

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

**KATEDRA VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ A ENVIRONMENTÁLNÍHO
MODELOVÁNÍ**



Udržitelnost vodních zdrojů pro město Dobříš

Diplomová práce

Vedoucí práce: Ing. Marcela Synáčková, CSc.

Diplomant: Bc. Ondřej Vacek

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Ondřej Vacek

Voda v krajině

Název práce

Udržitelnost vodních zdrojů pro město Dobříš

Název anglicky

Sustainability of water resources for the city Dobříš

Cíle práce

Cílem práce je seznámení s vodními zdroji pro město Dobříš, v návaznosti na budoucí možný vývoj s ohledem na územní plán města. Vyhodnocení momentální efektivity a navržení dlouhodobé udržitelnosti vodních zdrojů a vodní bilanci.

Metodika

Zásady pro vypracování:

1. Úvod
2. Cíle práce
3. Literární rešerše
4. Metodika
5. Popis obce
6. Vodní bilance
7. Udržitelnost vodních zdrojů
8. Diskuze
9. Závěr
10. Použité zdroje
11. Přílohy

Doporučený rozsah práce

60 stran textu a grafické přílohy

Klíčová slova

vodní zdroje, podzemní voda, povrchová voda, územní plán

Doporučené zdroje informací

CHAPMAN D. (ed.), 2007 Water Quality Assessments. Taylor Francis, New York, 626 pp.

KVÍTEK T. a kol., 2004 Využití a ochrana vodních zdrojů. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovice, 169 s

NOVOTNY V., 2003 Water Quality. John Wiley and Sons, New Jersey, 888 pp.

PITTER P. 1999 Hydrochemie. Vydavatelství VŠCHT, Praha. 568 s

Předběžný termín obhajoby

2015/16 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Marcela Synáčková, CSc.

Garantující pracoviště

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Elektronicky schváleno dne 29. 2. 2016

prof. Ing. Pavel Pech, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 7. 3. 2016

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 16. 03. 2016

Čestné prohlášení:

Prohlašuji, že jsem svoji diplomovou práci „Udržitelnost vodních zdrojů pro město Dobříš“ vypracoval samostatně pod vedením vedoucí diplomové práce Ing. Marcely Synáčkové, CSc. a zároveň prohlašuji, že jsem uvedl všechny literární prameny, ze kterých jsem čerpal.

V Hřiměždicích dne 19. 4. 2016

.....

Bc. Ondřej Vacek

Poděkování:

Touto cestou bych rád poděkoval vedoucí své diplomové práce Ing. Marcele Synáčkové CSc., za odborné vedení, pomoc, vstřícnost a trpělivost při zpracování.

Dále bych chtěl poděkovat Vodohospodářské společnosti Dobříš spol. s r.o. za ochotu při osobních konzultacích a to jmenovitě především Ing. Blance Marvanové, Ing. Martinovi Kolaříkovi a Ing. Tomášovi Kolaříkovi. V neposlední řadě patří poděkování vedoucímu oddělení územního plánování Města Dobříš Ing. Radimovi Weberovi za podklady pro GIS a panu Průšovi za archivní materiály. Bez těchto výše jmenovaných a mnohých dalších by tato práce nemohla vzniknout.

V Hřiměždicích dne 19. 4. 2016

.....

Bc. Ondřej Vacek

ABSTRAKT

Tato diplomová práce se zabývá vodními zdroji, které zajišťují pitnou vodu jak pro město Dobříš, tak i nedalekou obec Stará Huť. První část je zaměřena na zpřehlednění problematiky povrchových a zejména podzemních vod. Dále na vodohospodářství a klimatické změny s možnými adaptačními opatřeními. Druhá část práce je věnována detailnímu rozboru zájmové oblasti. Jde především o vývoj počtu obyvatel, významné zaměstnavatele a občanskou vybavenost. Předmětem práce je zjištění maximální denní potřeby vody pro rok 2025 na základě proměnných ukazatelů s ohledem na územní plán města Dobříš a obce Stará Huť. Výsledné hodnoty jsou porovnány se současnou vydatností všech vodních zdrojů. Závěr práce je věnován možnému řešení za mimořádné situace v případě poklesu vydatností.

Klíčová slova:

Vodní zdroje, podzemní voda, povrchová voda, územní plán.

ABSTRACT

This thesis is focused on water resources which supply drinking water to the city Dobříš and the nearby village Stará Huť. The first part is focused on clarification of the issue of surface and ground water in particular. Furthermore, water management and climate change, with possible adaptation measures. The second part is devoted to detailed analysis of the area of interest. This mainly concerns the development of population, major employers and amenities. The goal of this thesis is to determine the maximum daily water needs for 2025 based on variables indicators with respect to the land use plan of Dobříš city and the village Stará Huť. The result values are compared to current yields of all water resources. The final summary proposes the possible solution for emergencies in case of declining yields.

Keywords:

Water resources, groundwater, surface water, land use plan.

OBSAH

1. ÚVOD	9
2. CÍLE PRÁCE	10
3. LITERÁRNÍ REŠERŠE	11
3.1 Poznatky o vodě.....	11
3.2 Povrchové vody.....	15
3.2.1 Jímací objekty povrchových vod	15
3.2.2 Jakost povrchových vod.....	16
3.2.3 Znečištění povrchových vod.....	18
3.3 Podzemní vody	19
3.3.1 Průlinová podzemní voda.....	23
3.3.2 Puklinová podzemní voda	24
3.3.3 Dvojí propustnost podzemních vod	26
3.3.4 Horizontální jímací objekty	26
3.3.5 Vertikální jímací objekty	27
3.3.6 Vydatnost zdrojů podzemních vod	29
3.3.7 Jakost podzemních vod	30
3.4 Vodohospodářství a klimatické změny.....	32
3.4.1 Scénáře změny klimatu.....	33
3.4.2 Sucho	35
3.4.3 Povodně	36
3.4.4 Zvyšování množství vodních zdrojů	37
3.4.5 Adaptační opatření.....	37
4. METODIKA	40
5. POPIS OBCE	41
5.1 Město Dobříš.....	41
5.1.1 Historie města.....	42
5.1.2 Historie dobříšského vodovodu	43
5.1.3 Geologické poměry	44
5.1.4 Klimatické a meteorologické poměry.....	46
5.1.5 Vodovodní síť v Dobříši.....	47
5.1.6 Populační vývoj Dobříše do současnosti.....	47
5.1.7 Prognóza populačního vývoje Dobříše.....	48
5.1.8 Významní zaměstnavatelé	49
5.2 Obec Stará Huť	53
5.2.1 Vodovodní síť ve Staré Huti	53
5.2.2 Populační vývoj Staré Huti do současnosti.....	53
5.2.3 Prognóza populačního vývoje Staré Huti	54
6. VODNÍ BILANCE	55
6.1 Potřeba vody v roce 2015 pro Dobříš	57
6.1.1 Průměrná denní potřeba vody pro obyvatelstvo	57
6.1.2 Průměrná denní potřeba vody pro městský úřad.....	57
6.1.3 Průměrná denní potřeba vody pro školství	58
6.1.4 Průměrná denní potřeba vody pro jídelny	59
6.1.5 Průměrná denní potřeba vody pro občanskou vybavenost.....	60
6.1.6 Průměrná denní potřeba vody pro průmysl	61

6.1.7	Celková průměrná a maximální denní potřeba vody	63
6.2	Potřeba vody v roce 2015 pro Starou Huť	64
6.2.1	Průměrná denní potřeba vody pro obyvatelstvo	64
6.2.2	Průměrná denní potřeba vody pro občanskou vybavenost.....	64
6.2.3	Celková průměrná a maximální denní potřeba vody	65
6.3	Potřeba vody v roce 2025 pro Dobříš	66
6.3.1	Průměrná denní potřeba vody pro obyvatelstvo	66
6.3.2	Průměrná denní potřeba vody pro městský úřad.....	66
6.3.3	Průměrná denní potřeba vody pro školství	67
6.3.4	Průměrná denní potřeba vody pro jídelny	69
6.3.5	Průměrná denní potřeba vody pro občanskou vybavenost.....	69
6.3.6	Průměrná denní potřeba vody pro průmysl	70
6.3.7	Celková průměrná a maximální denní potřeba vody	72
6.4	Potřeba vody v roce 2025 pro Starou Huť	72
6.4.1	Průměrná denní potřeba vody pro obyvatelstvo	72
6.4.2	Průměrná denní potřeba vody pro občanskou vybavenost.....	73
6.4.3	Celková průměrná a maximální denní potřeba vody	74
6.5	Souhrn potřeby vody pro rok 2015 a 2025.....	75
7.	UDRŽITELNOST VODNÍCH ZDROJŮ	76
7.1	Vodní zdroje	76
7.1.1	Prameniště Trnová.....	76
7.1.2	Prameniště Lipíže	78
7.1.3	Prameniště Sychrov.....	79
7.1.4	Prameniště Baba	80
7.1.5	Prameniště Svatá Anna	81
7.1.6	Prameniště Brodce	82
7.1.7	Jezírko	83
7.1.8	Prameniště Říhovka.....	84
7.1.9	Prameniště pro sanatorium (MEDI HELP).....	86
7.1.10	Přivaděč z Příbrami.....	86
7.1.11	Vodní nádrž Chotobuš	87
7.1.12	Souhrn vodních zdrojů	89
7.2	Objekty na vodovodní síti	89
7.2.1	Vodojem Svatá Anna	90
7.2.2	Vodojem Větrník	90
7.2.3	Čerpací stanice Trnová	91
7.2.4	Čerpací stanice a úpravna vody Brodce.....	91
7.2.5	Čerpací stanice a úpravny vody Svatá Anna.....	92
7.2.6	Úpravna vody Chotobuš - Jezírko	92
8.	VÝSLEDKY	93
9.	DISKUZE.....	95
10.	ZÁVĚR	97
11.	POUŽITÉ ZDROJE.....	98
12.	PŘÍLOHY.....	104

1. ÚVOD

Pitná voda, jako fyziologická potřeba každého z nás je základním předpokladem pro rozvoj každého urbanizovaného území. Územní plány měst řeší především rozvojové plochy, ale otázce zabezpečení pitné vody se pro tyto plochy věnují pouze okrajově. Řada rozvojových (zastavitelných) ploch zůstane i po vypršení návrhového období územního plánu v původním stavu. Proto předpovídat budoucnost v potřebě vody v časovém horizontu 10 - 15 let je velmi obtížné. Tato otázka mě i tak přivedla k zamyšlení, zda současné vodní zdroje pro město Dobříš by dostačovaly i v roce 2025. Tedy za teoretického předpokladu využití všech rozvojových (zastavitelných) ploch a hypotetického nárůstu počtu obyvatel jak města Dobříše, tak i obce Stará Huť. Nýbrž obec Stará Huť je připojena na dobříšský vodovod, tudíž lze označit tento vodovod jako skupinový. Ve výpočtech potřeby vody pro rok 2025 není použita směrnice MLVH ČSR a MZ ČSR č. 9/1973 Ú.v. Ačkoliv tato směrnice ještě nebyla oficiálně zrušena, její obsah již nelze považovat za platný. Nově je vhodnější použít pro výpočet potřeby vody přílohu č. 12 k vyhlášce č. 120/2011 Sb., kterou se mění vyhláška Ministerstva zemědělství č. 428/2001 Sb., 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), ve znění pozdějších předpisů.

Toto téma jsem si vybral nejenom z důvodu, že bydlím nedaleko města Dobříše. Zavedlo mě k tomu i několik článků vydaných v místním regionálním deníku na téma vodních zdrojů zásobující město Dobříš. Právě zde jsem shledával mnoho nezodpovězených otázek k aktuální situaci vodních zdrojů, tak i k možnému budoucímu vývoji. Problematika vodohospodářství není v zájmu pouze dotčených odborníků, ale i v zájmu laické veřejnosti. S největší pravděpodobností bude do budoucna nutné počítat s krátkodobými a dlouhodobými klimatickými extrémy, jako jsou sucha a povodně. Připomenu situaci během léta 2015, kdy řada měst zakázala zalévání zahrad, napouštění bazénů, mytí automobilů apod. z veřejných vodovodů z důvodu dlouhotrvajícího sucha. Ačkoliv pojem plánování vyvolává v řadě lidí ještě vzpomínky na doby socialismu, tak právě plánování je jedním ze stěžejních faktorů pro zvládnutí budoucího možného vývoje. V případě zásobování obyvatelstva pitnou vodou představuje budoucí potřeba vody klíčovou roli. Zjištěná maximální denní potřeba pro rok 2025 pak poslouží pro vyhodnocení, zda současná vodohospodářská infrastruktura je dostatečně dimenzována.

2. CÍLE PRÁCE

Základem práce je literární rešerše, zabývající se podzemními a z části povrchovými vodami. Z vodárenského pohledu je důležité si objasnit řadu základních charakteristik a způsobů jímání těchto vod, proto je těmto tématům věnováno několik podkapitol. Větší prostor v rešeršní části je poskytnutý podzemním vodám. A to z důvodu, že v řešené oblasti je právě podzemní voda významným zdrojem surové vody. Z těchto zdrojů jsou zásobované dvě spotřebišťe - město Dobříš a obec Stará Huť. Proto je nutné v některých pasážích této práce rozdělit kapitoly zvlášť na město Dobříš a obec Stará Huť.

Druhá část práce je už věnována městu Dobříš a obci Stará Huť. Nejdůležitějším podkladem pro tuto práci jsou územní plány, kde je získán vývoj počtu obyvatel pro návrhový rok 2025. Neméně důležitým podkladem jsou i získané údaje o spotřebě vody od několika významných zaměstnavatelů. Tyto informace a mnohé další jsou následně použity pro výpočet maximální denní potřeby vody v roce 2025.

Hlavním cílem je výpočet maximální denní potřeby vody pro celý skupinový vodovod zásobující město Dobříš i Starou Huť. Výpočet bude proveden podle směrných čísel z přílohy č. 12 k vyhlášce č. 120/2011 Sb., kterou se mění vyhláška Ministerstva zemědělství č. 428/2001 Sb., 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), ve znění pozdějších předpisů. Z těchto výpočtů pak bude vyhodnoceno, zda současné vodní zdroje jsou dostatečné pro zásobování i v roce 2025. Pro lepší porovnání bude vypočtena potřeba vody i pro rok 2015 a získány skutečné bilanční údaje z minulých let. V závěru bude uvažováno s mimořádnou událostí za předpokladu snížení vydatnosti v současných vodních zdrojích.

3. LITERÁRNÍ REŠERŠE

3.1 Poznatky o vodě

Každému z nás je velice známá formulace o sloučení dvou atomů vodíku a jednoho atomu kyslíku. Samotný vznik životodárné tekutiny už není pro většinu lidí zcela jasný. Při spalování organických látek dochází ke vzniku vody, ale naopak v řadě chemických reakcí je voda spotřebována. Názorným příkladem je fotosyntéza, která patří mezi jednu z nejdůležitějších přírodních chemických reakcí vůbec. Antropogenní činnosti a změny obsahu CO_2 v atmosféře neovlivňují fotosyntézu, protože základní množství potřebné pro fotosyntézu je vždy k dispozici. Ať je znečištění atmosféry jakékoliv, vždy je k dispozici dostatečná solární radiace, nebo alespoň rozptýlené světlo k asimilaci rostlin. Většina organismů potřebuje vodu především jako transportní médium pro živiny. Zabezpečena musí být nejenom kvalita, ale i kvantita. Problematická jsou časová období, kdy je vody nedostatek, nebo naopak přebytek. Celkový objem vody na Zemi se nemění, mění se pouze její skupenství. Proto je zapotřebí se na vodu dívat jako na neobnovitelný zdroj a především jako na významnou složku životního prostředí. Je proto nezbytně nutné jejímu ekosystému věnovat dostatečně mimořádnou pozornost. (Komínková, 2003; Odum, 1977)

V současné době je k dispozici řada teorií o vzniku vody na Zemi. První teorie tvrdí, že voda vznikla při magmatické činnosti v raných dobách při vývoji Země. Tuto teorii nelze považovat pravděpodobně za pravdivou, jelikož horniny již vodu obsahovaly. Tedy žádná nová voda nevznikala, pouze se při sopečných činnostech uvolňovala z hornin do okolního prostředí. Naopak nejrealističtější teorie se opírá o poznatky z oblastí jako je astronomie, fyzika a chemie. Ta tvrdí, že původní příčinou vody na Zemi jsou meteority a komety. Řada výzkumů ukazuje, že voda vzniká v průběhu tvorby hvězd z mezihvězdných oblaků prachu a plynů, ve kterých se vyskytuje vodní pára. Vznik vody je způsoben reakcí vodíku a kyslíku za specifických podmínek. Tou zásadní je teplota okolo 100°C , kde samozřejmě hraje velkou roli i tlak. Na první pohled to nejsou nijak abnormální podmínky, které musí být splněny. Je ale třeba si uvědomit, že ve vesmíru panují hvězdné teploty, nebo naopak mrazivé vakuum. To jsou ale bohužel předpoklady, kdy se voda rozpadá na svoje prvočinitele, vodík a kyslík. Tudíž voda vzniká pouze v určité vzdálenosti od centra hvězd, kde panují příhodnější podmínky pro vznik stabilní molekuly. V kontextu lze tvrdit, že tyto

podmínky jsou omezujícím faktorem pro samotný vznik vody. Tím pádem se i rozlohy oblastí možného vzniku vody významně eliminují.

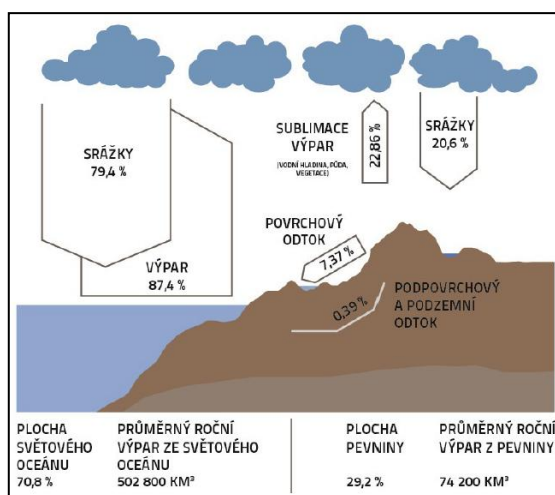
Výzkum spadlých meteoritů na povrch Země vnesl do této problematiky odpovědi na různé doposud nezodpovězené otázky. Zjišťovalo se, kolik oxidu uhličitého a vody je meteorit schopný uvolnit průletem atmosférou. Tento průlet se v laboratorních podmínkách musel simulovat a to včetně teploty přibližující se k 20 000°C. Výsledkem bylo zjištění, že meteorit při průletu atmosférou uvolní přibližně 12 % své hmoty ve formě vodní páry a dalších 6 % ve formě oxidu uhličitého. Pokud uvažujeme, že Zem byla asi 20 milionů let neustále atakována meteority. Tak za pomoci počítačových simulací se odhadlo, že tímto způsobem se každoročně do atmosféry Země a Marsu uvolnilo 10 miliard tun oxidu uhličitého a 10 miliard tun vodní páry. To už bylo dostatečné množství pro vznik příznivého a obyvatelného klimatu. Meteority podle vědců uvolňovaly nejenom vodní páru a oxid uhličitý, ale i minerální a organické sloučeniny. (Komínková a kol., 2014)

Tabulka 3.1: Odhad rozložení zásob vody na Zemi (Abu-Zeid a Shiklomanov, 2003)

Část hydrosféry	Plocha (km ²)	Objem vody (km ³)	Procento z celkového objemu vody	Procento sladké vody
Světový oceán	361 300 000	1 338 000 000	96,5	-
Ledovce a trvalá sněhová pokrývka	16 227 000	24 064 000	1,74	68,7
Podzemní voda	134 800 000	23 400 000*	1,7	-
- sladká	-	10 530 000	0,76	30,1
- slaná	-	12 870 000	0,94	-
Půdní vláha	82 000 000	16 500	0,001	0,05
Led trvale zmrzlých půd	21 000 000	300 000	0,02	0,86
Jezera	2 059 000	176 400	0,012	-
- sladká	1 236 000	91 000	0,006	0,26
- slaná	822 000	85 400	0,006	-
Atmosféra	510 000 000	12 900	0,001	0,04
Močály	2 683 000	11 470	0,001	0,03
Řeky	148 800 000	2120	0,0002	0,006
Živé organismy	510 000 000	1120	0,0001	0,003
Celkem	510 000 000	1 386 000 000	100	100

*Do tabulky není započtena zásoba vody na Antarktidě, odhadovaná na 2 000 000km³ včetně 1 000 000 km³ sladké vody.

