna jako vodní dílo (stavba).....	49
4.7 Ověření vydatnosti.....	52
4.8 Ověření jakosti podzemní vody	53
4.9 Vyhodnocení vybudování studny	54

4.10 Jak vodu jímat pro své potřeby	56
4.10.1 Nezámrzná šachtice a podzemní přípojka	56
4.10.2 Zapuštění ponorného čerpadla.....	56
4.10.3 Umístění ponorného čerpadla do profilu vrtu	58
4.10.4 Ochrana ponorného čerpadla	58
4.10.5 Výběr ponorného čerpadla	59
4.10.6 Základní zásady pro výběr ponorného čerpadla.....	59
5 Ochrana podzemní vody	62
5.1 Čištění a dezinfekce vodního zdroje (studny)	62
5.2 Pravidelná kontrola jakosti vody.....	63
5.3 Úpravny vody.....	66
6 Legislativa	67
6.1 Projekty studní.....	67
6.1.1 Stavební předpisy	67
6.1.2 Báňské předpisy.....	68
6.1.3 Geologické předpisy	68
6.1.4 Vodohospodářské předpisy	68
6.2 Stavební povolení a vodoprávní řízení	70
6.3 Vodoprávní úřad jako speciální stavební úřad.....	72
6.3.1 Obecní úřady	72
6.3.2 Pověřené obecní úřady	72
6.3.3 Obecní úřady s rozšířenou působností	73
6.3.4 Krajské úřady	73
6.3.5 Ústřední vodoprávní orgány	74
6.4 § 18 Vyjádření	74
6.5 Příloha č. 2 vyhlášky č. 432/2001 Sb.....	75
6.6 Příloha č. 9 vyhlášky č. 432/2001 Sb.....	79
7 Na co se lidé nejčastěji ptají.....	86
8 Slovo závěrem	96
9 Slovníček odborných výrazů.....	97
Slovo o autorovi	101
Použitá literatura.....	102
Rejstřík	104

Úvod

Voda je život, nikdy na to nezapomínejme!

Ano, voda je nejdůležitější ze všech chemických sloučenin na Zemi. V současnosti s každým rokem roste její cena a také nezastupitelnost. Voda je základem všeho organického života. Přestože je nejrozšířenější látkou na Zemi, je kvalitní voda nejžádanější kapalinou v současných podmínkách rozvoje společnosti na celém světě a má mimořádný hospodářský význam. Píše se rok 2012 a člověk přemýšlí o vodě, její kvalitě i kvantitě, její schopnosti ničit i zachraňovat. Snad není na světě člověka, který by nevěděl, jaký význam má pro život voda pitná. Je ale třeba mít stále na paměti, že z celkového množství vody na Zemi jsou jen asi 3 % vody sladké a pouze polovina z nich je využitelná, ať upravená, nebo neupravená, jako voda pitná.

Podzemní voda je pro své přirozené vlastnosti důležitá především pro zásobení obyvatelstva pitnou vodou, protože bývá výrazně kvalitnější než voda povrchová. Širší využívání podzemní vody má historické základy již v období rozvoje řecké a římské kultury. Zejména Řekové si čistých vod velmi vážili, i v dnešní době velmi váží, a přisuzovali a někde i dnes přisuzují podzemní vodě léčivou moc. Pramenní jímky považovali a považují za chráněná, uctívaná až posvátná místa.

Směrnice rady 98/83 ES o jakosti vody určené pro lidskou spotřebu stanoví hygienické limity mikrobiologických, biologických, fyzikálních, chemických a organoleptických ukazatelů jakosti pitné vody, která je dodávána spotřebitelům vodovodem. Pokud je tedy člověk napojen na veřejný vodovod, je dodavatel (výrobce) vody povinen zajistit vodovodem dodávku pitné vody, která svou jakostí musí splňovat předepsané hygienické limity. Stále více spotřebitelů se však snaží pro své potřeby dodávku pitné vody zajistit z vlastního zdroje (nejvíce z vlastní studny, ať již kopané, nebo vrtané). Ale jak si vodu z vlastního zdroje zajistit a bude skutečně pitná? Všechny důležité odpovědi (a není jich málo) na tuto otázku se dozvíte z této knížky.