V průměru se z oceánu na jižní polokouli vypaří 1940 mm a na severní 2010 mm ročně. Protože oceány tvoří podstatnou část povrchu Země, tak roční výpar z oceánů (505 000 km³) je daleko větší než výpar z pevniny (72 000 km³). Následnou kondenzací vodních par vznikají atmosférické srážky buď vertikálního charakteru (déšť, sníh, kroupy) nebo horizontálního (rosa, jinovatka, námraza). Ročně takto spadne zpět do oceánů 458 000 km³ vypařeného objemu, naopak na pevninu 119 000 km³. Část vody se na pevnině opět vypaří, část infiltruje do půdy a část oteče po zemském povrchu. V mnoha případech lze aplikovat teoretické pravidlo třetin, které stanovil J.C. Métheriem v roce 1797 a to takové, že jedna třetina atmosférické srážky se vypaří, třetina oteče povrchových odtokem a zbylá třetina se infiltruje do půdy. Nejdůležitější jednou třetinou pro biotopy a podzemní vody je infiltrovaná voda do půdy. Proto je cílem všech vodohospodářských opatření udržet v přírodě maximální možné množství vody v tzv. malém hydrologickém cyklu. Z kvalitativního pohledu se vypařuje prakticky destilovaná voda bez dalších minerálních látek. V přirozených podmínkách v atmosféře neexistuje suchý vzduch, vždy je přítomna atmosférická voda jako součást směsí plynů, kde hlavní složkou je dusík, kyslík, voda a argon. Vodní pára během pohybu atmosférou však rozpouští ve vzduchu obsažené plyny jako je CO₂, Cl⁻, Na⁺, NO₃ a další. Antropogenním znečištěním se zvyšuje podíl SO₂, oxidů dusíku, amoniaku a dalších prvků, což se výsledně projeví v kyselosti srážkové vody. Vzájemným působením plyných, kapalných a tuhých součástí je vznik roztoku s mineralizací do 30 mg/l. (Chmelová R.P. a Frajer J., 2013; Schneider, 2011)



Obrázek 3.1: Oběh vody (Slavík a Neruda, 2014)

Na cirkulující vodu v atmosféře připadá pouze necelá 0,001 % z celkového objemu hydrosféry. Podíl sladké vody v podzemí, řekách, jezerech a v atmosféře se rovná přibližně 0,8 % z celkového objemu vody na Zemi. Dostupné zásoby sladké vody jsou prostorově fragmentované. Nerovnoměrné rozložení má za následek, že 60 % přírodních zdrojů sladké vody má k dispozici pouze 9 států světa (Indie, Čína, USA, Rusko, Brazílie, Indonésie, Kanada, Kolumbie a Peru). Od 50.ých let minulého století se projevuje v řadě zemí nedostatek vody. Za nedostatek je myšleno to, že dostupné množství vody nestačí pokrývat minimální lidskou potřebu. Takto postižených zemí kde cca 40 % obyvatel je postiženo vodním stresem, je dnes více než 80. Světová zdravotnická organizace (WHO) doporučuje, aby každý člověk měl denně k dispozici alespoň 20 litrů vody. (Abu - Zeid a Shiklomanov, 2003; Slavík a Neruda, 2014)

Sladká voda se v přírodě vyskytuje ve dvou formách, buď jako vázaná v minerálech (nerostech), nebo jako voda nevázaná, vyskytující se:

- **v atmosféře,**
- **v podzemí,**
- **v povrchových vodních tocích a nádržích.**

V horninovém prostředí se rozděluje voda na:

- **gravitační** (volnou v nasycené zóně),
- **kapilární** (nad hladinou podzemní vody),
- **hygroskopickou** (pevně vázanou na povrch zrn).

Podle původu se dělí na:

- **přírodní** (atmosférickou, povrchovou, podzemní),
- **odpadní** (splaškovou a průmyslovou). (Milerski a kol., 2005; Pitter, 2015)

V přírodních vodách zcela převládá molekula $^1\text{H}_2^{16}\text{O}$. V zastoupení 0,015 % se vyskytuje i oxid deuteria D_2^{16}O , což je voda, kde místo dvou atomů vodíku je jeho izotop deuteria. Reakce a rozpustnost látek probíhá v D_2O daleko pomaleji než v H_2O . Proto je pro většinu organismů mírně jedovatá z důvodu narušení fyzikální rovnováhy v těle. Její využití je především v jaderných elektrárnách, kde se používá jako chladicí médium a moderátor z důvodu účinného zpomalování neutronů. Přestože se využívá v jaderné energetice a ve vojenství, sama o sobě není radioaktivní. Naopak super těžká voda T_2^{16}O (oxid tritia) je radioaktivní, oproti běžné vodě obsahuje místo dvou atomů vodíku jeho izotop tritia. (Komínková a kol., 2015; Pitter, 2015)

3.2 Povrchové vody

Povrchové vody tvoří **více než polovinu** všech vodohospodářsky využívaných vodních zdrojů v České republice. Podle zprávy o stavu vodního hospodářství vydaném Ministerstvem zemědělství tvoří zdroje povrchových vod 56 %. Základní rozdělení povrchových vod je na:

- **tekoucí** (povrchové toky),
- **stojaté** (přehradní nádrže, jezera). (Milerski a kol. 2005)

Tekoucí povrchové toky lze rozdělit na přirozené, umělé a upravené. Představují složitý ekosystém, zahrnující jak složku vodního prostředí, tak i složku suchozemskou, tvořící doprovodné porosty a nivu.

Přehradní nádrže mají víceúčelový charakter sloužící nejen pro vodárenskou akumulaci vod, ale i k rekreaci, sportovnímu rybolovu apod. (Slavík a Neruda, 2014)

3.2.1 Jímací objekty povrchových vod

Funkční řešení i konstrukce jímacích objektů povrchových vod jsou značně rozmanité a závislé na množství odebírané vody, místních podmínkách, hloubce vody apod. Jímání a odběr povrchové vody lze jednoduše rozdělit na:

- **jímání z nádrží,**
- **jímání z toků,**
- **jímání z umělé infiltrace.**

Jímání vody **z nádrží** se provádí věžovými jímacími objekty s alespoň třemi odběrnými otvory.

Jímání vody **z toků** lze řešit mnoha způsoby a to buď břehovým objektem (u toků se stabilními břehy), objektem v řečišti (u širších toků s nestabilními břehy), nebo jímat vodu ze dna koryta toku (u bystřinných toků, kde se využívá jímacích žlabů a drénů).

Zvláštní skupinou je **umělá infiltrace**, využívající vhodné horninové prostředí k umělému zvýšení zásob podzemních vod. Obohacování vedoucí k větší vydatnosti se dále rozlišuje na břehovou a umělou infiltraci. U břehové infiltrace se jímací objekty umísťují podél povrchových toků. U umělé infiltrace se do nádrží nebo příkopů s propustným dnem zavádí povrchová nebo už částečně upravená voda. (Broža a kol., 2005; Synáčková, 2014)

3.2.2 Jakost povrchových vod

Z pohledu kvalitativního složení se povrchové vody od podzemních výrazně neliší, patrné rozdíly jsou především v poměrném zastoupení jednotlivých složek. Jedná se o vyšší koncentrace nerozpuštěných látek, rozpuštěného kyslíku, sloučenin dusíku a fosforu (z důvodu přímého vlivu antropogenního znečištění). Naopak obsahují oproti podzemním vodám nižší koncentrace CO₂, železa, manganu, mineralizace (hodnoty nad 1000 mg/l jsou zcela výjimečné, např. v bezodtokových jezerech). U podzemních vod hodnota BSK₅ (biochemická spotřeba kyslíku) nemá velký význam, ale u povrchových vod patří mezi významné ukazatele jakosti vod. Časové změny chemického složení v daném profilu jsou větší než u vod podzemních, nýbrž hodnoty některých sledovaných ukazatelů se mohou několikanásobně lišit. V České republice je jakost vody ovlivněna především fosforem, dusíkem, průmyslovými polutanty, zemědělskými pesticidy a dalšími látkami lidské spotřeby. (Liška a kol., 2012; Pitter, 2014)

Složení povrchových vod je tak ovlivněno řadou elementů:

- **geologickou skladbou podloží a složením sedimentů,**
- **hydrologicko - klimatickými poměry** (srážky, teplota, transport kontaminantů),
- **půdně - botanickými poměry** (druhy půd, zalesnění),
- **antropogenní činností** (průmysl, zemědělství, skládky),
- **podzemní vodou.** (Hem, 1985; Pitter, 2014)

Ukazatele jakosti vody se řídí podle ČSN 75 7221 „Klasifikace jakosti povrchových vod“. Podle této klasifikace se povrchové vody zařazují do pěti tříd, které se určují podle šesti ukazatelů.

Tabulka 3.2: Klasifikace jakosti povrchových vod (Strnadová a Janda, 1996)

I. třída	Neznečištěná voda
II. třída	Mírně znečištěná voda
III. třída	Znečištěná voda
IV. třída	Silně znečištěná voda
V. třída	Velmi silně znečištěná voda

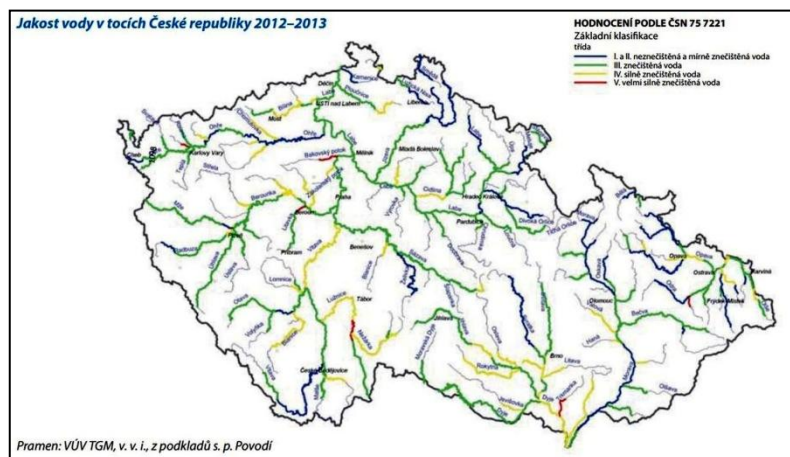
Tabulka 3.3: Třídy jakosti povrchových vod (Strnadová a Janda, 1996)

Jakost povrchových vod	Popis
I. třída	Ovlivněna minimálně lidskou činností. Je vhodná pro všechna využití, jako je vodárenství, potravinářství, průmysl a chov lososovitých ryb.
II. třída	Ovlivněná lidskou činností tak, že je umožněna existence bohatého a vyváženého ekosystému. Je vhodná pro většinu užití, jako je vodárenství, potravinářství, průmysl a chov ryb.
III. třída	Ovlivněná lidskou činností tak, že nemusí vytvořit existenci vyváženého ekosystému. Obvykle je vhodná jen pro zásobování průmyslovou vodou. Pro vodárenské využití je použita pouze v případě víceúrovňové úpravy a nenalezení lepšího zdroje.
IV. třída	Ovlivněná lidskou činností tak, že umožňuje existenci pouze nevyváženého ekosystému. Je vhodná jen pro omezené účely.
V. třída	Ovlivněná lidskou činností tak, že umožňuje existenci pouze silně nevyváženého ekosystému. Tato povrchová voda se obvykle nehodí pro žádný účel užití.

Tabulka 3.4: Hodnotící ukazatele podle ČSN 75 7221 (Strnadová a Janda, 1996)

Skupina ukazatelů	Označení skupiny
Kyslíkového režimu (rozpuštěný kyslík, hodnoty BSK ₅ , CHSK _{Mn} , CHSK _{Cr})	A
Základní chemické a fyzikální (pH, teplota, dusík, fosfor atd.)	B
Doplňující chemické (vápník, hořčík, sírany, ropné látky atd.)	C
Těžké kovy (rtuť, kadmium, olovo, arsen)	D
Biologické a mikrobiologické (saprobní index, fekální koliformní bakterie)	E
Radioaktivity (alfa a beta)	F

Z hlediska vodárenského využití jsou využitelné primárně povrchové vody I. a II. třídy vyskytující se především v horních úsecích toků řek a vody akumulované ve vodárenských nádržích. Při výběru vodního zdroje se musí počítat s vydatností, ochranným pásmem a možnostmi kontaminace vody. (Strnadová a Janda, 1995)



Obrázek 3.2: Jakost povrchových vod v letech 2012 - 2013 (MZE, 2014)

3.2.3 Znečištění povrchových vod

Počátkem 90. let 20. století bylo znečištění povrchových vod jedním z největších problémů životního prostředí České republiky. V kategorii silně či velmi silně znečištěných vod byla většina významných vodních toků. Dalším problémem byla i závažná kontaminace podzemních vod. Vypouštění znečištění do těchto vod do poloviny 90. let 20. století klesalo z důvodu útlumu všeobecné výroby. Následně od poloviny 90. let se začal projevovat efekt nových čistíren odpadních vod (ČOV), nebo jejich modernizace. Za celé období 1990 - 2007 se zásadně snížil objem znečištění z bodových zdrojů (pokles BSK₅ o 94,7 %, CHSK o 88 %, nerozpuštěných látek o 90 % atd.). Biologické a chemické odstraňování dusíku a fosforu v ČOV mělo za následek výrazný pokles makronutrientů (dusíku a fosforu. (Volaufová, 2008)

Znečištění povrchových vod vztažené na prostor lze rozdělit na:

- **bodové** (průmysl, města a obce),
- **plošné** (látkové odnosy infiltrací, eroze, atmosférické depozice, rozptýlené malé zdroje).

V současné době se úroveň čištění odpadních vod výrazně zlepšila. A to nejen ve městech, ale i v menších obcích, kde došlo k výstavbám ČOV. V komplexním měřítku došlo o vyřešení vlastnických vztahů k vodohospodářské infrastruktuře a s tím souvisejících povinností, dále cenových nástrojů, finanční podpory ze státního rozpočtu, SFŽP a EU. Výsledkem je trvalý pokles vypouštěného znečištění oproti 90. létům. (Kvítek a kol., 2005)

Znečištění vod živinami je v rámci České republiky problematika především **fosforu**. Rozdělujeme tři základní zdroje fosforu v povrchových vodách:

- **difuzní,**
- **bodové,**
- **vnitřní.**

Difuzní zdroje představují atmosférický spad, geologické podloží, roztroušená sídla, zemědělství, golfové hřiště apod. Mezi nejdůležitější opatření patří vhodné využívání krajiny a schopnost retence vody v krajině. Výsledkem je snížení transportu živin do nižších partií povodí. **Bodové zdroje** tvoří komunální odpadní vody, kde typickým bodovým zdrojem fosforu jsou ČOV. Mezi **vnitřní zdroje** fosforu patří sedimenty v nádržích a cirkulace živin v závislosti na ročním období.

Dle struktury a využívání krajiny v povodí tvoří dominantní zdroje fosforu především bodové, nebo difuzní. Odstranění fosforu z bodových zdrojů je z finančního a technologického hlediska snazší než odstranění fosforu z difúzních, jelikož jsou rozptýleny na velkých plochách a v malých koncentracích. Dalšími příčinami znečištění vod fosforem je nedodržování zásad zemědělské praxe, nelegální čerpání septiků do vodotečí a chybějící terciální stupně ČOV. (Maršálek, 2009)

3.3 Podzemní vody

Podzemní vodou se myslí veškerá voda v kapalném skupenství nacházející se pod zemským povrchem, bez rozdílu zda se jedná o souvislou hladinu či nikoliv. Za podzemní vodu nelze považovat krystalovou vodu (fyzikálně a chemicky vázanou v minerálech a horninách), vodu v plynném skupenství vyskytující v nenasycené zóně, tak ani půdní vodu obsaženou v půdě při styku s atmosférou.

Podle obsahu minerálních látek se podzemní voda rozděluje na:

- **vody prosté** (obsah rozpuštěných minerálních látek pod 1 g/l),
- **vody minerální** (obsah rozpuštěných minerálních látek nad 1 g/l).

Dále na vody:

- **juvenilní,**
- **vadózní.**

Juvenilní podzemní voda vystupuje na povrch země z hlubokých zlomových struktur jako minerální a léčivá voda, nebo v oblastech vulkanické činnosti. U vod s mělkým oběhem se prakticky s juvenilní vodou vůbec neuvažuje, naopak u vod s hlubokým oběhem přináší specifické prvky a plyny do podzemních vod.

Vadózní podzemní voda se infiltruje do půdního profilu ze srážkové vody, jedná se tedy o vodu z hydrologického cyklu.

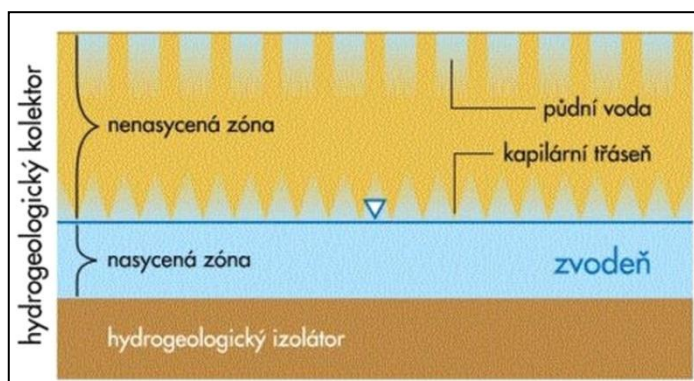
Horninové prostředí se rozděluje podle stupně nasycení na:

- **Nesaturovanou zónu** (nenasycené pásmo),
 - půdní pásmo,
 - mezilehlé pásmo,
 - pásmo kapilární třásně.
- **Saturovanou zónu** (nasycené pásmo).

Nesaturovaná zóna se nachází nad hladinou podzemní vody, kde nejsou všechny póry zaplněné vodou (*vlhkost w je menší než celková pórovitost n*). Kapalná fáze v horninovém prostředí je přítomna jako vlhkost a plynná fáze jako půdní vzduch. Infiltrovaná srážková voda sestupuje ve vlnách v závislosti na intenzitě srážky nesaturovanou zónou, ve které nespojitě vyplňuje volné póry

- **Pásmo kapilární třásně** vzlíná ze saturované zóny. Ačkoliv se jedná o pásmo, kde jsou všechny póry už zaplněné vodou, tak je zde stále negativní pórový tlak ($z < 0$). Voda v tomto prostředí není volně pohyblivá a nemůže být ani jímána. Výška kapilární třásně je závislá na velikosti pórů horninového prostředí a na kapilární síle. V hrubozrnných materiálech dosahuje pouze několika centimetrů, naopak v jemnozrnných materiálech (jíly apod.) může dosáhnout až několika metrů.

Saturovaná zóna je zvodněné kolektorové prostředí, kde je tlak v pórech pozitivní ($z > 0$). Veškeré póry jsou vyplněné vodou (*vlhkost w je rovna celkové pórovitosti n*). V saturované zóně převažuje gravitační voda s pohybem způsobeným hydraulickým gradientem.



Obrázek 3.3: Popis hydrogeologického kolektoru (URL 1)

Podle pohybu v horninovém prostředí se voda rozděluje na:

- **hygroscopicou** (nepohyblivá adsorpční voda, vznikající při pohlcování páry),
- **kapilární** (pohyb ovlivňován kapilární silou),
- **gravitační** (pohyb ovlivňován gravitační silou).

V přírodě neexistuje hornina, která by byla absolutně nepropustná. Například mastné jíly mají tak malou propustnost, že se považují až za nepropustné.