Úvodem je však nutné říci, že prvním nutným předpokladem pro zásobení obyvatel a drobných spotřebitelů (zásobování rodinných domů, chalup, chat atp.) podzemní vodou je zajištění vodního zdroje trvalé a dostačující vydatnosti a vhodné kvality. Jímání podzemní vody a pramenů musí být vždy technicky účelné, bezpečné, hospodárné a hygienicky nezávadné. Tohoto účelu se dosáhne vhodnou volbou jímadla (studny) a jeho plným přizpůsobením (především jeho jímací části) hydrogeologickým, hydrologickým a hydrochemickým poměrům.

Co je podzemní voda

Představy veřejnosti o tom, co je vlastně podzemní voda, jsou velmi zkreslené. Ve veřejných médiích (tisk, televize) prakticky stále slyšíme termín spodní voda, což je termín naprosto nesprávný. Rovněž představy a zvěsti o obrovských podzemních jezerech je nutné brát se značnou rezervou, zejména na území České republiky. Taková jezera (ale ne obrovská) existují pouze v krasových oblastech v krápníkových jeskyních. Proto bychom měli před tím, než budeme budovat vlastní studnu, znát něco více o podzemní vodě a jejím výskytu.

Podzemní voda se shromažďuje pod povrchem v pórech, puklinách a dalších dutinách hornin. Je doplňována vsakováním srážkových vod, proto její kvalita závisí na výskytu znečišťujících látek na povrchu terénu (komposty, hnojiště, splašky, umělá hnojiva, ropné látky, skládky odpadů atp.), které se spolu se srážkovými vodami vsakují do podzemní vody. Horninové prostředí má velkou samočisticí schopnost, proto bývá podzemní voda výrazně kvalitnější než voda povrchová. Je tedy vhodnější jímat podzemní vodu pro pitné účely spíše z větší hloubky, aby ovlivnění z povrchu bylo co nejmenší.

Využívání vlastního kvalitního zdroje podzemní vody pro pitné účely má několik výhod:

- podzemní voda bývá více mineralizována než většina vody z dálkových vodovodů, které využívají především zdroje povrchových vod; taková voda je zdravější, obsahuje řadu tělu potřebných látek;
- vlastní voda nemusí obsahovat chlór jako voda z vodovodu, který v některých případech může způsobovat zdravotní problémy;
- vzhledem k dnešním (stále stoupajícím) cenám vody se vám vlastní zdroj za několik let zaplatí, zvláště pokud máte velkou spotřebu (děti, zalévání, hospodářské zvířectvo, bazén apod.).

Podzemní vodu rozlišujeme podle horninového prostředí, ve kterém se vyskytuje, resp. proudí. Každý „typ“ podzemní vody má své výhody a nevýhody pro jímání.

1.1 Voda průlinová

Průlinová podzemní voda je voda, která pod zemí proudí v průlinách nesoudržných nezpevněných hornin (písčito-štěrkové zeminy), omezeně i v průlinách soudržných nezpevněných hornin (jílovito-hlinité zeminy).

Nesoudržné nezpevněné horniny, zejména štěrkopíský, šterky, ale i eluvia (zvětralinový plášť krystalických hornin – např. žuly), mají velice vysokou průlinovou propustnost, a pokud mají stálou dotaci vodou, pak zde vyhloubené jímací objekty (studny) mají stálou a velkou vydatnost. Stálou dotací vodou se rozumí například u štěrko-písčitých teras a údolních niv velkých řek (u nás zejména Morava, Labe a místy i Vltava) přímá hydraulická spojitost podzemní vody s povrchovou vodou v řece. Podzemní voda bývá v těchto oblastech obvykle velmi těsně pod povrchem (řádově pouze v několika metrech), proto zde hovoříme o mělké podzemní vodě. Jímací objekty (studny) na jímání této podzemní vody bývají hluboké převážně v rozmezí 5–12 m, pouze výjimečně bývají hlubší.

Soudržné nezpevněné horniny (hlinito-jílovité zeminy, jílovité zeminy, zvětralinové pláště území budovaných metamorfovanými horninami – ruly atp.) mají sice také průlinovou propustnost, ale silně omezenou, což je dáno charakterem hornin. Vydatnosti jímacích objektů (studní) zde bývají nízké až velmi nízké.