Propustnost horninového prostředí se rozděluje na:

- **kolektor** (propustnost je ve srovnání se sousední horninou výrazně větší, tudíž voda se jím může snadněji pohybovat),
- **izolátor** (propustnost je ve srovnání se sousední horninou výrazně menší, tudíž voda se jím nemůže snadno pohybovat). (Komínková a kol., 2014; Šamalíková a kol., 1994)

Dalšímu sestupu vody propustnou horninou (**kolektorem**) zabraňuje tedy relativně nepropustná hornina (**izolátor**). Jak kolektor, tak i izolátor můžou být stejného petrografického složení. Jde pouze o to, zda se budou lišit mírou tektonického porušení. V Českém masivu jsou např. granitoidní horniny v kolektorové oblasti ve vertikálním směru několik desítek metrů rozpukané a provodnělé, avšak směrem hlouběji se pukliny spínají a tím dochází prakticky k nepropustnému podloží (**izolátoru**). (Kohout a kol., 2014)

Základním rozdělením podzemní vody je především podle tlakových poměrů na hladině a tou je buď hladina:

- **napjatá** (neboli piezometrická),
- **volná**.

Napjatá hladina se nachází mezi dvěma relativně nepropustnými horninami (izolátory), které ohraničují propustné prostředí (kolektor). Voda toto prostředí zcela zaplňuje, proto na povrchu zvodně je vyšší tlak než atmosférický. Pokud se izolátor poruší a voda vystoupí nad úroveň terénu, jedná se o **artézskou vodu**. Pokud ale nedosáhne terénu, jedná se o **piezometrickou vodu**. V těchto případech jde vždy o napjatou hladinu s negativní výtlačnou výškou.

Volná hladina vzniká při volném pohybu v nadložní propustné vrstvě zvodně. Tlak na volné hladině podzemní vody je shodný s atmosférickým. Kolektory s volnou hladinou nejsou oproti napjaté hladině zcela zaplněny vodou. (Šamalíková a kol., 1994)

Podzemní vody zaujímají významnou roli v hydrologickém cyklu, jsou rozhodujícím faktorem existence mokřadů a vodních toků. Při období sucha fungují jako jejich kompenzátory. Důležitou roli představuje **podpovrchový odtok** (základní odtok), dotující po celý rok systémy povrchových vod. Základní odtok v mnoha evropských řekách tvoří až polovinu z celkového ročního odtoku. V případě dlouhodobějšího suchého období pak tvoří až 90 % celkového odtoku. Což znamená, že při zhoršených kvalitách podzemních vod jsou nepříznivě

ovlivněny i povrchové vody a suchozemské ekosystémy. V morfologicky členitých územích jsou hydrogeologická povodí shodné s hydrologickými, tudíž rozvodnice povrchových a podzemních vod mají stejný průběh. (Krásný, 1982)

Podzemní voda se vyskytuje v pórech zemin, puklinách a dalších dutinách hornin. Hlavním faktorem pro velikost doplňování zásob podzemní vody je infiltrace atmosférických srážek zmenšených o výpar. V podmínkách České republiky se doplňují zásoby buď celoročně, nebo sezónně. **Samočisticí schopnost** horninového prostředí má za následek, že voda podzemní je oproti povrchové výrazně kvalitnější. Aby bylo ovlivnění z povrchu co nejmenší, proto je vhodnější jímat podzemní vodu z větších hloubek. Větší zahuštění jímacích objektů je z ekonomického a technického hlediska výhodnější v oblastech s vyšší propustností, oproti rozptýleným jímacím objektům v méně propustných horninách, kde je i nižší vydatnost. (Krásný, 1982; Stober a Bucher, 1999)

Hydrogeologické poměry podzemní vody jsou **ovlivňovány antropogenními zásahy** už od dob, kdy lidé začali tyto vody jímat pro vodohospodářské účely, nebo jako důlní vodu. Osídlení, industrializace, rozvoj zemědělství a další lidské aktivity změnili přírodní hydrogeologické poměry tak, že lze mluvit o celosvětovém rozsahu proměn. (Sharp, 2014)

- **Vody s mělkým oběhem** pocházejí ze srážek, jejich oběh v horninovém prostředí je relativně rychlý, proto se nestačí výrazněji mineralizovat. Tato skupina se nejvíce využívá pro vodárenské účely. Hloubka hladiny podzemní vody se pohybuje od 10 m do 100 m od zemského povrchu.
- **Vody s hlubokým oběhem**, jsou řádově více mineralizované a teplejší než vody s mělkým oběhem. Jedná se především o termální a artézské vody. (Kříž, 1983)

Podzemní vody hluboké jsou z geologického hlediska mladé a z pohledu lidského života naopak velmi staré. Potíž v přesném určení stáří je především neustálý pohyb a mísení s mladšími vodami. V křídových pánvích mohou být nejspodnější vody až 20 000 let staré, ještě starší jsou vody v usazeninách ze zaniklých moří a jezer. Tyto vody jsou odhadovány na stáří řádově milionů let a jsou většinou minerální. (Suckow, 2014)

Zastoupení podzemních zdrojů pro vodárenské účely ve Spojených státech amerických v roce 1978 bylo přibližně 75 % a okolo 1/3 všech zavlažovacích systémů bylo napojeno právě na podzemní vodní zdroje. **V České republice podzemní voda zaujímá přibližně 44 % všech zdrojů pitné vody.** Z tohoto

počtu se 15 % upravuje aerací a jednostupňovým či dvoustupňovým odželezováním a odmanganováním s následnou dezinfekcí. V rámci celé Evropské unie je z podzemních zdrojů zásobováno přibližně 75 % obyvatel. (Bouwer, 1978; Broncová a kol., 2012)

Plošné rozložení využívání zdrojů podzemních vod je v České republice velice nerovnoměrné. Ve Středočeském, Královéhradeckém, Pardubickém, Jihomoravském a Olomouckém kraji se podzemní vody využívají více než povrchové.

Podzemní vodu rozdělujeme na tři základní skupiny, především podle výskytu resp. proudění. Jedná se tedy o vodu:

- **průlinovou** (výskyt v prostředí štěrkopískových náplavů, hrubozrnných pískovců apod.),
- **puklinovou** (výskyt v horninách krystalinika - granity, ruly apod. a to včetně zpevněných sedimentů - prachovce, slínovce apod.),
- **krasovou** (v prostředí vápenců a vápnatých pískovců). (Broncová a kol., 2012)

3.3.1 Průlinová podzemní voda

Průlinová podzemní voda je taková voda, která v podzemí proudí v průlinách soudržných, nebo nesoudržných nezpevněných hornin.

Nesoudržné nezpevněné horniny jsou zastoupeny štěrkopískovými zeminami (jako jsou **štěrkopísky, štěrky, ale i v eluvia**, což jsou zvětralé krystalinické horniny, jako je žula apod.) ve kterých je propustnost značně vysoká. Pokud je dotace vody časově neměnná, pak i jímací objekty mají stálou a vysokou vydatnost. Právě časově neměnná dotace vody je charakteristická především v oblastech štěrkopísčitých teras a v údolních nivách velkých řek jako je Morava, Labe a z části i Vltavy. V těchto oblastech je přímá hydraulická spojitost mezi podzemní a povrchovou vodou. Hladina podzemní vody se zde nachází jen pár metrů pod povrchem, proto hovoříme o mělké podzemní vodě. Podzemní voda mělkého oběhu je pro řadu měst hlavním vodním zdrojem. Většinou je jímací území vybudováno v kvartérních štěrkopísčitých sedimentech teras a v údolních nivách větších povrchových toků. Jedno z největších jímacích území tohoto typu je u Káraného nedaleko Brandýsa nad Labem. Právě tento vodní zdroj dodává přibližně 25 % pitné vody Praze. Zbývajících 75 % je dodáváno z vodního zdroje Želivka, která oproti Káranému ale vykazuje nižší tvrdost vody. Dalším neméně

důležitým jímacím územím jsou Tři Dvory (vodní zdroj pro Kolín), Rohatec a Mikulčice (vodní zdroj pro Hodonín) a mnoho dalších. (PVK, 2016; Zelinka, 2013)

Soudržné nezpevněné horniny (zastoupené jílovitými, hlinitojílovitými zeminami a zvětralinami metamorfovaných hornin jako jsou ruly apod.) mají také průlinovou propustnost, ale velice omezenou z důvodu charakteru dané horniny. Vydatnosti jímacích objektů v těchto horninách bývají nízké.

Výhody mělké průlinové podzemní vody

- Vysoká vydatnost jímacích objektů.
- Malá hloubka jímacích objektů a tudíž menší finanční nároky na stavbu.
- Při malém odběru minimální ovlivnění okolních jímacích objektů.

Nevýhody mělké průlinové podzemní vody

- Horší jakost vody.
- Vyšší riziko ohrožení vody při negativních zásazích v okolí jímacích objektů.
- Při nedostatečném provedení jímacího objektu hrozí zanášení drobným horninovým materiálem. (Zelinka, 2013)

3.3.2 Puklinová podzemní voda

Mezi nejdůležitější charakteristiku puklin patří jejich prostorová orientace (směr a sklon), hustota, velikost, rozevření, drsnost stěn, výplň puklin a následné změny v prostoru a čase. Preferenční cesty proudění v puklinovém prostředí patří mezi nejobtížněji pozorované hydrogeologické úkony. Proto v minulosti tomuto prostředí nebyla přikládána jak v České republice, tak ani v zahraničí dostatečná pozornost. Dokonce v některých starších hydrogeologických mapách byly oblasti hydrogeologických masivů označovány jako území bez podzemních vod. Výjimku tvořily semi - aridní oblasti, kde povrchové vodní zdroje často nedostačovaly a právě hydrogeologické masivy byly jediným a často omezeným dlouhodobějším vodním zdrojem. V minulých dobách proto převažovala pozornost na hydrogeologické pánve, tvořené kolektory s vysokou transmisivitou a storativitou. (Sharp, 2014; Stober a Bucher, 1999)

Hydrogeologický masiv je charakterizován třemi základními body.

- **Nejsou přítomny horniny s průlinovou porózitou.** Výjimku tvoří pouze nejsvrchnější část vertikálního profilu, tvořený zvětralinami, nebo pokryvy mladších, většinou kvartérních sedimentů. V hydrogeologickém masivu proto převažuje puklinová porózita, vznikající následkem tektonické expozice, popř. morfologické pozice hornin. Při zkoumání vlastností hornin je nezbytné brát v úvahu i rozměry puklin a puklinových zón. Vývoj a charakter puklin se neustále z časového hlediska mění.
- **Nevyskytující se stratiformní (vrstevnaté) kolektory.** Výjimku tvoří pouze v menších lokalitách zavrásněné vápence (mramory), či další litologicky odlišné horniny jako jsou kvarcity a erlany.
- **Existencí tří vertikálních zón.** Tyto zóny jsou definovány od povrchu do hloubky následujícími vlastnostmi.
 - **Svrchní či zvětralinová zóna** je tvořena zvětralinami a vznikajícími půdami s průlinovou propustností. Mocnost svrchní zóny dosahuje několika metrů. V oblastech podél poruch, nebo intenzivního zvětrávání (např. v tropickém prostředí) může tato vrstva dosahovat až několika desítek metrů. Tato zóna má zásadní podíl na míře infiltrace vod do podložních hornin.
 - **Střední či puklinová zóna** je tvořena více nebo méně pravidelně rozpukanými horninami. Důvodem k otevření puklin jsou exogenní geologické procesy, které ale s narůstající hloubkou klesají. Puklinová propustnost je proto v této zóně největší, všeobecně ale klesá s přibývajícím hloubkou. Celková mocnost puklinové zóny se pohybuje řádově od jednotek až po desítky metrů, kde dále přechází do masivní zóny. Nejen mocnost se v různých horninách může významně lišit, ale i četnost a charakter puklinové zóny.
 - **Spodní či masivní zóna** je tvořena převahou masivních hornin s minimálním výskytem izolovaných puklin či puklinových systémů. Ve větším (regionálním) měřítku však tyto systémy mohou tvořit rozsáhlou propojenou síť umožňující jak regionálnímu, tak dokonce i kontinentálnímu proudění podzemní vody. Oproti střední puklinové zóně, kde s narůstající hloubkou propustnost vody klesá. Tak v případě masivní zóny, nacházející se ve stovkách až tisících

metrech pod zemským povrchem k poklesu propustnosti nedochází, nebo dochází zcela minimálně. Puklinové systémy v masivní zóně jsou příčinou minerálních a termálních vod. (Brunclík a kol., 1986; Krásný a Sharp, 2003)

Zvětralinové a puklinové zóny vytvářejí přípovrchový kolektor hydrogeologického masivu kopírující zemský povrch. Tento kolektor se podílí jak na podzemním odtoku z území, tak především je využíván jako vodní zdroj pro svojí nejvyšší horninovou propustnost v hydrogeologickém masivu. Proudění vody v tomto kolektoru je lokálního charakteru s poměrně vyšší rychlostí. Výraznější vyšší vydatnosti mají prameny v krystalických vápencích. (Krásný a Sharp, 2003)

3.3.3 Dvojitá propustnost podzemních vod

V prostředí hornin krystalinika se vyskytuje propustnost jak puklinová, tak i **průlinovo - puklinová** s volnou až mírně napjatou hladinou. Ve starších sedimentačních komplexech převažuje právě tato propustnost s volnou až napjatou hladinou. Typickým příkladem jsou druhohorní sedimenty křídového stáří, nacházející se na celém území české křídvy v oblastech povodí Jizery, severních Čech, Dvora Králové nad Labem apod. Horninové komplexy křídových sedimentů jsou jedny z nejvýznamnějších hydrogeologických struktur s velkou zásobou velmi kvalitní podzemní vody. (Kohout a kol., 2014; Zelinka, 2013)

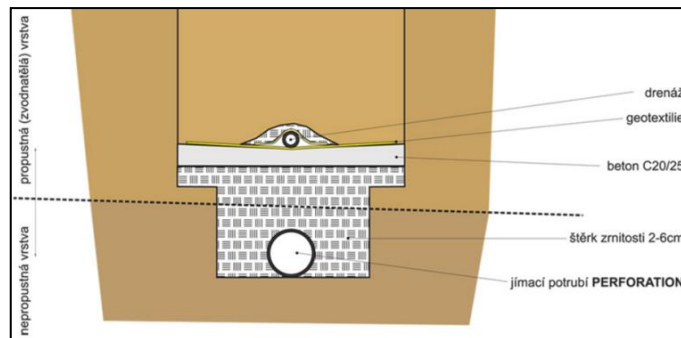
3.3.4 Horizontální jímací objekty

Tyto jímadla jsou navrhována v průlinových lokalitách, kde se nepropustné podloží nachází v malé hloubce (3 - 8 m) s malou výškou zvodnělé vrstvy. Horizontální jímací objekty se rozdělují podle odebíraného množství vody na:

- **galerie a štoly,**
- **zářezy a horizontální vrty.**

Pro **galerie a štoly** jsou typické vyšší odběry podzemních vod. Naopak pro zářezy a horizontální vrty jsou odběry výrazně nižší. **Zářezy** jsou provedeny z kameninových nebo plastových trub - drénů, kde je jejich horní polovina perforovaná a spodní plnostěnná. Drény jsou následně vedeny do pramenních jímeček, odkud je voda vedena na úpravnu vody. Průměr drénu se volí tak, aby v něm neklesla průtočná rychlost pod 0,5 m/s. Při dlouhodobých deštích sice dodávají dostatečné množství vody, ale nevýhoda spočívá především v tom, že

zářezy trvale odvodňují zvodněné prostředí a v případě sucha jsou nespolehlivé. (Strnadová a Janda, 1995; Rybníkář a kol., 1993)



Obrázek 3.6: Jímací zářez (URL 2)

3.3.5 Vertikální jímací objekty

Hydrogeologické vrty vyhloubené rotačním vrtáním jsou dnes nejrozšířenějším typem jímání podzemní vody. Vrtat lze dvěma způsoby a to bez výplachu a s výplachem. Při vrtání s výplachem se nejčastěji využívá voda bez příměsí ze zvodněného horizontu. Popřípadě se do vody ještě přidává speciální látka, která zvyšuje hmotnost a viskozitu výplachu. Po ukončení se musí celý vrt vystrojit, výplach vyčerpat a vyčistit. Vertikální jímací objekty se rozdělují na:

- šachtové studny,
- trubkové studny,
- trubní studny.

Šachtová studna disponuje velkým akumulacním prostorem, využitelný především pro nerovnoměrný odběr vody. Podle způsobu provedení se dále rozdělují na studny kopané nebo spouštěné. Hloubení spouštěné studny se provádí ručně nebo pomocí rypadla. Při ručním hloubení se provádí zapažený výkop do hloubky těsnění (2,5 až 3 m), dále při podkopávání se spouští tento plášť do nižších partií. Při rypadlovém hloubení se spouští betonový věnec s rozšířeným ocelovým břitem a za současného těžení se nad tento břit postupně vyzdívá. Vnitřní průměr šachtové studny je minimálně 1 m, u domovních 0,8 m. Dno šachtových studní by mělo být vyhloubeno minimálně 2 m pod průměrnou hladinou podzemní vody. Plášť studny má být vyveden alespoň 0,5 m nad okolní terén.

Trubková studna slouží pro jímání menšího množství vody (přibližně do 1 l/s) ze štěrkopískových náplavů a dalších vodonosných vrstev. Provádí se v průměru od 100 mm do 250 mm a s hloubkou až 100 m. Hloubka ale musí odpovídat sacím

možnostem čerpadla. Provádí se několika technologiemi v závislosti na horninovém podloží pomocí zatlačování, zavrtávání vplavováním nebo zavibrovaním. Zárubnice v trubkových studnách jsou vyrobeny z bežešvých trubek, kde se nejspodnější trubka opatřuje nátrubkovým zarážejícím hrotem pro snadnější rozrušení horniny. V celé zvodni je pak zárubnice průmyslově perforovaná, její plnostěnná část se umísťuje mezi hladinou podzemní vody a zhlaví studny.

Trubní studna se provádí od průměru 250 mm až do 1000 mm. Oproti trubkové studni slouží pro jímání většího množství vody. Nejčastěji se hloubí pomocí vrtání, proto se pro trubní studnu používá spíše **vrtaná studna (neboli vrt)**. Podle průměru trubní studny můžeme rozdělit na:

- středněprůměrové (245 až 475 mm),
- velkopřůměrové (nad 530 mm).

Nejdůležitější částí studny je aktivní část v saturované zóně, která se musí opatřit tak, aby nedocházelo ke vnikání jemných zrn z okolní horniny do studny. Samotné zhlaví studny musí být upraveno proti pronikání nečistot, nebo povrchových vod do studny. Manipulační šachta by měla být nejméně 0,5 m nad okolním terénem.

Zárubnice se umísťuje centricky do vyvrtaného otvoru. Volba materiálu je závislá na hloubce vrtu a typu jímané vody. Materiály zárubnic pro trubní studny je:

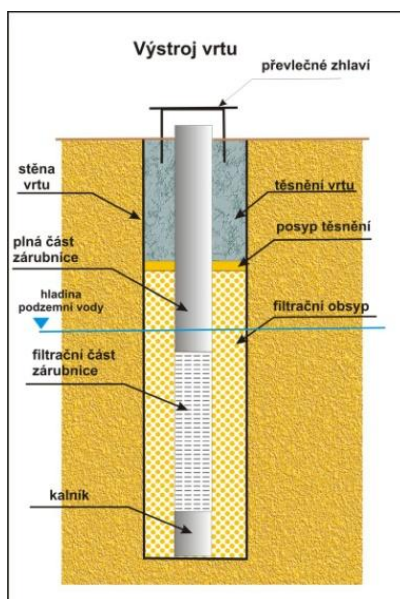
- ocel (nerezová nebo s protikorozní úpravou),
- plast (PVC, PP apod.),
- beton (pórovitý beton).

Zárubnice z nerezové oceli jsou vhodné pro jímání minerálních vod, ocelové pak pro hluboké vrty a betonové pro odvodňovací vrty. Obdobně jako u trubkových studní musí být zárubnice ve zvodni perforovaná. Udává se, že plocha otvorů má být v rozmezí 15 až 30 % z celkového pláště zárubnice. Dříve se velmi často používaly perforace s kruhovými otvory s průměrem okolo 8 mm. V dnešní době jsou na trhu různé varianty štěrbinových perforací, jako jsou:

- podélně frézované (šířka štěrbin 4 - 8 mm s výškou 100 mm),
- podélné lisované,
- můstkové,
- příčné.