Obr. 1 Jímací území Káraný – mělké kvartérní studny



Obr. 2 Vrtání v nepevných horninách

Výhody území s mělkou podzemní (průlinovou) vodou pro její jímání

- ▶ Vysoká vydatnost studní.
- ▶ Malá hloubka studní – tudíž nižší finanční náklady při jejím budování.
- ▶ Malá pravděpodobnost ovlivnění vydatnosti okolních studní při malém odběru vody.

Nevýhody území s mělkou podzemní (průlinovou) vodou pro její jímání

- ▶ Horší jakost vody.
- ▶ Náchylnost vody ke znečištění při jakýchkoli negativních zásazích v okolí studní.
- ▶ Při špatném provedení vrtaných studní a špatném režimu jímání vody z nich jejich rychlé zanášení drobným horninovým materiálem.

Mělká průlinová podzemní voda je ve velkém využívána pro zásobování některých měst a okresů. Vesměs jde o jímací území vybudovaná v kvartérních štěrko-písčítých sedimentech teras a údolních niv větších povrchových toků, např. jímací území Káraný (voda pro Prahu), jímací území Tři Dvory (voda pro Kolín), jímací území Rohatec a Mikulčice (voda pro Hodonín) atp. Na *obrázku 1* jsou mělké vrtané studny v kvartérních (štěrko-písčítých) sedimentech v jímacím území Káraný vybudované v minulém století odkud je Praha zásobována podzemní vodou, a na *obrázku 2* je technologie vrtání studní v nesoudržných horninách na „průlinovou“ vodu.

1.2 Voda průlinovo-puklinová

Jak již sám termín napovídá, tato podzemní voda pod povrchem proudí jak v průlinách, tak po puklinách. Tento typ podzemní vody se vyskytuje zejména v křídových porézních pískovcích, tedy v pevných porézních horninách.

Podzemní vodu tohoto typu najdeme prakticky v celém území české křídly (území budované druhohorními sedimenty křídového stáří), zejména v území svrchní křídly v povodí toku Jizery, v severních Čechách, v okolí Dvora Králové nad Labem,

ve východních Čechách (např. Polická pánev, Broumovsko atd.), ale i v území permokarbonských hornin (např. Rakovnícko).

Horninové komplexy křídových sedimentů (pískovců) vytvářejí na našem území nejvýznamnější hydrogeologické struktury s velikými zásobami podzemní vody té nejvyšší jakosti. V těchto oblastech jsou také vybudována nejvýznamnější jímací území v České republice pro zásobování obyvatelstva podzemní vodou, např. oblast okolo České Lípy.

V těchto územích se hladina podzemní vody pohybuje řádově až v několika desítkách metrů pod terénem. Dále je v některých z těchto území místy z důvodů přítomnosti nadložních nepropustných sedimentů nad horninami s průlinovo-puklinovou propustností hladina podzemní vody napjatá (tzn., že je „pod tlakem“), a právě zde nacházíme ony známé artéské studny, ze kterých někdy vytéká artéská podzemní voda samovolně pod tlakem na povrch.

Vysoká jakost této podzemní vody je dána zejména tím, že proudí ve velkých hloubkách a velmi pomalu na velké vzdálenosti horninovým prostředím, kdy dochází k jejímu dokonalému vyčištění a zároveň voda získává potřebné minerály člověku prospěšné. V dnešní době, kdy dokážeme určit stáří podzemní vody, bylo stanoveno např. stáří podzemní vody v pískovcích severních Čech až na 6 000 let.



Obř. 3 Vrtání hluboké studny v zahradě zámku Lány

Výhody území s průlinovo-puklinovou vodou pro její jímání

- ▶ Vysoká vydatnost studní.
- ▶ Vysoká jakost vody.
- ▶ Malá, takřka nulová náchylnost podzemní vody k nežádoucí kontaminaci z povrchu.

Nevýhody území s průlinovo-puklinovou vodou pro její jímání

- ▶ Veliká hloubka studní, tedy značné finanční náklady na jejich provedení.
- ▶ Vzhledem k tomu, že území s touto podzemní vodou jsou vesměs intenzivně využívána k velkým odběrům pro hromadné zásobování obyvatelstva, bývá vodoprávní řízení při kolaudaci studny a pro schválení odběru podzemní vody pro maloodběratele velmi dlouhé a náročné.