Zárubnice se skládají z **děrovaných (aktivních)** a **plnostěnných (pasivních) částí**. Děrovaná (perforovaná) část se umísťuje do zvodněného prostředí a slouží k vlastnímu jímání vody. Nástavná část se nachází mezi děrovanou částí a zhlavím studny. Mezilehlá část je vložena mezi děrované části zárubnice.

Správná funkce jímacího vrtu je zabezpečena i provedeným obsypem v prostoru mezi zárubnicí a stěnou vrtu v celé hloubce zvodněné vrstvy. Obsypový materiál je z tříděného kameniva s většími zrny než jsou otvory v zárubnici. (Strnadová a Janda, 1999)



Obrázek 3.7: Výstroj vrtu (URL 3)

3.3.6 Vydatnost zdrojů podzemních vod

Vydatnost vrtu se zjišťuje čerpací zkouškou a následným matematickým výpočtem. Při odběru podzemní vody z vrtu dochází ke snížení původní volné hladiny v okolí do tvaru depresního kuželu. Úplnou studnou je taková studna, která zasahuje až na nepropustné podloží. Pokud ale zasahuje jen část do saturované zóny, jedná se o studnu neúplnou. Z vodárenského hlediska hydrodynamické zkoušky představují zjištění maximálního využitelného množství podzemní vody pro zásobování pitnou vodou.

Čerpací zkouška se provádí za ustáleného čerpání konstantního množství vody s měřením poklesu hladiny ve stanových časových intervalech. Případný pokles hladiny se měří i v dalších pozorovacích bodech (průzkumných vrtech, rybnících, vodotečích apod.). Krátkodobé čerpání trvá maximálně 3 dny, dlouhodobé 4 až 21 dní. Zjištěné údaje slouží jako vstupní podklady pro matematický výpočet vydatnosti.

Stoupací zkouška následuje ihned po ukončení čerpací zkoušky. V pravidelných časových intervalech je zaznamenáván vzestup hladiny podzemní vody jak v samotném vrtu, tak i v dalších pozorovacích bodech. I tyto hodnoty jsou použity pro matematický výpočet vydatnosti zdroje. (Alley a kol., 1999)

3.3.7 Jakost podzemních vod

Chemické složení podzemních vod závisí nejenom na složení povrchových a srážkových vod v dané oblasti. Ale především na složení půd a hornin, ve kterých podzemní voda následně protéká. Oproti povrchovým vodám, podzemní vody nevykazují organické znečištění (pokud se tedy jedná o nekontaminované prostředí). V některých případech obsahují minerální sloučeniny, jako je CO_2 (působící korozivně na rozvodné vodovodní sítě), sole Fe a Mn (způsobují zhoršenou kvalitu pitné vody a zanášejí vodovodní síť). Složení podzemních vod ovlivňuje i tak řada vlivů jako je:

- **Přímé rozpouštění.** Které ale nestačí k vytvoření vyšších koncentrací rozpuštěných látek. Výjimku tvoří pouze snadno rozpustné minerály (sádrovce, kamenná a draselná sůl apod.) a huminové látky obsažené v půdě.
- **Chemické působení.** K větší mineralizaci je nutná přítomnost oxidu uhličitého nebo minerálních kyselin (v důlních vodách). Méně rozpuštěné uhličitany Ca, Mg, Fe, Mn se mění na rozpustné hydrogenuhličitany.
- **Vliv srážkových a povrchových vod.** Toto se týká především mělkých podzemních vod, do kterých se vlivem srážkových a povrchových vod mohou zanést specifické anorganické a organické škodliviny (toxické kovy a uhlovodíky).
- **Modifikující přeměny** podléhající na výměně iontů, chemické a biochemické oxidaci a redukci. (Pitter, 2015; Malý a Malá, 1996)

Kvalita podzemních zdrojů v rámci České republiky je velice různá. Základní kvalitativní charakteristiky jako jsou obsahy vápníku, hořčíku, hydrogenuhličitanových (HCO_3) iontů a celková mineralizace spolu úzce souvisí. Je pravidlem, že s rostoucím obsahem rozpuštěných minerálních látek vzrůstá i obsah vápníku, hořčíku a hydrogenuhličitanových iontů. Minimálně mineralizované vody (maximálně do 250 mg/l) se vyskytují v pohraničních oblastech, jako jsou Severní, Západní a Jižní Čechy. Vody s vyšší mineralizací (od 250 mg/l do 500 mg/l) a tím pádem i s vyšším obsahem vápníku a hořčíku a

HCO₃ větším než 3 mmol/l se nacházejí ve Středních a Východních Čechách. Velice proměnná mineralizace je na Litoměřicku, jižně od Plzně a na Třeboňsku, kde se vyskytují hodnoty i nad 500 mg/l, Ca a Mg vyšší než 3 mmol/l a HCO₃ též s vyšším než 3 mmol/l. (Broncová a kol., 2012)

Nejčastějším zdrojem znečištění jsou průsaky z podzemních nádrží a skládek, poruchy kanalizačních sítí a zemědělské aktivity. V případě porušené kanalizační sítě, žumpy nebo nelegálního zakopaného odpadního trativodu se do podzemních vod dostává fekální znečištění. Následkem je pak zvýšený obsah draslíku, amoniaku, dusitanů, dusičnanů a koliformních bakterií (např. *Escherichia coli*). Znečištění podzemních vod odpadními vodami se zjistí až opožděně, většinou při kontaminaci celého kolektoru. V případě povodní a následné kontaminace podzemních vod je znečištění velmi rezistentní, kdy ani důkladné odčerpání a vyčištění vrtu není zárukou obnovení kvality jímané vody. Kontaminace dle původu a hydrogeologických vlastností horniny přetrvává ve zvodni týdny až měsíce. Nezanedbatelný vliv na kvalitu vody má i mikrobiální aktivita při samočisticím procesu. (Mlejnková a Horáková, 2004; Novotný, 2003)

Tabulka 3.5: Hlavní rozdíly mezi povrchovou a podzemní vodou (Slavičková a Slaviček, 2006)

Charakteristika	Povrchová voda	Podzemní voda
Teplota	Značně kolísá	Relativně stabilní
Barva a zákal	Jíl, řasy, huminové látky	Rozpuštěné látky, kovy
Rozpuštěné látky	Časté změny	Konstantní (vyšší koncentrace než u povrchových vod)
Železo, mangan	Většinou nejsou (pouze u dna)	Běžný výskyt
Agresivní CO ₂	Obvykle žádný	Často vysoký výskyt
H ₂ S	Obvykle žádný	Občasný výskyt
NH ₄ ⁺	Ve znečištěné vodě	Výskyt, ale bez IH
NO ₃ ⁻	Obsah nízký (vysoký při znečištění)	Vysoký obsah při znečištění
Si	Obsah nízký	Obsah často vysoký
Mikroznečištění	Nepravidelný výskyt	Většinou žádný výskyt
Živé mikroorganismy	Bakterie, viry apod.	Železité bakterie
Chlorované uhlovodíky	Nepravidelný výskyt	Ne
Eutrofní charakter	Často, vzrůstá s teplotou	Ne
KNK _{4,5}	Nízké hodnoty	Vysoké hodnoty
pH	6 – 8,5; výjimečně 4,0	6 - 7

3.4 Vodohospodářství a klimatické změny

V dnešní době jsou klimatické změny a vliv na hydrogeologické poměry velmi aktuální otázkou pro budoucí zajištění vodních zdrojů. Je třeba upozornit, že klimatické změny nejsou pouze momentální záležitostí. V minulosti docházelo v kratších, nebo v delších obdobích k výrazným klimatickým změnám. V současné době se vedou na toto téma mnohé diskuze, je tedy nepochybné, že se nacházíme v období klimatických změn. Oproti historickým dobám prošlo lidstvo mimořádným technickým rozvojem se zřetelnou změnou v životním prostředí. Dopady klimatických změn jak globálního, tak i regionálního charakteru mají mít vliv na každého z nás. Je nutné přijít na způsob, jak čelit těmto změnám, aniž by se omezil rozvoj lidstva.

Aplikovaná řešení ke zmírnění klimatické změny bude pravděpodobně zcela odlišná v různých oblastech planety Země. Volba opatření musí být založena s ohledem na přírodovědecké, historické, sociálně - ekonomické a technické aspekty. Neméně důležité bude najít eventuelní kompromis mezi všemi dotčenými a názorovými skupinami. (Krásný, 2008)

Adaptační opatření počítá především v prosazování postupů k zajištění vyšší retenční schopnosti vody v krajině a ve zlepšení připravenosti celého povodí na pravděpodobné negativní vlivy. Dosavadní přístupy prevence jsou velmi defragmentované s mnohými nedostatky v koordinaci při řešení možných prevencí. Aplikace pouze jednoho typu opatření znamená v budoucnu nevyváženost, která může znamenat prohloubení negativního působení klimatických změn. Navrhované opatření v krajině se v některých případech dostává do konfrontace s plánovacími postupy při komplexních pozemkových úpravách, nebo územním plánování. Úplná realizace komplexních pozemkových úprav je často zdoluhavá a komplikovaná. Z vodohospodářského hlediska především chybí legislativní prostředí pro výkup pozemků pro správce daného toku. Plánovací krajinné agendy jsou navíc vedeny různými resorty a spravovány za rozdílnými účely. Často koexistuje na jednom určitém opatření více programů a to např. od Ministerstva zemědělství (Program prevence před povodněmi, Program rozvoje venkova), nebo od Ministerstva životního prostředí (Operační program životního prostředí). Tyto dva resorty pak mohou mít v kontextu dokonce protichůdný výsledný efekt. (Rieder a kol, 2014)

Tabulka 3.6: Vodního bohatství České republiky (Slavík a Neruda, 2014)

Položka/rok	Roční hodnoty v mil. m ³								
	2002	2003	2004	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Srážky	71298	40695	53629	59544	48818	58676	68692	49449	54812
Evapotranspirace	48533	29319	41473	46194	37394	44090	46824	35511	42239
Roční přítok do ČR	1341	524	640	637	462	714	781	482	492
Roční odtok z ČR	24106	11900	12796	13987	11886	15300	22649	14420	13065
Spolehlivé zdroje povrchových vod	6506	3758	4270	4673	4503	5112	8788	5770	5195
Využitelné zdroje podzemních vod	1625	1195	1224	1244	1209	1266	1594	1340	1311

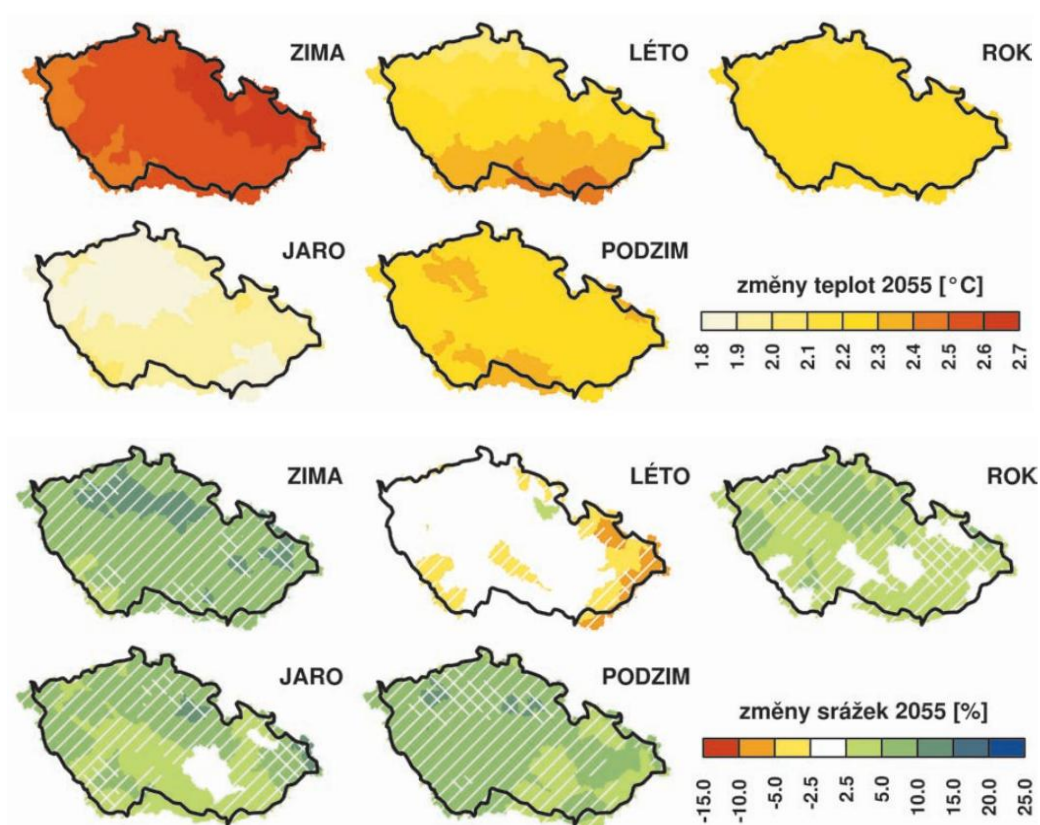
V České republice lze pozorovat změnu klimatu ovlivňující hydrologický režim již řadu let. Nejvýraznější **změny jsou patrné na teplotách vzduchu**. Mezi sledovaným obdobím 1961 - 1980 a 1989 - 2005 vzrostla v průměru teplota až o 1,2°C v závislosti na lokalitě. Tyto změny se nejvíce týkají letních měsíců na jihu a jihovýchodě republiky, v zimních a jarních měsících v západních částech země. **Se zvyšující teplotou roste potenciální evapotranspirace**, tím dochází k rychlejšímu úbytku vody z povodí. Právě růst potenciální evapotranspirace je kompenzována na většině území republiky mírným nárůstem srážek. Výjimku tvoří oblast Středních Čech (Rakovnicko), kde dochází k poklesu srážek (na jaře až o 20 %). Kromě změn územního rozložení srážek je důležitá i změna jejich intenzity, a to zejména proto, že v případě nízkého úhrnu dochází k velkému odpařování. K výrazným poklesům vysokých srážkových intenzit dochází na jaře a na podzim ve Středních a Severních Čechách, tak i na Střední a Jižní Moravě. V zimě a v létě dochází ve většině částí republiky naopak k růstu srážkových úhrnů. Výraznější změny na celkovém ročním úhrnu srážek se zatím nepotvrdily, především ale **dochází ke změně rozložení srážek v průběhu roku**. (Hanel a kol., 2011; Soukalová a Muzikář, 2015)

3.4.1 Scénáře změny klimatu

Nezbytným podkladem pro vyhodnocování dopadů globálního oteplování je samotný odhad klimatické změny. Od devadesátých let minulého století je připravena řada scénářů změny klimatu v České republice. Tyto scénáře jsou založeny na simulacích jak globálních, tak i regionálních klimatických modelech. V nedávné době byla vytvořena řada studií využívající globální klimatické modely IPCC AR4, regionální klimatické modely z projektu **ENSEMBLES** či simulace modelu ALADIN - CLIMATE/CZ od Českého hydrometeorologického ústavu. V

České republice se předpokládá nižší růst teplot a nižší pokles (nebo naopak vyšší růst) srážek, rozdílné závěry jsou tedy závislé na použitém scénáři. *Hanel a kol. (2011) zmiňují klimatický model ENSEMBLES, podle kterého dojde v rámci České republiky k nárůstu ročního srážkového úhrnu. Naopak Krásný (2008) očekává zmenšení dlouhodobých srážkových úhrnů.*

Většina klimatických modelů se shoduje na růstu teploty v ročních průměrech, dále na růstu srážek v severní Evropě a poklesu v jižní Evropě. V rámci České republiky se počítá s **růstem teploty** během celého roku a s **mírným růstem srážek** (nárůst srážek především v zimním období, pokles v letním období). Růst průměrných ročních srážek je většinou udáván do 10 % pro časový horizont 2025 až 2055 a do 20 % do roku 2085. Největší růst teplot lze očekávat v zimním období (pro některé časové horizonty i na podzim), nejnižší růst lze zpravidla očekávat v jarním období. Ve scénářích teplota roste oproti současné době v průměru o něco málo více než 1 °C pro rok 2025, o 2 °C pro rok 2055 a o 3 °C pro rok 2085.



Obrázek 3.8: Průměrné změny teplot a srážek pro rok 2055 z projektu ENSEMBLES. (*Hanel a kol., 2011*)

Klimatické změny mohou zapříčinit nebo zvětšit potíže v obdobích hydrologického **sucha** nebo při výskytu **povodní**. Oba extrémy mohou poškozovat ekosystémy, jak v plošném měřítku krajiny, tak i ekosystémy přímo vázané na vodní toky. Zmírnění účinků těchto extrémů je možné docílit dvěma způsoby a to tím, že buď zmenšíme naše všeobecné požadavky, nebo zajistíme adaptační opatření vedoucí ke zmenšení dopadu klimatické změny. (Hanel a kol., 2011)

3.4.2 Sucho

Srážkové deficity postihují převážně rozsáhlá území s krátkodobým až sezónním trváním. Nástup suchých period je pozvolný, ale důsledky jsou nepříznivé až nevratné. Předpovědět období sucha je z meteorologického hlediska velice složité a samotná prevence je obtížná a nákladná. Zatím neexistuje tak rozsáhlý systém ochrany vůči suchu, jako u povodňových situací. Sucho lze rozdělit do několika kategorií.

- **Meteorologické sucho** je vyjádřeno zápornou odchylkou aktuálního úhrnu přirozených srážek od srážkového normálu. Vyjadřuje jednu z primárních příčin sucha.
- **Hydrologické sucho** se vyjadřuje pomocí deficitů povrchových a podpovrchových zásob vody. Ve vodních tocích nastává často pokles až k minimálnímu zůstatkovému průtoku. Celkový průtok je dotován obvykle pouze ze základního odtoku podzemních vod. Povrchový, tak i hypodermický odtok se snižuje, až zastavuje.
- **Zemědělské sucho** se obvykle vztahuje k potřebám půdní vláhy konkrétních plodin. Hodnota zásoby vody v půdě je ovlivněna fyzikálními a hydropedologickými vlastnostmi půdy tzv. hydrolimity (polní vodní kapacitou, bodem snížené dostupnosti a bodem vadnutí).
- **Sociálně - ekonomické sucho** se projevuje nepříznivými společenskými poměry při nedostatku dostupné a jakostní vody. Se změnou klimatických podmínek se předpokládá nárůst vláhových deficitů a nerovnoměrné rozdělení vod, proto je žádoucí s vodou řádně hospodařit. (Rožnovský a Litschmann, 2004; Slavík a Neruda, 2014)

Výskyt sucha v podzemních vodách přímo ovlivňuje i povrchové vody a další složky životního prostředí. Může vést až ke krizovým situacím jak v životním prostředí, tak i v zásobování obyvatelstva pitnou vodou. Pokles tvorby přírodních

zdrojů podzemních vod lze očekávat v níže položených oblastech, jako je Jižní Morava a Česká křídová pánev. V těchto oblastech hrozí z důvodu zvýšené aridity (převaha výparu nad srážkami) dokonce předpoklad pro větší zasolení půdy a podzemních vod. (Krásný, 2008; Soukalová a Muzikář, 2015)

3.4.3 Povodně

S probíhající změnou klimatu je pravděpodobné, že se četnost a výraznost sucha, nebo povodní bude zvyšovat. Podle zákona 254/2001 Sb. se za povodeň označuje „*Přechodné výrazné zvýšení hladiny vodních toků nebo jiných povrchových vod, při kterém voda již zaplavuje území mimo koryto vodního toku a může způsobit škody tím, že z určitého území nemůže dočasně přirozeným způsobem odtékat nebo je její odtok nedostatečný, případně dochází k zaplavení území při soustředěném odtoku srážkových vod*“. Povodeň může být způsobena přírodními jevy, jako je tání sněhu, dešťovými srážkami, chodem ledů a poruchou vodního díla (zvláštní povodeň).

Nejčastější příčina povodní v České republice je z dešťových srážek nebo z rychlého tání sněhu při zvýšených teplotách vzduchu. Průběh povodně se v různých částech povodí nevyvíjí stejně. To je způsobeno rozdílnými srážkovými úhrny a intenzitami v povodí, průtočnými úseky koryt vodních toků apod. Podle příčin a sezónního výskytu se povodně rozlišují na:

- **letní** (regionální a krátké přivalové deště).
- **zimní** (tání sněhu nebo pohyb ledových mas).