Na *obrázku 3* je technologie vrtání studní na „průlinovo-puklinovou vodu“ – rakovnická pánev – zahrada zámku Lány.

1.3 Voda puklinová

Jestliže podzemní voda průlinová proudí pod zemí výhradně v průlinách, pak podzemní voda puklinová „proudí“ výhradně jen po puklinách zpevněných hornin. Jaké množství podzemní vody obíhá (jak odborně říkáme) po puklinách, závisí na mnoha faktorech. Zejména na intenzitě a velikosti rozpukání pevných hornin, na charakteru puklin, tzn., zda jsou otevřené, uzavřené nebo utěsněné jiným horninovým materiálem atp. Významným faktorem také bývá to, zda je hluboký puklinový kolektor propojen s nadložním mělkým průlinovým kolektorem a má tak zajištěnu dobrou dotaci vodou z mělkého nadložního průlinového kolektoru.

Z výše uvedených důvodů jsou vydatnosti jímacích objektů (studní) vyhloubených v těchto horninách velice rozdílné a pohybují se od tisícín litrů za vteřinu až po jednotky litrů za vteřinu.

Puklinová podzemní voda se nachází ve všech pevných neporézních horninách, zejména v území žulových masívů, např. v okolí Říčan, Sedlčan, Benešova, v Jizerských horách, dále v území metamorfovaných hornin (území budovaná rulami, svory atp.), např. v Krušnohoří, ale i v území české křídly, která jsou budována slínovci, jílovci atp. Horniny v těchto územích tvoří již zmiňovaný nepropustný nadložní strop horninám s průlinovo-puklinovou propustností.

Ze zkušeností je známo, že nejlepší podmínky pro oběh podzemní vody po puklinách jsou v žulových oblastech, kde pukliny bývají otevřené a nejsou dru-

hotně utěsněny zvětralinovým materiálem, jelikož ten zde má ryze písčité charakter. Horší podmínky jsou v území slínovců a podobných křídových sedimentů, i když i zde nacházíme studny se značnou vydatností. Nejméně příznivé podmínky jsou v územích budovaných metamorfovanými horninami (ruly, svory atp.). Ty totiž mívají pukliny sepnuté a navíc druhotně utěsněné zvětralinovým materiálem, který má převážně jílovitý charakter.

Výhody území s puklinovou vodou pro její jímání

- ▶ Relativně nízké náklady na vybudování studny.
- ▶ Dobrá jakost vody v území krystalických hornin.

Nevýhody území s puklinovou vodou pro jímání

- ▶ Značně rozdílná vydatnost jednotlivých jímacích objektů (studní).
- ▶ Množství podzemní vody je téměř výhradně vázáno na dotaci z atmosférických srážek.
- ▶ Náchylnost vody ke znečištění při jakýchkoli negativních zásazích v okolí studní.
- ▶ V území budovaných pevnými neporézními sedimenty křída (slínovce atp.) přirozená špatná jakost vody (někdy až nepoužitelná a neupravitelná pro pitné účely).

Na *obrázcích 4 až 6* je technologie vrtání studní v tvrdých horninách na „puklinovou vodu“.



Obr. 4 Vrtání v pevných horninách



Obr. 5 Rotačně-příklepové vrtání v pevných horninách



Obr. 6 Jádrové vrtání v pevných horninách

1.4 Prameny

Prameny asi zná každý. Jde o přirozené vývěry podzemní vody a najdeme je takřka všude. Vydatnosti pramenů jsou značně rozdílné (podle jejich typu) a sezónně rozkolísané podle ročních období (všeobecně maxima na jaře a minima na podzim). Rovněž teplota a jakost vody se u některých pramenů výrazně mění v závislosti na ročním období.

Přesto jsou na území naší republiky známé prameny se stálou vydatností, teplotou a velmi dobrou jakostí vody.

Výhody jímání pramenů

- ▶ Předem známe místo, kde vodu jímat.
- ▶ Vybudování jímání pramenů bývá většinou jednoduché a laciné.

Nevýhody jímání pramenů

- ▶ Omezené možnosti jímání pramenů s ohledem na vodní zákon.
- ▶ Sezónně rozkolísaná vydatnost pramenů.
- ▶ Nestálá jakost vody.

V pojednání o podzemní vodě je také třeba podat alespoň stručné informace o vodě krasových (vápencových) oblastí, přestože tyto podzemní vody prakticky nelze využívat pro individuální zásobování. U nás se oblasti s krasovou vodou vyskytují jen na Moravě (Moravský kras, Mladečský kras aj.), v Čechách pak existuje několik vápencových ostrůvků v Barrandienu ve středních Čechách. Při případném praktickém využití těchto podzemních vod pro zásobení je nutné počítat s těmito nepříznivými skutečnostmi:

- a) značné kolísání vydatnosti;
- b) kalení vody po deštích a při tání sněhu;
- c) možnost snadného znečištění z povrchu území;
- d) velké kolísání teploty a někdy i celkové jakosti vody.

Na závěr pojednání o podzemní vodě a jejich typech dle výskytu je ještě nutné zmínit se o způsobu doplňování zásob podzemní vody. Doplnění zásob podzemní vody se děje výhradně infiltrací atmosférických srážek do horninového prostředí. Pomineme-li mělkou průlinovou podzemní vodu podél povrchových toků, kde je dotace podzemní vody přímou břehovou, resp. dnovou infiltrací vody z povrchového toku do horninového prostředí (jejíž velikost však závisí na stavu hladiny povrchového toku, a ten je rovněž závislý na dotaci z atmosférických srážek), u ostatních typů

podzemní vody (průlinovo-puklinové a puklinové) velikost zásob podzemní vody v daném území (v dané hydrogeologické struktuře), kromě závislosti na geologické stavbě území, závisí na velikosti infiltrační plochy, resp. infiltračního území, kde jsou atmosférické srážky infiltrovány do prostředí horninového. Čím větší je rozloha tohoto území, tím větší se v území vytvářejí zásoby podzemní vody.

V souvislosti s dotací zásob podzemní vody z atmosférických srážek v současné době existuje jedna nepříliš dobrá skutečnost. V posledních cca 10 letech dochází na některých územích České republiky k poklesu hladiny podzemní vody, a tím k jejímu lokálnímu nedostatku, zejména pro individuální zásobení, a to hlavně u jímacích objektů vybudovaných na jímání mělké průlinové podzemní vody tam, kde nedochází k dotaci mělkého průlinového kolektoru vodou z povrchových toků. Všeobecně je tento fakt zdůvodňován nedostatkem atmosférických srážek v posledních letech, což však vůbec není pravda. Průměrný úhrn srážek za posledních 10 let (2002–2011) pro celou Českou republiku činil 105 % dlouhodobého srážkového normálu za období 1961–1990 (zdroj ČHMÚ). V *tabulce 1* je uvedeno srovnání úhrnů průměrných měsíčních srážek za období 2002–2011 s dlouhodobým normálem 1961–1990.

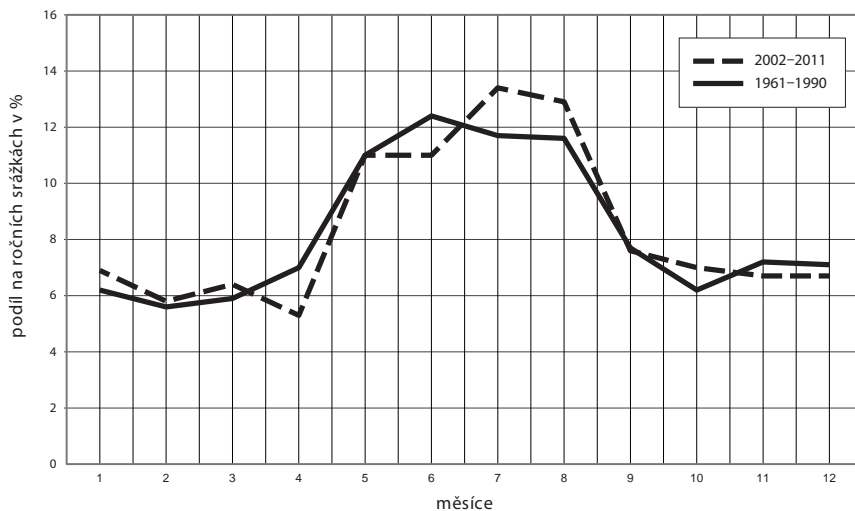
Tab. 1 Srovnání průměrných měsíčních srážek 2002–2011 s dlouhodobým normálem 1961–1990 za celou Českou republiku