Krátký přivalový déšť je charakteristický pro svoji krátkou dobu mezi dešťovým přívalem a vrcholem povrchového odtoku. Tyto povodně se typicky vyskytují v letních obdobích z důvodu tvorby konvektivních dešťových srážek (bouřek). Nejčastěji jsou postiženy drobné vodní toky. V případě více izolovaných bouřkových útvarů na větším území se projevuje povodeň s větším negativním dopadem na obyvatelstvo v údolích.

Umělá neuronová síť (ANN) je jednou z matematických modelů pro předpověď povodní. Tyto matematické modely pracují s historickými daty a umí předpovědět velikost průtoku za 1 až 2 hodiny. Nejčastější variantou umělé neuronové sítě jsou perceptronové sítě s algoritmem zpětného šíření chyby (back propagation). (Slavík a Neruda, 2014)

3.4.4 Zvyšování množství vodních zdrojů

Pokud se naplní scénáře možného vývoje klimatu, bude pravděpodobně nutné zvýšit množství vodních zdrojů. V případě nenalezení potřebných vodních zdrojů, lze očekávat omezování spotřeby. Zvýšení množství vodních zdrojů lze docílit několika způsoby.

- **Výstavbou údolních nádrží.** Vzhledem k nerovnoměrnosti průtoků se rozlišují nádrže se sezónním a víceletým vyrovnáváním průtoků. Podle odběru se rozdělují do 3 kategorií:
 - I. kategorie odběr větší než 300 l/s,
 - II. kategorie odběr 50 - 300 l/s,
 - III. kategorie odběr menší než 50 l/s.
- **Převáděním vodních zdrojů.** Spočívá v místním přerozdělení vodních zdrojů pomocí potrubí, nebo otevřenými gravitačními kanály. V České republice nyní existuje téměř 50 převodů vody. Jeden z nejznámějších převodů vody je štolový přivaděč z nádrže Švihov do Prahy.
- **Umělá infiltrace** se využívá pro zvýšení objemu podzemních vod. Množství infiltrované vody především závisí na filtračních vlastnostech půdy. Základní podmínkou pro umělou infiltraci je vydatný zdroj povrchové vody s vyhovující kvalitou. Druhou základní podmínkou je existence dostatečně rozsáhlého propustného horninového prostředí. Mezi způsoby umělé infiltrace patří:
 - vsakovací nádrže,
 - infiltrační drenáže,
 - vsakovací vrty. (Strnadová a Janda, 1995)

3.4.5 Adaptační opatření

Adaptační opatření v krajině spočívá ve **zlepšení vodního režimu krajiny** a zmenšení povodňového odtoku z bleskových povodní. Větší retence vody v krajině ale znamená i zvýšení potenciální evapotranspirace. Toto opatření ale v období hydrologického sucha nemá znatelný význam pro zvětšení průtoků a zásob podzemní vody. V současné době má velký význam mnoho vodohospodářských opatření ke zmírnění dopadů hydrologického sucha. Mezi nejvýznamnější patří vodní nádrže a převody vody. Ustupuje se ale od rozsáhlých technických úprav koryt a břehů toků. Tyto věci byly v minulosti nejvíce prosazovány a nyní se ukazuje, že v mnoha případech to byl pouze jednostranný přístup k vyřešení situace. V dalších vodohospodářských

opatření lze sledovat možný budoucí vývoj, jako je vícenásobné využívání vody, snižování požadavků na odběr vody a také v případné změně legislativy v závislosti na klimatických změnách. (Hanel a kol., 2011)

Opatření v krajině

- **Organizační opatření** vychází ze znalosti příčin erozních jevů a zákonitostí. Řešením jsou protierozní zásady, kde dochází ke změně tvarů a velikostí pozemků, ochrannému zatravnění a zalesnění, protieroznímu rozmístování plodin a změně osevních postupů či k pásovému střídání plodin.
- **Agrotechnické opatření** je např. výsev do ochranné plodiny, strnišť, mulče či posklizňových zbytků.
- **Biotechnické a technické opatření** se týká systému protierozních mezí, průlehů, pásů, příkopů, ochranných hrázek, teras a poldrů. Spočívá v zadržení alespoň části přívalových vod a následného vsakování. Limitujícím faktorem pro realizaci opatření v krajině jsou ve většině případů vlastnické práva a vztahy. (Krásný, 2008, Rieder a kol., 2014)

Opatření na tocích a nivě

- **Změna využití daných pozemků** v místech s nejvyšším přímým odtokem. Efektivní změnou je převod z orné půdy na trvalý travní nebo lesní porost. Jako nejméně efektivní se jeví pouhá druhová změna v lesních porostech.
- **Změna využití v oblastech údolních niv** s ohledem na jejich značnou antropogenní přeměnu. Za podstatné je považována změna z orné půdy na trvalý travní porost v úzkých nivách. V případě široké nivy až do vzdálenosti 50 m od břehové čáry. To je vzdálenost, kde se významně podílejí erozivní a akumulární procesy.
- **Revitalizace na tocích** s umělým napřímením a s tvrdou technickou úpravou. Odstraněním těchto úprav se dosáhne přirozeného vybřežení a následné akumulace vody v nivě.

Opatření v urbanizovaném území

- **Zvýšení infiltrace** dešťové vody za pomoci retenčních a vsakovacích objektů. Z vodohospodářského hlediska je ale výhodnější srážkovou vodu v urbanizovaných lokalitách zachytit a dále využívat, než nechat infiltrovat.

Vodohospodářské opatření

- **Zefektivnění hospodaření s vodními zdroji.** Efektivnost spočívá ve využití zadržené vody v nádržích a v převodu mezi povodími. Tento převod je založen na principu převedení vody z místa, kde je jí dostatek, do míst, kde se jí nedostává. Jedná se buď o umělé toky (např. Zlatá stoka) nebo dálkové vodárenské převody (např. ze Švihova do Prahy). Mezi vodohospodářské opatření patří i suché nádrže (poldry) určené pro protipovodňovou ochranu.

Snížení požadavků

- **Cenovou politikou.** Tato metoda se nejvíce uplatila po roce 1989, kdy došlo k výraznému poklesu spotřeby vody až k současnému stavu. K dalšímu poklesu by bylo možné dosáhnout pouze dočasným omezováním dodávky vody (s politickými a hospodářskými důsledky). (Hanel a kol., 2011; Horáček a kol., 2011)
- **Technické řešení** spočívá v minimalizaci ztrát vody z vodárenských soustav. Jistý prostor pro snížení odběrů vody je v domácnostech ve využívání úspornějších elektrospotřebičů (pračky, myčky) a ve vodoinstalaci (vodovodní baterie, splachovací systémy apod.).
- **Volbou vhodné závlahy** s preferováním mikrozávlah (především mikropostřiku, bodové a kapkové závlahy). Tyto metody závlah sníží spotřebu vody až o 50 % oproti klasickému postřiku. (Kuklík, 1985)
- **Dokonalejším čištěním odpadních vod** a s tím související menší požadavky na jejich ředění. Podstata menšího ředění spočívá v terciálním stupni čištění odpadních vod, kde samotná realizace ale vyžaduje značné investiční a vyšší provozní náklady.

Legislativní opatření

- **Novelizovat zákon č. 254/2001 Sb.** Je třeba zpracovat systém sledování, předpovědi a návrhy k opatření při výskytu hydrologického sucha. Kdy při zachování minimálních průtoků nelze splnit požadavky na odběry vody z povrchových zdrojů. Stanovit priority a postupy podle míry dopadů na obyvatelstvo, životní prostředí, zemědělství a další odběratele. Proto v létě 2015 vláda schválila materiál „Přípravy realizací a opatření pro zmírnění negativních dopadů sucha a nedostatku vody“. (Hanel a kol., 2011; MZe, 2016)

4. METODIKA

Tato diplomová práce byla rozdělena na část rešeršní a na část týkající se města Dobříš, vodní bilanci a udržitelnost vodních zdrojů. Rešeršní část je tedy postavena na informacích získaných z prostudování odborné literatury. Největší váha je přisuzována podzemním vodám a to z důvodu, že řešené území je v současné době zásobováno převážně z podzemních vodních zdrojů. V minulosti tomu bylo ale naopak, tudíž povrchovým vodám je věnováno o poznání méně prostoru. Důraz je kladen na jednotlivé jímací objekty, jakosti a v případě podzemních vod na charakteristiky jednotlivých kolektorů. Všechny tyto informace vedou k následnému lepšímu porozumění v oblasti vodních zdrojů situovaných okolo města Dobříše. Poslední podkapitola literární rešerše je věnována klimatickým scénářům a možným opatřením. Důvodem pro začlenění této podkapitoly je vzrůstající veřejný zájem o tuto problematiku s dopady na vodohospodářství.

Řešenému území je věnována většina této práce od páté kapitoly. Nejprve bylo nutné rozdělit na samotné podkapitoly jak město Dobříš, tak i obec Starou Huť. Důvodem pro toto rozdělení je skupinový vodovod, který zásobuje tyto spotřebišťe. Pro každý územní celek jsou získány údaje o největších odběratelích, jako je průmysl, školy, jídelny a další významná občanská vybavenost. Návrhové období územního plánu města Dobříš byl stanoven na rok 2025, tudíž se i tento rok stal pro tuto práci zcela klíčovým. Na tomto základě se určil počet obyvatel v obou řešených územích v roce 2025. V kapitole vodní bilance jsou zahrnuty výpočty pro získání průměrné a maximální denní potřeby vody pro rok 2025. Právě na maximální denní potřebu jsou dimenzovány zařízení pro odběr vody z vodních zdrojů, kapacita úpravny vody, přiváděcí řady do vodojemu a samotné vodojemy. Do potřeby vody jsou zahrnuty i současní zaměstnavatelé s více než 50 zaměstnanci. V jednotlivých případech je ale počítáno s horní hranicí počtu zaměstnanců. Ve výpočtech je dále uvažováno se zaplněním maximální současné kapacity mateřských, základních a středních škol. Ten samý případ platí i pro jídelny, středisko zdraví a domov seniorů. Pro lepší názornost a porovnání je spočítána i potřeba nejenom pro rok 2025, tak i pro rok 2015. V kapitole udržitelnosti vodních zdrojů jsou dopodrobna rozebrány současné vodní zdroje. Tím je zjištěn nejdůležitější údaj - celková vydatnost všech zdrojů. Ta je pak srovnávána s možnou potřebou vody pro rok 2025. V závěru je uvažováno s vyřešením mimořádné situace za předpokladu nedostatečných vydatností současných vodních zdrojů.

5. POPIS OBCE

5.1 Město Dobříš

Město Dobříš se nachází 40 km jihozápadně od hlavního města Prahy ve Středních Čechách. Největší dominantou je veřejnosti přístupný rokokový zámek ve vlastnictví Dipl. Ing. Jerome Colloredo - Mannsfelda. Charakteristickým rysem tohoto města je jeho umístění uprostřed lesů. Město je díky své poloze vyhledávaným místem pro zimní a letní rekreace. Právě lesnatá krajina s četnými rybníky nabízí příjemné vyžití pro pěší turisty, cyklisty, i lyžaře. Současné společenské a ekonomické podmínky umožňují, že počet obyvatel neustále narůstá (poslední dostupný údaj z Českého statistického úřadu z **1. 1. 2015** udává **8878 obyvatel**). S tím souvisí i rozvíjející oblast průmyslu, obchodu a služeb. Město Dobříš proto připravilo oblasti pro výstavbu rodinných domů, tak i průmyslové zóny. V rámci města se posílil přívod elektrické energie, vybudovala se plynofikace v téměř celém městě, včetně řady nových komunikací.

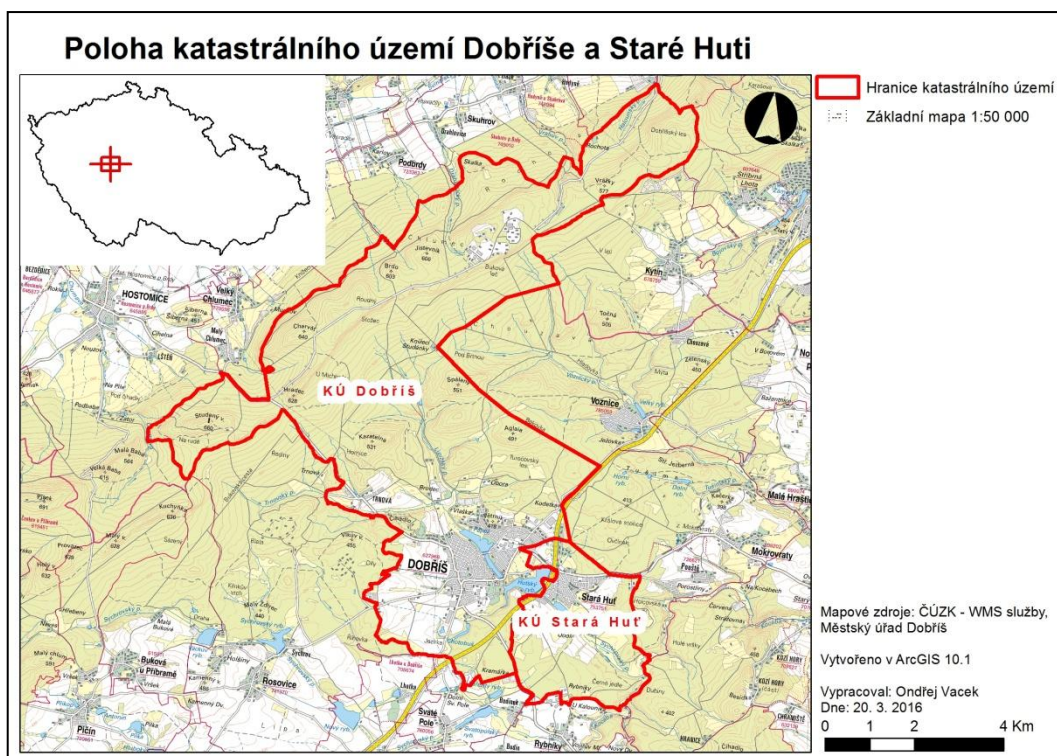


Obrázek 5.1: Panorama města Dobříš (© Jiroušek, 2016)

Mezi největší výhody města Dobříše patří blízkost jednoho z hlavních dopravních tahů z Prahy na jih Čech. Těsně po okraji města vede čtyřproudová komunikace D4, zajišťující velmi pohodlné a zejména rychlé spojení s hlavním městem a dalšími regiony České republiky. Vzhledem k této skutečnosti je provozována autobusová doprava směrem do Prahy či Příbrami s odjezdy každou půlhodinu po celý den. (Průša, 2005)

Tabulka 5.1: Základní údaje o městě Dobříš (MÚ Dobříš, 2016)

Okres	Příbram
PSČ	263 01
Poloha	N 49°46', E 14°10'
Nadmořská výška	371 m n. m.
Katastrální výměra	53,41 km ²
Vzdálenosti	Praha 40 km, Příbram 17 km, Strakonice 70 km



Obrázek 5.2: Poloha katastrálního území Dobříše a Staré Huti (Vacek, 2016)

5.1.1 Historie města

Pověsti vypráví, že jeden z čeledínů z kmene Čechů, **vладыka Dobřich (Dobroch)** odešel daleko na jih od Řípu. V brdských lesích nechal postavit opevněný dvorec. Vypráví se, že pokud tento dvorec objevili náhodní kolemjdoucí, tak jim bylo sděleno, že zdejší místo patří Dobříeše (ve staročeštině), tedy Dobřichovi. Na základě této pověsti lze usoudit, že dodnes dochované slovanské hradiště „Obora“ nebo též „Na valech“ (nedaleko dnešního Dobříše) je možné s touto pověstí pravděpodobně spojit. (Čáka, 1988)

První písemná zmínka o Dobříši pochází z roku **1252** v dokumentech o královském dvorci na Zlaté stezce, kde pobýval král Václav I. Původní místo (v té době ještě vesnice) bylo na výšině v okolí současného dobříšského hřbitova. Za vlády Jana Lucemburského nedaleko této vesnice byl postaven lovecký hrádek Vargač. Janův syn, Karel IV. nechal na dobříšský hrádek přenést nejvyšší lovcí úřad české koruny a připojil k němu třináct panství. Karlovův nástupce Václav IV. pravděpodobně povýšil Dobříš na městečko. Husitské války a neustále se měnící šlechtičtí držitelé královského panství zapříčinili, že v 16. století lidé z městečka odešli. Namísto zaniklého městečka vznikla tatáž vesnice, ale necelý kilometr západněji v okolí dnešního Mírového náměstí. V roce 1630 se Dobříš znovu oddělila od královské koruny a následně byla koupena pruským hrabětem

Brunem z Mannsfeldu. Po skončení třicetileté války měla Dobříš pouze 53 domů a z toho 49 obydlých. V roce 1666 se začalo s výstavbou malého zámku a následně roku 1745 došlo k jeho výraznému rozšíření ve slohu pozdního baroka s rozsáhlým parkem. Celá stavba trvala 20 let, během kterých už Mannsfeldům patřil titul knížat. Příslušník opočenského rodu Colloredo vyženil Dobříš pouze pod podmínkou, že ke svému jménu připojí ještě druhé a to Mannsfeld. Důvodem bylo to, že rod Mannsfeldů v roce 1780 vymřel po meči. Přestavba zemské silnice na počátku 19. století a následující zvýšení cestovního ruchu Dobříši prospěly. K oficiálnímu povýšení městečka na město došlo v roce 1853. Roku 1865 dochází ke vzniku první rukavičkářské živnosti. Šití rukavic se tu brzo rozšířilo a stalo se základem pro rozsáhlý závod, jehož rukavice byly známy v celém světě. (Čáka, 1988)

5.1.2 Historie dobříšského vodovodu

Rozvoj průmyslu v návaznosti na nárůst počtu obyvatel města Dobříše vyvolal v druhé polovině 19. století potřebu zřízení vodovodu. Doposud jediným zdrojem pitné vody byly studny s různou kvantitou, tak především i kvalitou. Nebylo výjimkou, kdy do studen prosakovaly odpadní vody vylévané a vypouštěné do povrchových recipientů, odpady z chovů domácího zvířectva a další průsaky z hnojišť, záchodů apod.

Colloredo - Mansfeldové s dobříšským zámkem a velkostatkem patřili a stále patří k důležitým hospodářům ve městě. Právě na zámku se tehdy nedostatek pitné vody projevil nejvíce. Podmětem pro výstavbu vodovodu byl i výskyt tyfu, kterým onemocněli i členové knížecí rodiny a dvě osoby ze služebnictva dokonce zemřely. Daná situace se vyřešila v roce 1879 - 1880 výstavbou 7 km dlouhého dřevěného vodovodu za celkové náklady 25 000 zlatých. Obecní zastupitelstvo se dohodlo s knížecím velkostatkem, že část vody se bude dodávat i místnímu obyvatelstvu. Vodovod byl pojmenován podle majitele panství Josefa Colloredo-Mannsfelda jako Josefský. Jelikož došlo k vysvěcení vodovodu 15. 10. 1880, kdy měla i Terezie Colloredo-Mannsfeldová narozeniny, byl někdy také nazýván jako Tereziánský. **Prvním vodním zdrojem se stala „Roubená studánka“** nedaleko dnešních zářezů v prameništi Baba.