Měsíc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	rok
Úhrn srážek 2002–2011 (mm)	49	41	46	38	78	78	95	92	54	50	48	48	710
Srážkový normál 1961–1990 (mm)	42	38	40	47	74	84	79	78	52	42	49	48	674
Srovnání v % (100%=1961–1990)	117	108	115	81	105	93	120	118	103	119	98	100	105

Pokud se podíváme na uvedenou tabulku podrobněji, zjistíme jeden fakt. Zatímco u dlouhodobého srážkového normálu (a bylo tomu tak i u dlouhodobých srážkových normálů za roky 1950–1981 atp.) srážková maxima připadala na měsíce červen a červenec (12,3 % v červnu a 11,9 % v červenci), v posledních letech se srážková maxima přesouvají na měsíce červenec a srpen (13,6 % červenci a 13,0 % v srpnu), tzn., že nejvíce srážek spadne v nejteplejších měsících, kdy je také nejvyšší evapotranspirace (úhrnný výpar). K tomu ještě přistupuje skutečnost, že v posledních letech největší

objemy atmosférických srážek v létě spadnou ve formě přívalových dešťů, které v podstatě volně odtěčou po povrchu, aniž by se srážková voda mohla dostatečně vsáknout do horninového prostředí. Tyto skutečnosti jsou pak příčinou lokálního poklesu hladiny podzemní vody v některých územích.

Na obrázku 7 je znázorněno procentuální rozdělení ročních srážkových úhrnů v České republice podle jednotlivých měsíců.



Obr. 7 Podíl srážkových úhrnů v procentech za jednotlivé měsíce v roce

Způsoby jímání podzemní vody

O podzemní vodě toho tedy už víme poměrně hodně, nyní je nutné se také seznámit se zásadami způsobů jímání podzemní vody. V České republice je pro navrhování, výstavbu a provoz nových nebo zrekonstruovaných studní a jiných jímacích objektů prosté podzemní vody závazná technická norma ČSN 75 5115 „Jímání podzemní vody“. Na tuto normu budeme odkazovat prakticky v každé následující kapitole této knížky, nejprve se však budeme věnovat způsobům jímání podzemní vody všeobecně.

V zásadě se rozlišuje jímání mělké podzemní vody, jímání pramenů a jímání hluboké podzemní vody. Při jímání mělké podzemní vody jde převážně o podzemní vodu ve štěkopísčitých sedimentech, čtvrtohorních zvětralinách a pokryvech. K jímání této podzemní vody se užívají jednak horizontální jímadla (zářezy, štoly), a také vertikální jímadla (vrtané nebo kopané studny). K jímání pramenů různých typů jsou vhodné pramenní jímky, zemní nádrže atp. Hluboká podzemní voda se jímá výhradně vrtanými studnami.