Celé čtvrtstoletí trvalo, než město zřídilo vlastní vodovod. Důvodů k dlouhému odkladu bylo zřejmě více, ale tím nejvýznamnějším byly finanční prostředky. Začátek 20. století se nesl nejen v hospodářském vzestupu, ale také v nárůstu

počtu obyvatel. **V roce 1900 byla Dobříš už okresním městem s 3532 obyvateli.** Obyvatelstvu sloužilo kromě odběrného místa u kostela i 4 veřejné studny a několik soukromých. **V roce 1903** se přistoupilo k jednání o **zřízení městského vodovodu** napojeným především na veřejné budovy. Bylo vybráno více vodních zdrojů s celkovou vydatností až 84 l/s, což překračovalo celkovou potřebu města na několik dalších let. Za celkové náklady 160 000 Kčs byl vybudován v roce 1909 první veřejný vodovod. Vodní zdroje umístěné v brdských lesích ale od roku 1935 nestačili zásobovat město. Z finančních důvodů se nepřistoupilo k zajištění nových, tak ani k rekonstrukci příváděcího řadu. Za 2. světové války byl dobříšský zámek zkonfiskován, prohlášen za říšskoněmecký majetek a sídlo protektora Kurta Dalugeho. V roce 1943 byl vznesen požadavek na město, aby se ihned zajistily vyšší dodávky pitné vody pro zámek. Došlo tak k nalezení nového vodního zdroje a k následné rekonstrukci zářezů v oblasti prameniště Baba. Provedla se i výměna potrubí mezi „Roubenou studánkou“ a dvorem na Trnové. (Marvanová, 2015; Vacek a kol., 2005)

5.1.3 Geologické poměry

Město Dobříš a jeho okolí leží v jihovýchodním křídle barrandienského proterozoika, jehož geologické poměry jsou v severním okolí Dobříše velice spletité. Severozápad katastrálního území Dobříše je ohraničeno geomorfologickým výběžkem brdského pohoří s místním názvem **Hřebeny** (přírodní park). Tato oblast je z geologického hlediska tvořena **spodnokambrickými horninami sedimentárního původu**. Jedná se o kontinentální **povrchové usazeniny** vzniklé před 542 - 488 miliony let. Spodnokambrické horniny jsou zastoupeny především úlomkovými **slepenci** složených z valounů různých druhů hornin.

- **Slepence** vyskytující se v okolí Dobříše *Fiala (1948) rozdělil na slepence lipížské a slepence dobříšské*. Předem je nutné zmínit, že z *petrografického hlediska se mezi sebou neliší*. Jediným rozdílem je to, že lipížské slepence jsou starší a v profilu se vždy vyskytují v blízkém podloží buližníků. Oba slepence mají převážně drobové valouny uložené v drobovém tmelu. Tvoří většinou lavice, které jsou uložené souhlasně v ostatním souvrství. Barva je zelenošedá a s přibývajícím zvětráním se mění do světlejší žlutavé barvy. (Štych, 1996)

Většina území okolo města Dobříše je ale tvořena **proterozoickými horninami sedimentárního původu** vzniklými před 542 miliony a více lety. Jedná se o **mořské usazeniny** prošlé postupnou geologickou proměnou až do dnešní podoby. Proterozoické horniny jsou zastoupeny pevnými tmavošedými **břidlicemi, droby a prachovci**. (Vacek a kol., 2005)

- **Jemné jílovité břidlice** jsou tmavošedé až namodralé barvy. Většinou obsahují písčitou příměs se zrnky křemene a živců, jejichž obsah je silně variabilní. Odlučnost je lavicová až střípkovitá s jílovitým charakterem povrchového zvětrávání. (Štych, 1996)
- **Droby** tvoří zpravidla mocné lavice, nebo deskovité vrstvy se střídáním jílovitých břidlic s četnými přechody do drobových břidlic. Tmelem je různě prokřemenělá jílovitá hmota zpevněná tlakem a značně odolávající zvětrávání. (Brunclík, 1986)
- **Prachovce** jsou sedimentární horniny vznikající postupným zpevněním prachových částic. Skládají se z drobných zrněk křemene, živců, slíd, jílových a těžkých minerálů. Charakteristickým znakem prachovců je jejich tenká vrstevnatost a výskyt společně s droby nebo jílovými břidlicemi. (Kožušníková a kol., 2015)

Vývoj Českého masivu zahájený v neogénu před 20 miliony lety a rychlé klimatické změny se střídáním ledových a meziledových dob dotvořili v pleistocénu před 1,8 mil. až 10 000 lety krajinou morfologii okolo města Dobříše. V tomto období šlo o dominantní zvětrávání hornin, které přetrvá až do dnešní doby. (Vacek a kol., 2015)

Tabulka 5.2: Geologická časová osa (Babka, 2007)

Eon	Éra	Perioda
Phanerozoikum	Kenozoikum	Kvartér (dnešek - 2,6 mil let)
		Neogén (2,6 - 23 mil. let)
		Paleogén (23 - 65 mil. let)
	Mezozoikum (druhohory)	Křída (65 - 145 mil. let)
		Jura (145 - 200 mil. let)
		Trias (200 - 251 mil. let)
	Paleozoikum (prvohory)	Perm (251 - 299 mil. let)
		Karbon (299 – 359 mil. let)
		Devon (359 - 416 mil. let)
		Silur (416 - 443 mil. let)
		Ordovik (443 - 488 mil. let)
		Kambrium (488 - 542 mil. let) *
Proterozoikum (542 - 2500 mil. let) *		
Archaikum (2500 mil.let - nedefinováno)		

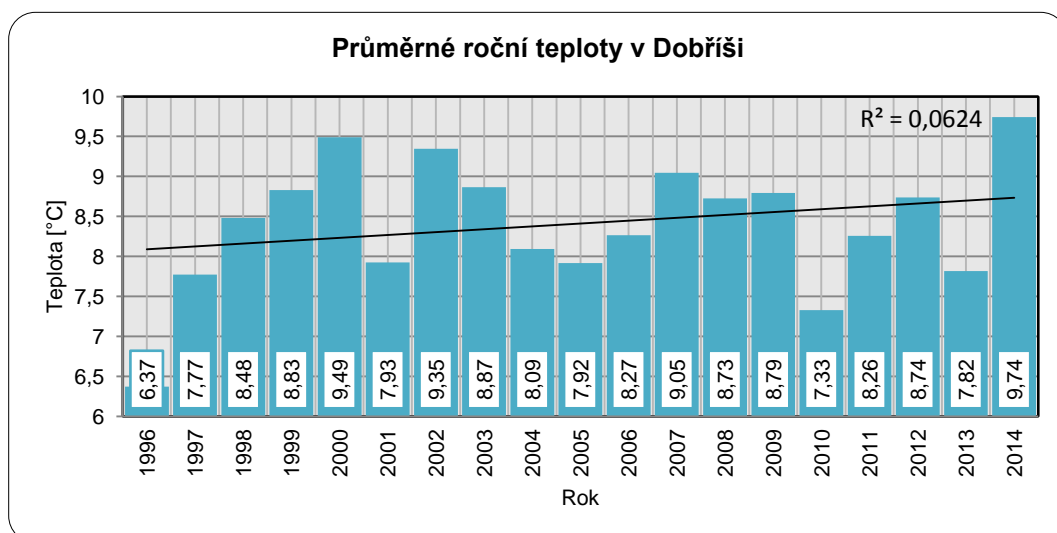
*Nejvýznamnější geologické stáří v oblasti Dobříše.

Z pedologického hlediska mají půdní horizonty mocnost od desetin metru až po několik metrů. Na celém území převládají **hnědozemě**, **modální kambizemě** a v okolí vodních toků fluvizemě. Na svazích přírodního parku Hřebenů pak gravitačně přemístěné deluviální sutě. (Vacek a kol., 2005)

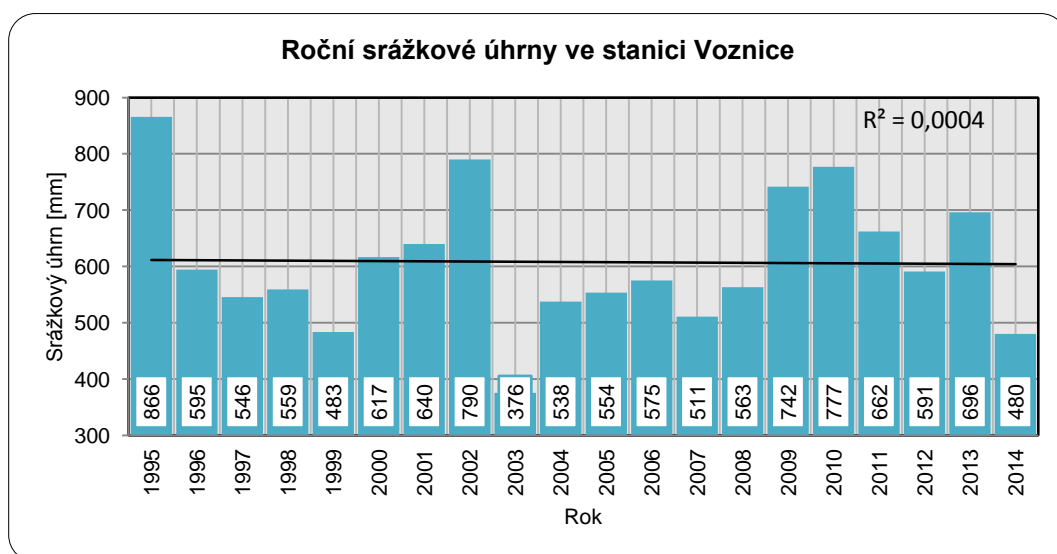
5.1.4 Klimatické a meteorologické poměry

Město Dobříš, Brdská vrchovina (Hřeben) a vrcholky nejvyšších kopců jsou zařazeny do různých klimatických oblastí.

- Město Dobříš a jižní část katastrálního území MT 11 a MT 10,
- Hřeben (450 - 600 m n.m.) MT 7,
- nejvyšší oblasti Hřebenů (Studený vrch 660 m n.m.) MT 5. (Štych, 1996)



Obrázek 5.3: Průměrné roční teploty v Dobříši (VHS Dobříš, 2016c)



Obrázek 5.4: Roční srážkové úhrny ve stanici Voznice (ČHMÚ, 2015)

Roční srážkové hodnoty jsou použity od Českého hydrometeorologického úřadu ze srážkoměrné stanice v obci Voznice vzdálené 5 km od města Dobříše. Jedná se o automatizovanou srážkoměrnou stanici s intervalem záznamu jedné minuty a s následným přenosem dat každých 10 minut na centrální pobočku ČHMÚ. (ČHMÚ, 2015)

5.1.5 Vodovodní síť v Dobříši

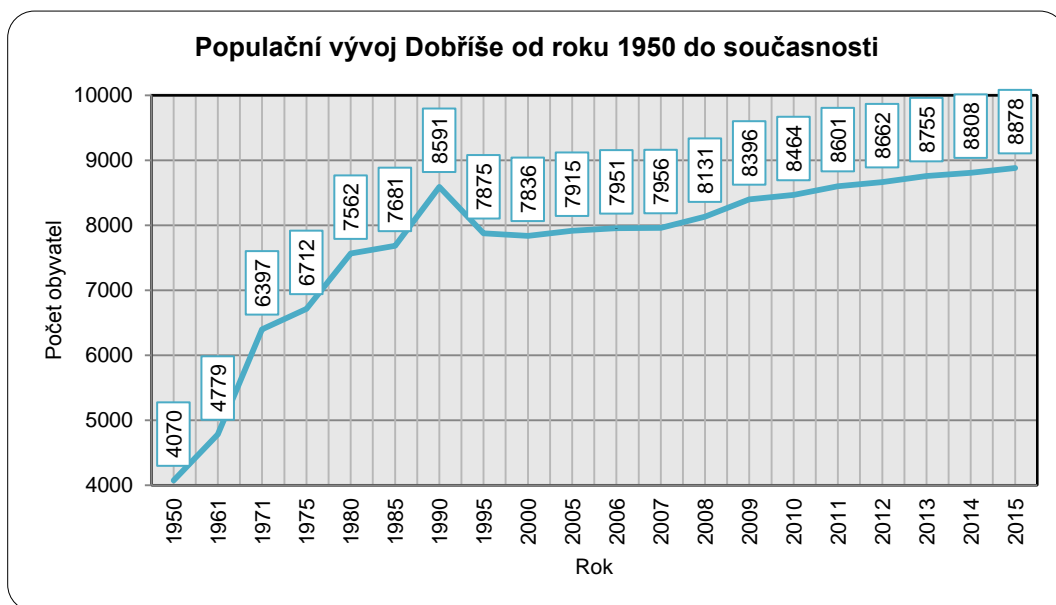
Vodovodní síť je vybudovaná v celém území města s celkovou délkou 88,79 km (k roku 2010). Pitná voda je dodávána především do domácností k běžné spotřebě. Mezi klíčové odběratele kromě domácností lze zařadit průmyslové podniky (především Doosan Bobcat s.r.o. apod.), mateřské, základní a střední školy, Středisko zdraví a Domov seniorů. (Kunický, 2010)

Tabulka 5.3: Charakteristika vodovodní sítě (Kunický, 2010)

Délky jednotlivých profilů a materiálů v rozvodné síti Dobříš (rok 2010)	
Do 100 mm	55,654 km
Od 101 do 300 mm	31,666 km
Od 301 do 500	1,47 km
Plast	25,788 km
Litina	54,213 km
Jiné	8,79 km

5.1.6 Populační vývoj Dobříše do současnosti

Dobříš vždy zaujímala dominantní postavení v poměrně velkém spádovém území. V roce 1850 měla Dobříš 2583 obyvatel, stejnoměrný nárůst znamenal, že v roce 1910 už bylo obyvatel 3665. K větším poklesům došlo po první světové válce. Naopak k většímu nárůstu došlo po roce 1950, což souviselo s rozvojem průmyslu (především rukavičkářského). V první polovině devadesátých let je zaznamenán pokles počtu obyvatel především z důvodu ukončení rukavičkářského průmyslu. Nárůstový trend započal v roce 2000 a je tedy způsobený především vystěhováním lidí z nedalekého hlavního města Prahy (tzv. suburbanizace). (Štych, 1996)



Obrázek 5.5: Populační vývoj Dobříše do současnosti - vždy k 1. 1. (ČSÚ, 2014)

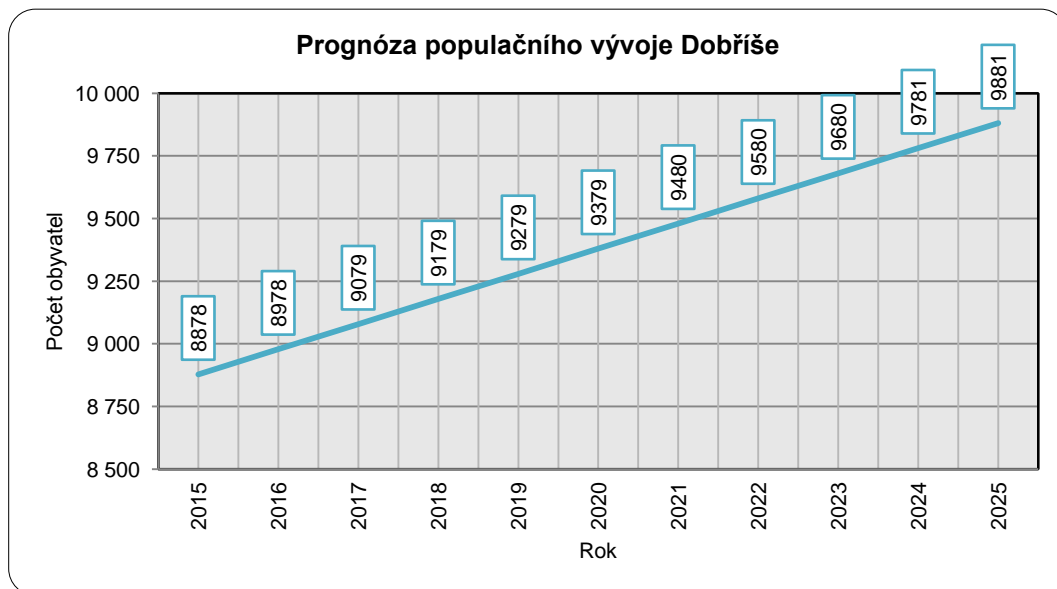
5.1.7 Prognóza populačního vývoje Dobříše

Územní plán města Dobříše schválený v roce 2010 předpokládá v horizontu příštích cca 10 - 15 let (tzv. návrhovém období územního plánu) nárůst počtu obyvatel z 8396 obyvatel (k 1. 1. 2009) o více jak 1000 obyvatel. Z této prognózy lze konstatovat, že v případě neustálého mírného nárůstu i po roce 2025, by mohlo dojít k překročení hranice 10 000 obyvatel. K tomuto počtu odpovídá i rozsah návrhových ploch vyčleněných územním plánem pro bydlení. Tento vyčleněný rozsah ploch je navržen pro možnou výstavbu 768 bytů (bytových a rodinných domů, nebo jiných forem zástavby). Teoretický nárůst obyvatel, pokud se počítá průměrná obložnost bytu (2,9 obyvatel/b.j.), vychází o 2227. Je nutné uvést, že návrhové plochy jsou navrženy s určitou vyšší rezervou (min. o 1/3). Tím je zajištěna větší nabídka ploch zabraňující spekulativnímu skupování pozemků. Bez této vyšší rezervy ploch by mohlo dojít k faktickému zablokování rozvoje území z důvodu předražených a nedostupných pozemků. Je zřejmé, že část ploch navržených pro rozvoj bydlení nebudou proto využity.

Tabulka 5.4: Návrhový stav obyvatelstva k roku 2025 (Salaba, 2010)

Návrh počtu bytů (součet všech záměrů)	768
Teoretický nárůst obyvatel (počet nových bytů x 2,9)	2227
Reálný počet nových bytů (2/3 návrhu)	512
Reálný nárůst obyvatel (512 x 2,9)	1485
Návrhová velikost města (počet obyvatel)	9881 (8396+1485)

Zpracované průzkumy a rozborů pro město Dobříš stanovují jako úměrnou velikost do budoucnosti 10 000 obyvatel. Na základě demografických rozborů je výraznější rozvoj nereálný a pro současný charakter menšího města i nežádoucí. (Salaba, 2010)



Obrázek 5.6: Prognóza populačního vývoje Dobříše (Salaba, 2010)

5.1.8 Významní zaměstnavatelé

Dominujícím odvětvím po mnohá desetiletí byly Rukavičkářské závody, které byly příčinou před rokem 1990 neustálého nárůstu obyvatel Dobříše. Neúspěšná privatizace v roce 1992 a navrácení zpět do Fondu národního majetku znamenala pomalý konec tohoto významného podniku. V roce 1995 došlo ke změně majitele a následně k odchodu mnoha schopných lidí. V současné době jsou výrobní haly opuštěné. V roce 2000 byla na Rukavičkářské závody vyhlášena likvidace. (Jankovská, 2014)

V současné době ve městě působí řada významných firem jako je Doosan Bobcat s.r.o. vyrábějící stavební a manipulační techniku, York, spol. s r.o. vyrábějící svěráky, Benteler Distribution Czech Republic, spol. s r.o. a ENERCON Dobříš, s.r.o působící ve stavebnictví. V roce 2013 bylo v Dobříši zaregistrováno celkem 1290 podnikajících subjektů (především v odvětví velkoobchodu a maloobchodu, nebo ve stavebnictví). (MAS Brdy-Vltava, 2014a)

Tabulka 5.5: Významní zaměstnavatelé v Dobříši (MAS Brdy - Vltava, 2014a; ÚÚR, 2012)

Název firmy	Oblast působení	Počet zaměstnanců
Doosan Bobcat Manufacturing s.r.o.	Výroba stavebních strojů	250 - 499
Doosan Bobcat Engineering s.r.o.	Inženýrské činnosti a související technické poradenství	100 - 199
ENERGON Dobříš, s.r.o.	Stavebnictví	100 - 199
MEDI HELP, s.r.o.	Zdravotnické zařízení pro léčbu dlouhodobě nemocných	100 - 199*
Město Dobříš	Všeobecné činnosti veřejné správy	100 - 199
2. základní škola Dobříš, Školní 1035	Primární vzdělávání	50 - 99
Bosák bus, s.r.o.	Autobusová doprava	50 - 99
Benteler Distribution Czech Republic, spol. s r.o.	Hutní produkty	50 - 99
C.I.C Jan Hřebec s.r.o.	Výroba průmyslových chladících a klimatizačních zařízení	50 - 99
YORK, spor. s r.o.	Obrábění	50 - 99
1. Základní škola Dobříš, Komenského nám. 35	Primární vzdělávání	50 - 99
Zemědělská společnost Dobříš, spo. s r.o.	Zemědělství	50 - 99

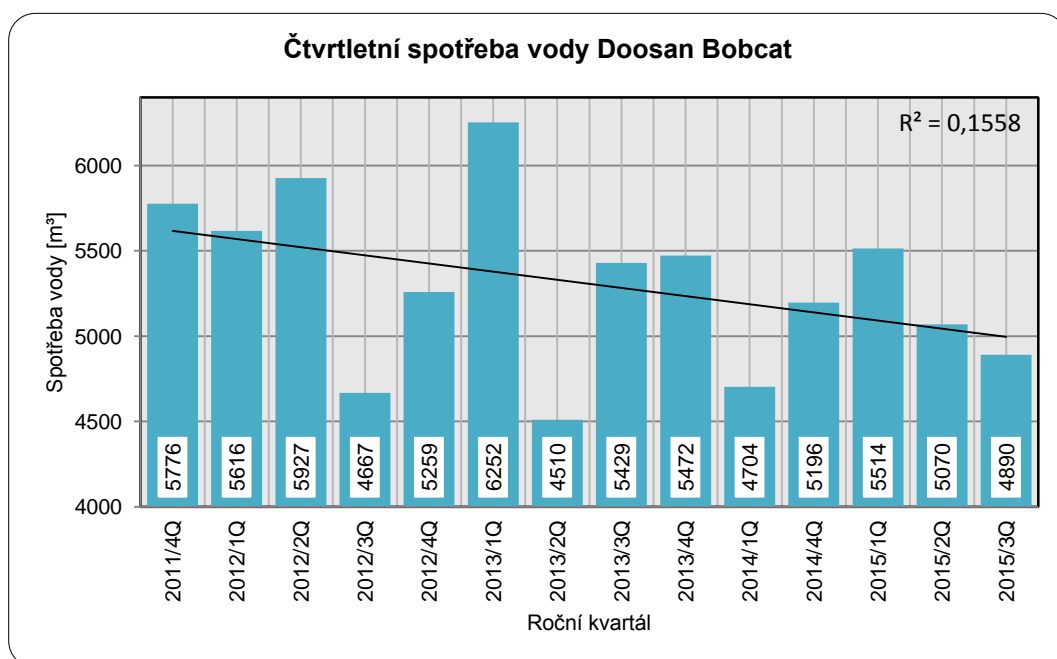
*MEDI HELP, s.r.o. je napojen na vlastní vodní zdroj.