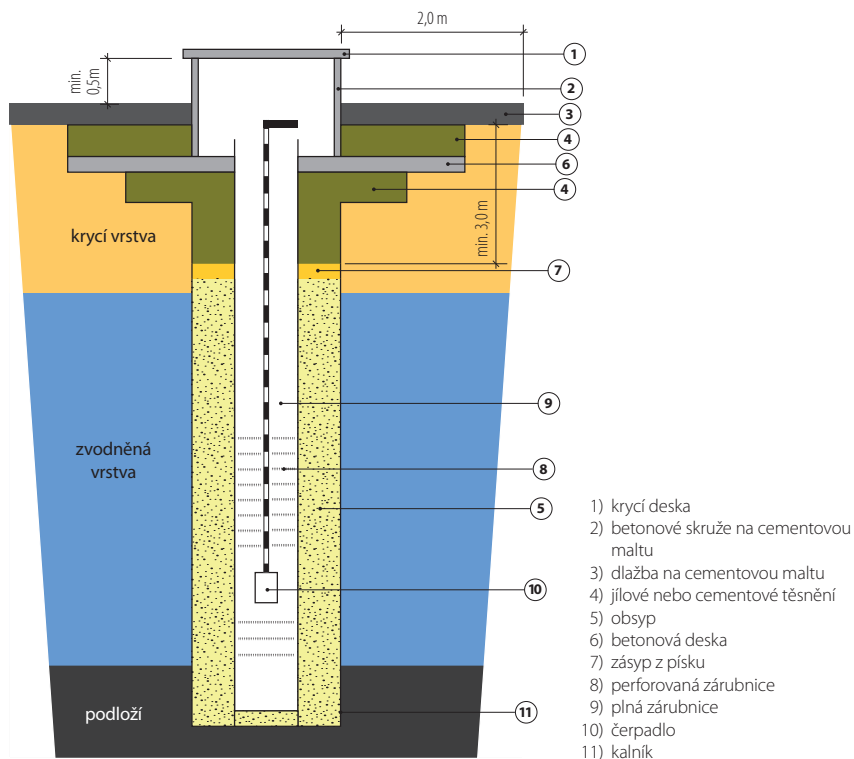
2.1 Studny vrtané

Vrtané studny (někdy také označované jako studny trubní) mají pro jímání podzemní vody mimořádný význam a jsou značně rozšířené. Představují nejběžnější způsob jímání podzemní vody pro zásobování vodou. Typový řez vrtanou studnou je na *obrázku 8*.

Studny se vrtají několika způsoby – nárazem, nárazovo-točivě, rotačně, drapákově, jádrově a rotačně příklepově. U domovních studní je nejpoužívanější rotačně příklepový způsob, který je zároveň nejlevnější.

Pro celkový návrh konstrukce a hloubky vrtané studny jsou nejvýznamnější tyto okolnosti:

- a) Hloubka povrchu nepropustného podloží (pokud se vrtá v horninách s průlinovou a průlinovo-puklinovou propustností). Tzv. studny hydraulicky úplné, ukončené v relativně nepropustném podloží, tzn. v horninách s podstatně nižší propustností (resp. až nepropustných horninách) než v horninách, ve kterých je studna



Obr. 8 Vrtaná studna

vyhloubena za účelem jímání podzemní vody s otevřenými úseky výstroje v celé hloubce zvodněného horninového prostředí, ze kterého chceme jímat podzemní vodu (pokud se vrtaná studna nehlubí v puklinovém prostředí nebo ve velmi mocných zvodnělých sedimentech, tj. v horninách s velkým „obsahem“ podzemní vody, nebo pro jímání nevelkých množství vody), se doporučují jen u vrtů, které mají sloužit ke zjištění hydraulických parametrů zvodnělého prostředí. U vrtů, které mají sloužit jako studny (v kolektorech s volnou hladinou), se doporučuje umístit perforovanou část výstroje od nepropustného podloží nahoru jen ve spodních asi dvou třetinách vrtu a v horní třetině až polovině vodního sloupce, ve které by se měla pohybovat hladina vody, pak použít plnou část výstroje. Výstrojí vrtané studny se rozumí zapuštění plných a perforovaných rour (zárubnic) – např. ocel, PVC, PE – do vrtu včetně utěsnění těchto rour (zárubnic) při povrchu jílem nebo cementem a vytvořením ochranného filtru mezi horninou a těmito rourami (zárubnicemi) jejich obsypáním drobným vodárenským štěrkem (viz dále). Otevřeným

úsekem výstroje se pak rozumí perforovaná (děrovaná) část výstroje studny, kterou do ní proudí podzemní voda za účelem jejího jímání.

- b) Uvažované jímatelné množství vody (má vliv na hloubku studny a její průměr).
- c) Způsob odběru podzemní vody (ponorné nebo horizontální čerpadlo).
- d) Fyzikální a mechanické vlastnosti zvodnělého prostředí, u klasických sedimentů především zrnitost a ulehlost (tyto vlastnosti jednak podmiňují množství podzemní vody, které bude možné ze studny jímat, jednak hloubení průměru studny, tvar a velikost otvorů aktivní (perforované) části výstroje, dále rozmístění plných a perforovaných částí výstroje studny), u skalních hornin puklinatost a zvodnění puklin.
- e) Fyzikální a biologické vlastnosti podzemní vody (vyvolávající mechanické stárnutí studní).