- **Doosan Bobcat - spotřeba vody**

Doosan Bobcat vyrábí v Dobříši kolem 12 000 stavebních strojů ročně a celkově zaměstnával ke konci roku 2015 přibližně 850 lidí. Bezesporu patří mezi největší podnik, který odebírá pitnou vodu z veřejného městského vodovodu ve městě Dobříš. Největší část celkové spotřeby vody připadá pro technologii v lakovně, zbytek pro podnikovou kantýnu a sociální zařízení.

Důvodem vysoké spotřeby vody lakovně je samotná technologie zakládající se na vodní bázi. Jednotlivé součásti stavebních strojů nejprve procházejí chemickou odmašťovací předúpravou v postřikovém tunelu, dále přecházejí na kataforetické fosfátování do ponorových van. Vany v odmašťovacím a fosfátovacím stupni včetně vodních mezioplachů mají celkový objem 27 m³. Voda pro tyto procesy se demineralizuje pomocí reverzní osmózy a ionexů s výkonem 2 m³/hodina (pro výrobu 2 m³ demineralizované vody je potřeba 2,86m³ vody z vodovodního řadu). Dalším stupněm po fosfátování je kataforézní proces s nanášením na jednotlivé součásti stavebních strojů ve vaně o objemu 117 m³ za

pomoci pryskyřic a dalších aditiv. Demineralizovaná voda se musí v podstatě neustále doplňovat z důvodu ředění případných nečistot a vysokého odparu způsobené silnou vzduchotechnikou. Přepadající voda z lázní je odvedena do třech nádrží rozdělených podle pH na vlastní čistírnu odpadních vod. Za třísměnný provoz se zde vyčistí přibližně 18 m³ odpadních vod z technologie lakování (v případě čištění nádrží o víkendech, tak i více). (Darja Hasalíková, 2016, in verb.; Dobříšsko aktuálně, 2015)

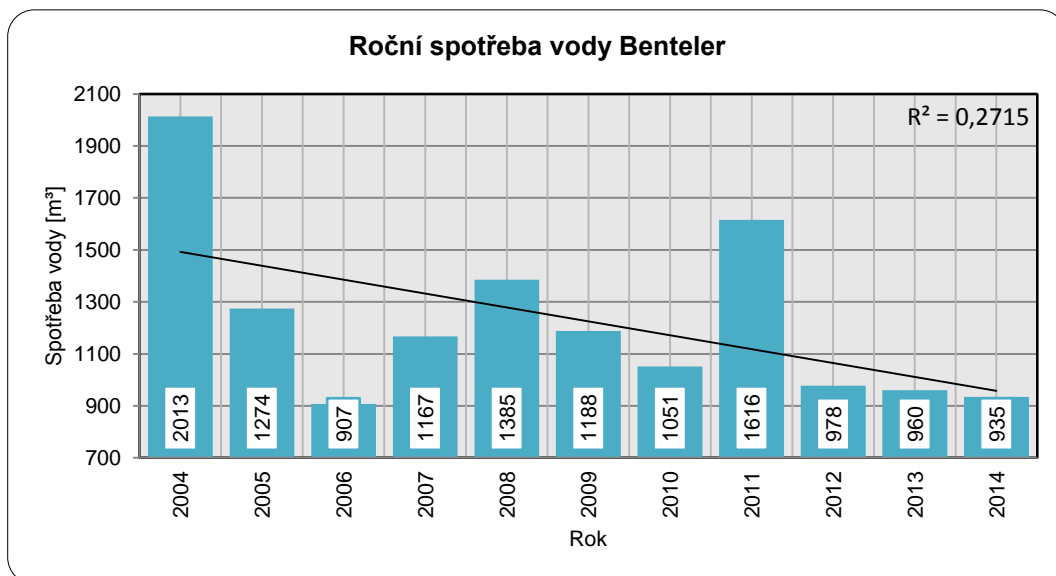


Obrázek 5.7: Čtvrtletní spotřeba vody Doosan Bobcat* (Doosan Bobcat, 2015)

*Spotřeba vody 2014/2 a 2014/3 chybí z důvodu nefunkčního podnikového vodoměru.

- **Benteler Distribution Czech Republic - spotřeba vody**

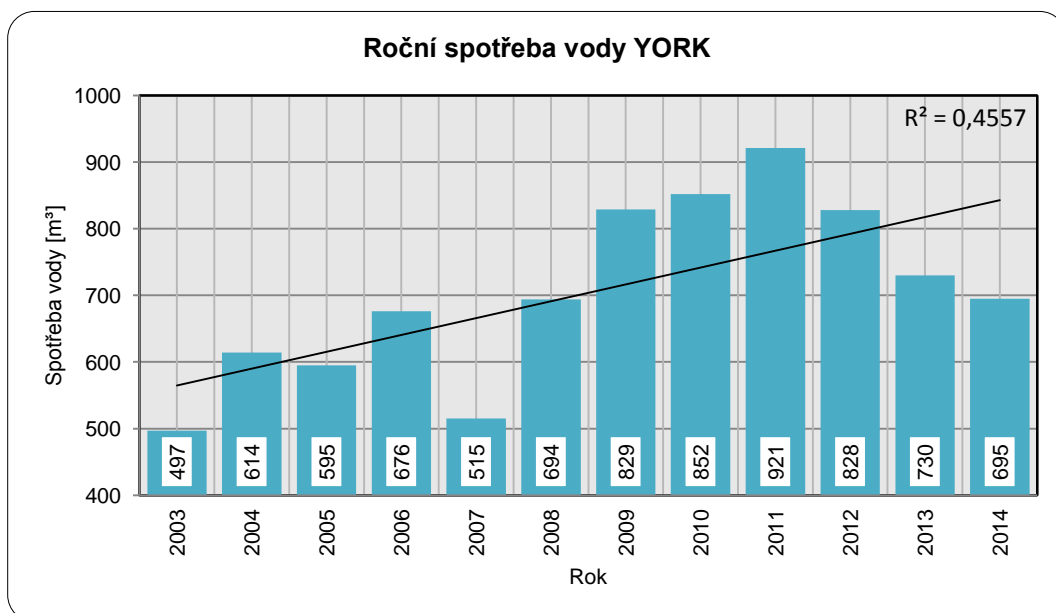
Benteler Distribution je obchodní organizace zabývající se skladováním, opracováním a prodejem trubek z uhlíkové a nerezové oceli. Společnost patří díky celosvětové distribuční a logistické síti k přednímu distributorovi v této podnikající oblasti. Pobočka v Dobříši nedisponuje svojí podnikovou kantýnou, tudíž spotřeba vody je především ze sociálního zařízení. (Benteler, 2016a)



Obrázek 5.8: Roční spotřeba vody Benteler (Benteler, 2016b)

- **YORK - spotřeba vody**

Firma YORK se zabývá výrobou řemeslnického upínacího nářadí už od roku 1921. Do dnešní doby se vyrobilo přes 3 milionů svěráků značky YORK, které se dostaly na všechny kontinenty světa. (YORK, 2016)



Obrázek 5.9: Roční spotřeba vody YORK (York, 2015)

5.2 Obec Stará Huť

Obec Stará Huť se nachází v jižní části Středočeského kraje **2 km od města Dobříš**. Samotný vznik obce sahá do roku 1674, kdy František Maxmilián Mannsfeld zde využil přírodních surovin jako je železná ruda, dřevo a vodní zdroje pro hamry. V minulosti docházelo k různým změnám názvu obce na Huť, Hutě Železné, Hutě Železné Dobříšské a až v roce 1714 se ustálil název Stará Huť. V obci se v současné době nachází základní a mateřská škola, pošta, obchod s potravinami a několik restaurací. (Anonym, 2016)

5.2.1 Vodovodní síť ve Staré Huti

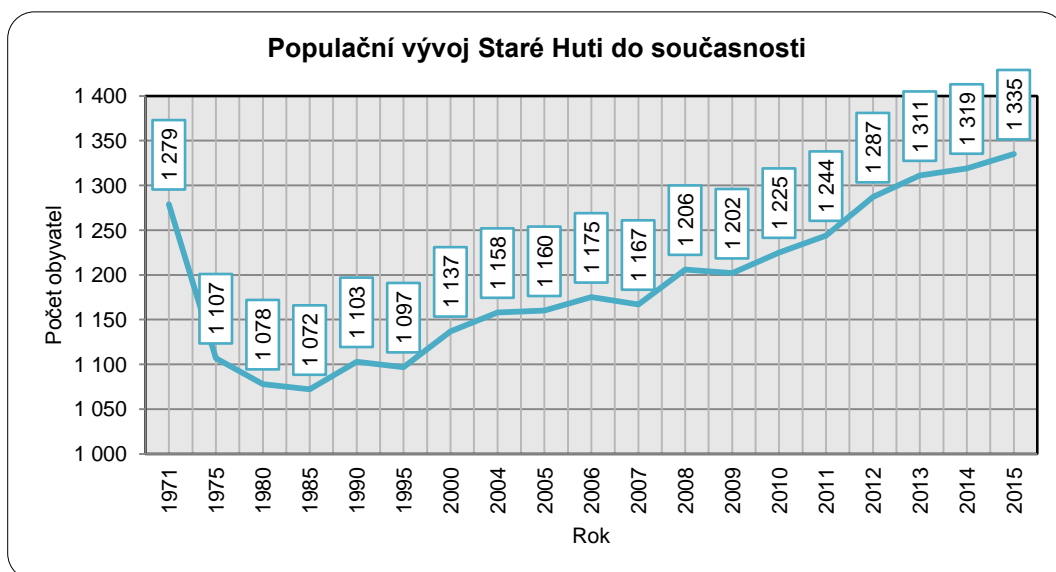
Stará Huť je **připojena na dobříšský systém veřejného vodovodu**. Tudíž lze tento systém označit za skupinový vodovod Dobříš - Stará Huť. Převažujícím zdrojem pitné vody jsou jímací vrty z prameniště Lipíže a Brodce. Územní plán Staré Huti udává, že 98 % obyvatel je připojeno na vodovod. V případě rozšiřování vodovodní sítě do dalších lokalit v katastrálním území je preferována okružní síť na místo větvené. Pokud by došlo k výraznější zástavbě, bylo by nutné prověřit kapacity současných vodovodních řadů v obci. Celková délka vodovodní sítě v roce 2010 byla 10,556 km. (Kunický, 2010; Salaba, 2015)

Tabulka 5.10: Základní charakteristika vodovodní sítě ve Staré Huti (Kunický, 2010)

Délky jednotlivých profilů a materiálů v rozvodné síti Stará Huť	
Do 100 mm	7,606 km
Od 101 do 300 mm	2,95 km
Od 301 do 500	0 km
Plast	10,391 km
Litina	0 km
Jiné	0,165 km

5.2.2 Populační vývoj Staré Huti do současnosti

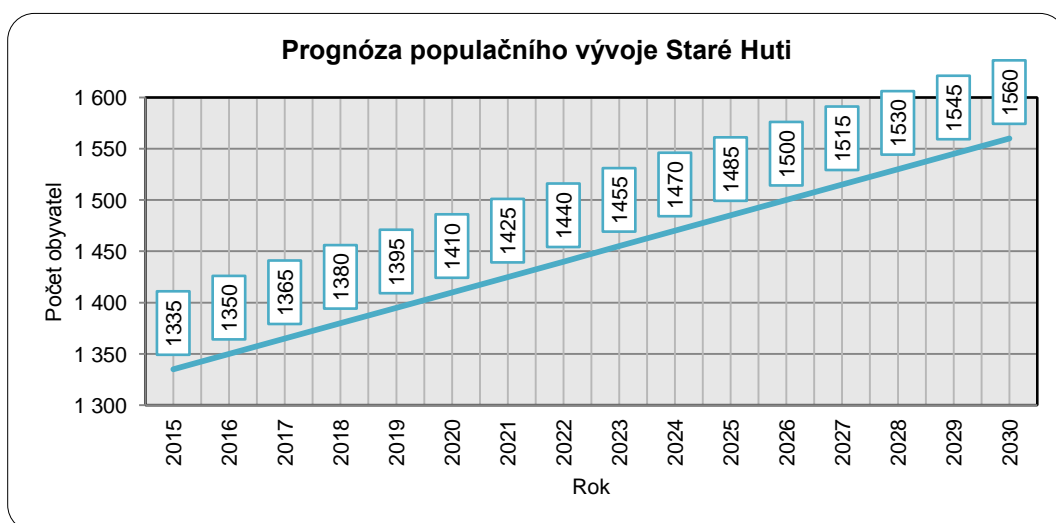
Podle Českého statistického úřadu žilo k datu **1. 1. 2015** v obci Stará Huť **1335 osob**. Z dostupných retrospektivních údajů je zřetelný pokles počtu obyvatel od začátku 70. let do začátku 90. let minulého století. Znatelný stabilní přírůstek obyvatel začal právě od 90. let minulého století a trvá dodnes. Za posledních 10 let došlo ještě k dynamičtějším přírůstkům obyvatel o 153 osob. Je nutné zmínit, že stejný počet obyvatel jako v roce 1971 byl překonán až v roce 2011. Při posledním sčítání lidu, domů a bytů v roce 2011 bylo v obci evidováno 473 domů. (Salaba, 2015)



Obrázek 5.10: Populační vývoj Staré Huti do současnosti vždy k 1. 1. (ČSÚ, 2014)

5.2.3 Prognóza populačního vývoje Staré Huti

Pokud se negativně nezmění ekonomická situace v České republice nebo ve zdejším regionu, lze očekávat dosavadní dynamický přírůstek obyvatel i v budoucnu. Pravděpodobným trendem bude **přírůstek cca 15 obyvatel ročně**. Současný územní plán vypracovaný v roce 2015 počítá s platností cca 15 let. Je v něm uvažováno s nárůstem o cca 230 obyvatel, nebo v případě vyššího progresivnějšího nárůstu až o cca 300 obyvatel. Územní plán vymezuje ale rozvojové plochy až pro cca 230 rodinných domů, což představuje nárůst dokonce o cca 500 nových obyvatel. (Salaba, 2015)

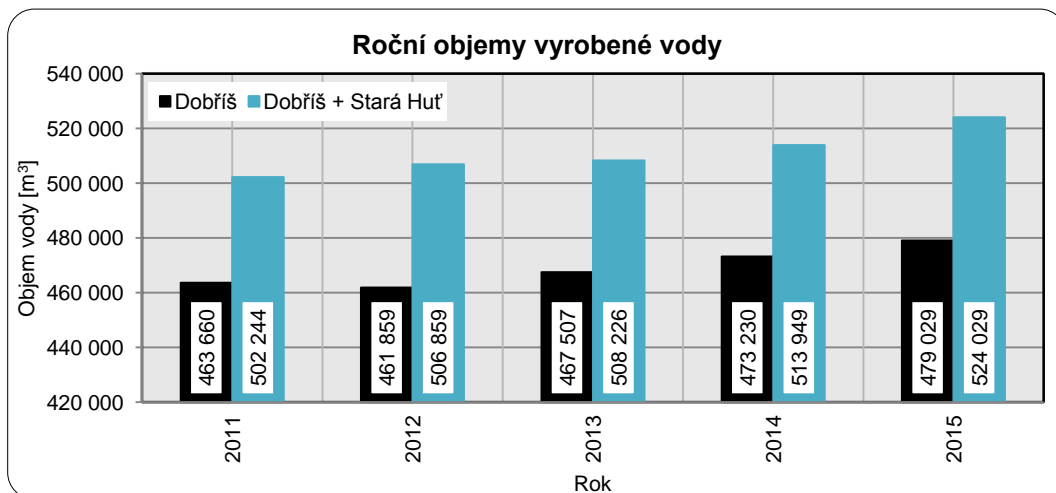


Obrázek 5.11: Prognóza populačního vývoje Staré Huti (Salaba, 2015)

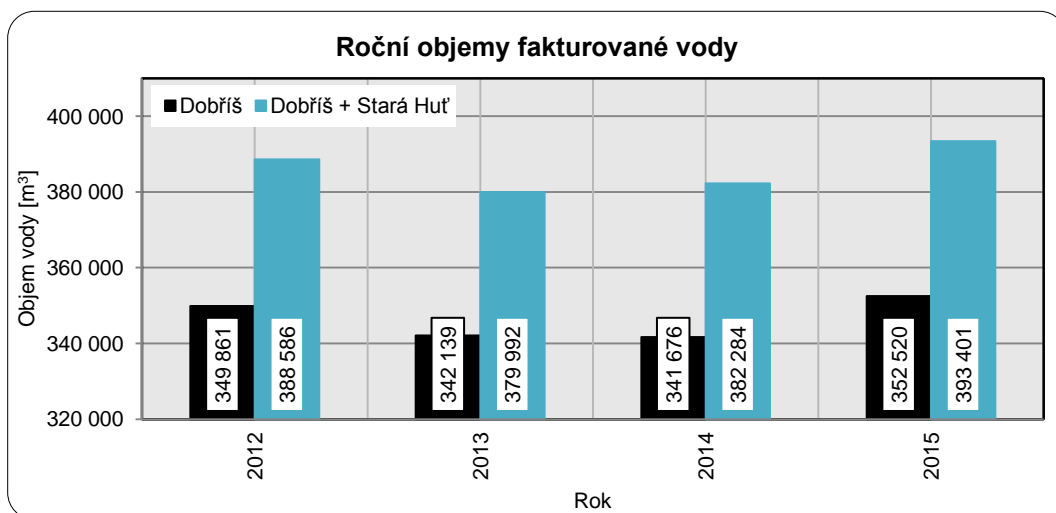
6. VODNÍ BILANCE

Tabulka 6.1: Roční vodní bilance z minulých let (VHS Dobříš, 2016b)