Hloubený průměr vrtaných studní je určován vnějším průměrem výstroje, voleným v závislosti na vydatnosti studny, a průměrem užitého čerpadla, tloušťkou filtru (obsyp výstroje) a hloubkou studny. Studna se musí hloubit takovým způsobem, který nezhoršuje podmínky jímání podzemní vody.

Nejdůležitější a zároveň nejcitlivější částí vrtané studny je perforovaná část výstroje (aktivní část, kudy do vrtané studny proudí podzemní voda) a filtr (obsyp výstroje). Jako štěrkopísčítý filtr – obsyp výstroje – musí být použit tříděný, přirozený, čistě vypraný, chemicky stálý a zdravotně nezávadný, nejlépe říční štěrk nebo písek s hladkým povrchem zrn, nikoli drcený, tj. ostrohranný a na povrchu drsný materiál. Nejvhodnější materiál je čistý křemen, tvar jednotlivých zrn má být s ohledem na obsah účinných průlin filtru pokud možno kulovitý, nikoli plochý. ČSN 75 5115 „Jímání podzemní vody“ stanoví u studní, které jímají podzemní vody z nezpevněných nebo jen slabě zpevněných hornin, tloušťku vrstvy obsypu dle dále uvedené *tabulky 2*.

Tab. 2 Stanovení tloušťky obsypu výstroje v nezpevněných a slabě zpevněných horninách

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

Při hloubení vrtané studny v pevných, zejména skalních horninách není někdy nutné použít obsyp výstroje. V některých případech není vzhledem k tvrdosti hornin ani

třeba určité úseky vrtané studny vystrojovat. Pokud však vrtanou studnu budete denně využívat, ponechání části vrtané studny bez vystrojení se v žádném případě nedoporučuje (vzhledem k životnosti studny).

Průměrná hloubka vrtané studny pro individuální zásobování se pohybuje okolo 30–40 m. Běžné jsou i větší hloubky vrtaných studní, ale tento fakt závisí na horninovém prostředí a morfologické pozici pozemku.

Bohužel možnost použití různých druhů vrtných souprav a vrtných průměrů s sebou nese značné riziko, že vámi zaplacená vrtaná studna může sloužit k různým účelům, jen ne k bezproblémovému jímání kvalitní podzemní vody.

Proto při budování vrtané studny požadujte od prováděcí firmy dodržení následujících šesti základních parametrů dobré vrtané studny!

1. Průměr vrtání je minimálně 150 mm, doporučované jsou průměry 180 a 205 mm, resp. 254 mm.
2. Doporučuje se užít výstroje z PVC nebo PE (polyetylen), pokud máte hodně peněz antikorozi ocel. Průměr výstroje minimálně 125 mm, za optimální lze považovat výstroj 160 mm. Materiál, průměr výstroje a způsob jejího spojení musí být takový, aby byla při dané hloubce vrtu spolehlivě pevná, a vnitřní průměr vrtu musí být takový, aby kolem výstroje zůstal prostor potřebný k vytvoření obsypu a těsnění.
3. Prostor mezi stěnami vrtu a výstrojí by měl být vyplněn vodárenským pískem (šterkopisčítým filtrem), který vytvoří přirozený filtr mezi čerpadlem a horninovým prostředím.
4. Svrchní část vrtu musí být odtěsněna (např. jílovým nebo cementovým těsněním) minimálně do hloubky 3,0 m proti průsaku srážkové a povrchové vody.
5. Odtěsněny by měly být také vody, které lze zastihnout mělce pod terénem (10–15 m p. t.) – tedy zranitelná podzemní voda jímána kopanými studnami (*viz dále*).
6. Veškeré materiály použité k vystrojení vrtané studny musí mít příslušné hygienické atesty.

Na *obrázcích 9 až 13* jsou jednotlivé nejčastěji používané druhy výstroje (filtry) pro vystrojení vrtaných studní. Dále na *obrázku 14* jsou práce při vystrojování vrtané studny.