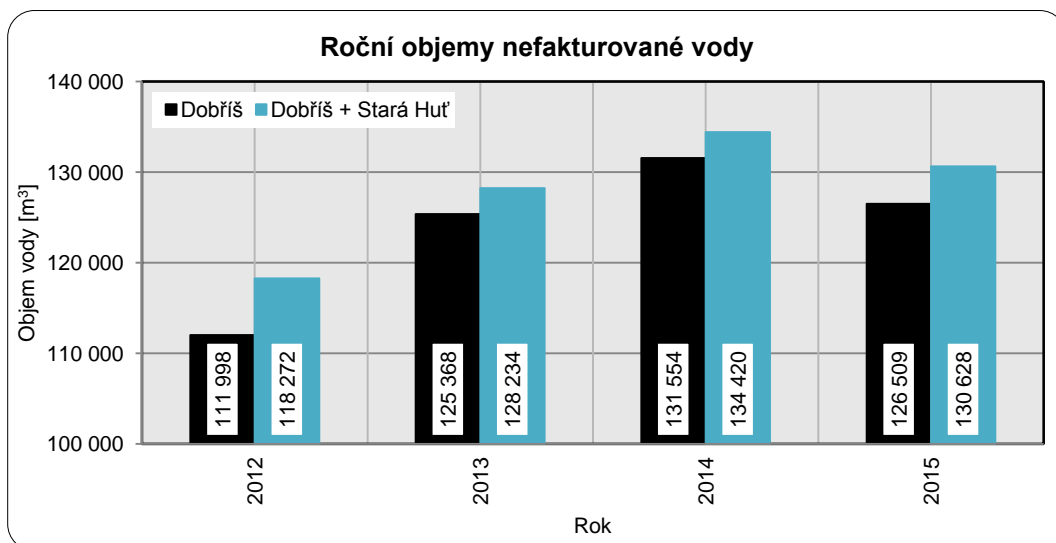
Rok		Dobříš	Stará Huť	Σ
2011	Počet obyvatel	8 601	1 244	9 845
	Voda vyrobená	463 660	38 584	502 244
2012	Počet obyvatel	8 662	1 287	9 949
	Voda vyrobená	461 859	45 000	506 859
	Voda fakturovaná	349 861	38 726	388 586
	Voda nefakturovaná	111 998	6 274	118 272
	-z toho ztráty	100 000	5 000	105 000
	-pro vlastní potřebu	11 998	1 274	13 272
2013	Počet obyvatel	8 755	1 311	10 066
	Voda vyrobená	467 507	40 719	508 226
	Voda fakturovaná	342 139	37 853	379 992
	-z toho pro domácnost	317 139	37 853	354 992
	-z toho pro průmysl	25 000	-	25 000
	Voda nefakturovaná	125 368	2 866	128 234
	-z toho ztráty	122 868	2 866	125 734
	-pro vlastní potřebu	3 000	-	3 000
2014	Počet obyvatel	8 808	1 319	10 127
	Voda vyrobená	473 230	43 474	513 949
	Voda fakturovaná	341 676	40 608	382 284
	-z toho pro domácnost	313 676	40 608	354 284
	-z toho pro průmysl	28 000	-	28 000
	Voda nefakturovaná	131 554	2 866	134 420
	-z toho ztráty	122 868	2 866	125 734
	-pro vlastní potřebu	3 000	-	3 000
2015	Počet obyvatel	8 878	1 335	10 213
	Voda vyrobená	479 029	45 000	524 029
	Voda fakturovaná	352 520	40 881	393 401
	-z toho pro domácnost	324 520	40 881	365 401
	Voda nefakturovaná	126 509	4 119	130 628
	-z toho ztráty	123 509	3 119	126 628
	-pro vlastní potřebu	3 000	1 000	4 000



Obrázek 6.1: Roční objemy vyrobené vody (VHS Dobříš, 2016b)



Obrázek 6.2: Roční objemy fakturované vody (VHS Dobříš, 2016b)*



Obrázek 6.3: Roční objemy nefakturované vody (VHS Dobříš, 2016b)*

*Data objemů fakturované a nefakturované vody za rok 2011 chybí.

6.1 Potřeba vody v roce 2015 pro Dobříš

Základním podkladem pro výpočet potřeby pro rok 2015 a 2025 (rok 2015 je vypočten z důvodu porovnání) se stala **směrná čísla ročních potřeb** podle přílohy č. 12 k vyhlášce č. 120/2011 Sb., kterou se mění vyhláška Ministerstva zemědělství č. 428/2001 Sb., 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), ve znění pozdějších předpisů.

Poslední údaj z Českého statistického úřadu k 1. 1. 2015 udává 8878 obyvatel ve městě Dobříš a 1335 pro obec Stará Huť. Ve výpočtech bude použito směrných čísel ročních potřeb pro různé položky (*obyvatelstvo, základní občanskou vybavenost, školy, průmysl apod.*).

Pro navrhování a posuzování základních parametrů vodárenského zařízení je třeba počítat s časově nerovnoměrným průběhem potřeby vody. Stanovují se proto hodnoty maximálních hodinových Q_h a maximálních denních Q_m potřeb vody.

Na maximální denní potřebu se dimenzují přiváděcí řady mezi zdrojem a vodojemem. Dále kapacita úpravny vody a především samotný vodojem.

Na maximální hodinovou potřebu se dimenzují zásobní řady ve spotřebišti (úseky mezi vodojemem a odběratelem). Průběh kolísání hodinových potřeb se pak využívá pro dimenzování čerpacích stanic a automatických tlakových stanic.

6.1.1 Průměrná denní potřeba vody pro obyvatelstvo

Průměrná denní potřeba vody pro obyvatelstvo se získá vynásobením počtu obyvatel s procentem připojení obyvatel na vodovod a s potřebou vody na den pro jednoho obyvatele (WC, umyvadla s tekoucí teplou vodou).

$$Q_{ob} = 8878 * (98 / 100) * (35 / 365) = \underline{\underline{834,29 \text{ m}^3/\text{den}}} \text{ (ob - obyvatelstvo, 98 \% obyvatel je připojeno na vodovod, 365 - dny v roce)}$$

6.1.2 Průměrná denní potřeba vody pro městský úřad

Tabulka 6.2: Přibližný počet zaměstnanců MÚ Dobříš v roce 2015 (Vacek, 2016)

Název instituce	Přibližný počet zaměstnanců v roce 2015
Město Dobříš	100

Průměrná denní potřeba vody pro městský úřad se získá vynásobením počtu zaměstnanců s potřebou vody na den pro jednoho zaměstnance (WC, umyvadla s tekoucí teplou vodou).

$$Q_{mú} = 100 * (14 / 250) = \underline{5,6 \text{ m}^3/\text{den}} \quad (250 \text{ pracovních dnů za rok})$$

6.1.3 Průměrná denní potřeba vody pro školství

$$Q_{šk} = Q_{mš} + Q_{zš} + Q_{sš} \quad (mš - \text{mateřské školy, zš - základní školy, sš - střední školy})$$

- **Mateřské školy**

Tabulka 6.3: Mateřské školy v Dobříši (MAS Brdy-Vltava, 2014b)

Veřejné mateřské školy		
Název MŠ	Celková max. kapacita	Počet dětí k 30. 6. 2014
2. MŠ Dobříš	120	120
4. MŠ Dobříš	136	136
5. MŠ Dobříš	110	110
Soukromé mateřské školy a hlídací centra		
Název MŠ	Celková max. kapacita	Počet dětí k 30. 6. 2014
Anglická školka Dobříš	15	12
Centrum ČÁP Doosan	12	12
Dětský koutek Chobotnička	10	5
Soukromá školka a jesličky MIMI Dobříš	15	9

Průměrná denní potřeba pro mateřské školy se získá vynásobením počtu dětí a zaměstnanců s potřebou vody na den pro jednu osobu (WC, umyvadla s tekoucí teplou vodou).

$$Q_{mš} = (404 + 45) * (8 / 200) = \underline{17,96 \text{ m}^3/\text{den}} \quad (200 - \text{pracovních dnů za rok})$$

- **Základní školy**

Tabulka 6.4: Základní školy v Dobříši (MAS Brdy-Vltava, 2014b)

Základní školy		
Název ZŠ	Celková max. kapacita	Počet žáků k 30. 6. 2014
1. ZŠ Dobříš	610	610
2. ZŠ Dobříš	900	600
Praktická a speciální ZŠ Dobříš, Lidická	100	37

Tabulka 6.5: Počet zaměstnanců na základních školách (Vacek, 2016)

Název instituce	Přibližný počet zaměstnanců v roce 2015
2. základní škola Dobříš, Školní 1035	50
1. Základní škola Dobříš, Komenského nám. 35	50
Praktická a speciální ZŠ Dobříš, Lidická	10

Průměrná denní potřeba vody pro základní školy se získá vynásobením počtu žáků a zaměstnanců s potřebou vody na den pro jednu osobu (WC, umyvadla s tekoucí teplou vodou).

$$Q_{zš} = (1247 + 110) * (5 / 200) = \underline{33,93 \text{ m}^3/\text{den}} \text{ (200 pracovních dnů za rok)}$$

- **Střední školy**

Ve městě se nacházejí pouze 2 střední školy, Gymnázium Karla Čapka a Střední odborné učiliště Hluboš - pobočka Dobříš. Gymnázium mohou navštěvovat žáci od šesté třídy ve víceletém programu, nebo od 1. ročníku střední školy ve čtyřletém programu. Toto gymnázium zaměstnávalo ke dni 30. 9. 2012 celkově 40 pracovníků. Další střední školou je Střední odborné učiliště Hluboš, které poskytuje vzdělání v oblasti nábytkářské a dřevařské výroby, strojírenství, stavebnictví, opravárenství a služeb. Absolventi získávají výuční list ve tříletých učebních oborech, nebo maturitní zkoušku ve čtyřletých oborech. Toto odborné učiliště zaměstnávalo ke dni 30. 9. 2012 celkově 56 pedagogů a dalších provozních zaměstnanců. Pro pobočku Dobříš lze uvažovat s 20ti pracovníky. (Gymnázium Karla Čapka, 2013; MAS Brdy-Vltava, 2014b; SOU Hluboš, 2013)

Tabulka 6.6: Střední školy v Dobříši (MAS Brdy-Vltava, 2014b)

Střední školy		
Název SŠ	Celková max. kapacita	Počet studentů k 30. 6. 2014
Gymnázium Karla Čapka	360	332
SOU Hluboš - pobočka Dobříš	618 (včetně Hluboše)	200 (Dobříš)

Průměrná denní potřeba vody pro střední školy se získá vynásobením počtu studentů a zaměstnanců s potřebou vody na den pro jednu osobu (WC, umyvadla s tekoucí teplou vodou).

$$Q_{sš} = (532 + 56 + 20) * (5 / 200) = \underline{15,2 \text{ m}^3/\text{den}} \text{ (200 pracovních dnů za rok)}$$

$$Q_{šk} = Q_{mš} + Q_{zš} + Q_{sš} = 17,96 + 33,93 + 15,2 = \underline{67,09 \text{ m}^3/\text{rok}}$$

6.1.4 Průměrná denní potřeba vody pro jídelny

1. ZŠ, tak i 2. ZŠ Dobříš disponují vlastní jídelnou, Gymnázium Karla Čapka využívá služby jídelny na 2. ZŠ Dobříš. (Pallagyová, 2015)

Tabulka 6.7: Školní jídelny v Dobříši (Lenka Bušíková, 2016, in verb.; Pallagyová, 2015)

Jídelna	Denní kapacita jídel
1. ZŠ Dobříš	750
2. ZŠ Dobříš	800

Průměrná denní potřeba vody pro jídelny se získá vynásobením počtu strážníků a zaměstnanců s potřebou vody na den pro jednoho strážníka \approx zaměstnance (vaření jídla, mytí nádobí, WC a umyvadla).

$$Q_j = (1550 + 15) * (8 / 200) = \underline{62,6 \text{ m}^3/\text{den}} \quad (200 \text{ pracovních dnů za rok})$$

6.1.5 Průměrná denní potřeba vody pro občanskou vybavenost

Do základní občanské vybavenosti patří vše, co potřebujeme v místě svého bydliště. Kromě už vyřešeného školství, jídelen a městského úřadu jsou zde zahrnuty sportovní haly, maloobchod, lékárny apod. V následujících výpočtech je zvlášť počítáno se Střediskem zdraví a Domovem seniorů.

$$Q_{ov} = Q_{oov} + Q_{sz} + Q_{ds} \quad (ov - \text{občanská vybavenost, } oov - \text{ostatní občanská vybavenost, } sz - \text{středisko zdraví, } ds - \text{domov seniorů})$$

Průměrná denní potřeba vody pro občanskou vybavenost se získá vynásobením počtu obyvatel s potřebou vody na den pro jednoho obyvatele.

$$Q_{oov} = 8878 * 20 = 177\,560 \text{ l/den} = \underline{177,56 \text{ m}^3/\text{den}} \quad (\text{potřeba vody pro základní občanskou vybavenost se uvažuje } 20 \text{ l/osoba/den})$$

Tabulka 6.8: Významné zařízení občanské vybavenosti v Dobříši (Vacek, 2016)

Zařízení	Využitá kapacita v roce 2015
Středisko zdraví spol. s r. o.	50 zaměstnanců
Domov seniorů Dobříš	91 lůžek

- **Středisko zdraví spol. s r.o (Poliklinika Dobříš)**

Středisko zdraví sdružuje poskytovatele zdravotní péče ve formě nestátních zdravotnických zařízení. V budově kromě vlastních oddělení Střediska zdraví působí další soukromé zdravotnické zařízení poskytující širokou škálu zdravotní péče (ORL, chirurgie, ortopedie apod.). Je zde zaměstnáno cca **50** osob ze zdravotnického personálu. (MAS Brdy-Vltava, 2014c)

Průměrná denní potřeba vody pro Středisko zdraví se získá vynásobením počtu zaměstnanců s potřebou vody na den pro jednoho zaměstnance ve zdravotnickém středisku.

$$Q_{sz} = 50 * (18 / 250) = \underline{3,6 \text{ m}^3/\text{den}} \text{ (250 pracovních dnů za rok)}$$

- **Domov seniorů Dobříš**

Domov seniorů s kapacitou **91 lůžek** se nachází poblíž Střediska zdraví. Tato příspěvková organizace Středočeského kraje poskytuje celoroční ubytování, stravování, ošetrovatelskou a další péči o seniory od 65 let věku. Zájem o Domov seniorů je až několikanásobný oproti jeho kapacitě. K 31. 12. 2012 muselo být odmítnuto dokonce 436 žadatelů. (MAS Brdy-Vltava, 2014c)

Průměrná denní potřeba vody pro Domov seniorů se získá vynásobením počtu lůžek s potřebou vody na den pro jedno lůžko v domově důchodců.

$$Q_{ds} = 91 * (45 / 365) = \underline{11,22 \text{ m}^3/\text{den}} \text{ (365 pracovních dnů za rok)}$$

$$Q_{zov} = Q_{ozov} + Q_{sz} + Q_{ds} = 177,56 + 3,6 + 11,22 = \underline{192,38 \text{ m}^3/\text{den}}$$

6.1.6 Průměrná denní potřeba vody pro průmysl

$$Q_p = Q_{Bobcat} + Q_{Benteler} + Q_{York} + Q_{Energon} + Q_{Bosák} + Q_{CIC} + Q_{Zemědělská společnost}$$

V podnicích které dodaly roční, nebo měsíční spotřeby vody byly vybrány nejvyšší relevantní hodnoty a převedeny na teoretickou maximální průměrnou denní spotřebu. Výpočet na denní maximální potřebu je proveden vynásobením této průměrné denní spotřeby s koeficientem 1,2. Koeficient 1,2 charakterizuje denní nerovnoměrnost (čím vyšší číslo, tím vyšší potřeba vody pro daný provoz - např. cukrovar, by měl zcela jistě vyšší koeficient).

Tabulka 6.9: Převody na maximální denní spotřebu (Vacek, 2016)

Název firmy	Nejvyšší spotřeba vody [m ³]	Období	Převod na teoretickou průměrnou denní spotřebu [m ³ /den]
Doosan Bobcat s. r. o.	2318	březen 2015	74,77*
Benteler Distribution Czech Republic, spol. s r.o.	2013	rok 2004	5,5*
YORK, spol. s r.o.	921	rok 2011	3,64*

Průměrná denní potřeba vody pro Bobcat se získá vynásobením koeficientu 1,2 s teoretickou maximální denní spotřebou.

$$Q_{\text{Bobcat}} = 1,2 * 74,77 = \underline{89,72 \text{ m}^3/\text{den}}$$

Průměrná denní potřeba vody pro Benteler se získá vynásobením koeficientu 1,2 s teoretickou maximální denní spotřebou.

$$Q_{\text{Benteler}} = 1,2 * (\text{teoretická maximální denní spotřeba}) = 1,2 * 5,5 = \underline{6,6 \text{ m}^3/\text{den}}$$

Průměrná denní potřeba vody pro York se získá vynásobením koeficientu 1,2 s teoretickou maximální denní spotřebou.

$$Q_{\text{York}} = 1,2 * 3,64 = \underline{4,37 \text{ m}^3/\text{den}}$$

Tabulka 6.10: Přibližné počty zaměstnanců v roce 2015 (Vacek, 2016)

Název firmy	Přibližný počet zaměstnanců v roce 2015
Doosan Bobcat Manufacturing a Engineering s.r.o.	850*
ENERGON Dobříš, s.r.o.	100
Bosák bus, s.r.o.	50
Benteler Distribution Czech Republic, spol. s r.o.	50*
C.I.C Jan Hřebec s.r.o.	50
YORK, spol. s r.o.	50*
Zemědělská společnost Dobříš, spo. s r.o.	50

*Označeny jsou ty podniky, které dodaly roční, nebo měsíční spotřeby vody.

Průměrná denní potřeba vody pro Energon se získá vynásobením počtu zaměstnanců s potřebou vody na den pro jednoho zaměstnance (WC, umyvadla s tekoucí teplou vodou a s možností sprchování).

$$Q_{\text{Energon}} = 100 * (26 / 250) = \underline{10,4 \text{ m}^3/\text{den}} \text{ (250 pracovních dnů za rok)}$$

Průměrná denní potřeba vody pro Bosák se získá vynásobením počtu zaměstnanců s potřebou vody na den pro jednoho zaměstnance (WC, umyvadla s tekoucí teplou vodou a s možností sprchování).

$$Q_{\text{Bosák}} = 50 * (26 / 250) = \underline{5,2 \text{ m}^3/\text{den}} \text{ (250 pracovních dnů za rok)}$$

Průměrná denní potřeba vody pro CIC se získá vynásobením počtu zaměstnanců s potřebou vody na den pro jednoho zaměstnance (WC, umyvadla s tekoucí teplou vodou a s možností sprchování).

$$Q_{CIC} = 50 * (26 / 250) = \underline{5,2 \text{ m}^3/\text{den}} \text{ (250 pracovních dnů za rok)}$$

Průměrná denní potřeba vody pro Zemědělskou společnost se získá vynásobením počtu zaměstnanců s potřebou vody na den pro jednoho zaměstnance (WC, umyvadla s tekoucí teplou vodou s možností sprchování).

$$Q_{Zemědělská \text{ společnost}} = 50 * (26 / 250) = \underline{5,2 \text{ m}^3/\text{den}} \text{ (250 pracovních dnů za rok)}$$

$$Q_p = Q_{Bobcat} + Q_{Benteler} + Q_{York} + Q_{Energon} + Q_{Bosák} + Q_{CIC} + Q_{Zemědělská \text{ společnost}} = 89,72 + 6,6 + 4,37 + 10,4 + 5,2 + 5,2 + 5,2 = \underline{126,69 \text{ m}^3/\text{den}}$$

6.1.7 Celková průměrná a maximální denní potřeba vody

• Průměrná denní potřeba vody

$$Q_d = (Q_{ob} + Q_{mú} + Q_{šk} + Q_j + Q_{oov} + Q_{pr} + Q_{ze} + Q_p + Q_v) * Z$$

kde

Q_{ob}	průměrná denní potřeba vody pro obyvatelstvo
$Q_{mú}$	průměrná denní potřeba vody pro městský úřad
$Q_{šk}$	průměrná denní potřeba vody pro školství
Q_j	průměrná denní potřeba vody pro jídelny
Q_{oov}	průměrná denní potřeba vody pro ostatní občanskou vybavenost
Q_{pr}	průměrná denní potřeba vody pro průmysl
Q_{ze}	průměrná denní potřeba vody pro zemědělství = 0 m ³ /den
Q_p	požární voda = 8 m ³ /měsíc = 0,3 m ³ /den
Q_v	voda pro vlastní potřebu provozovatele = 3000 m ³ /rok = 8,22 m ³ /den
Z	ztráty vody v roce 2015 = 25,8 %

$$Q_d = (834,28 + 5,6 + 67,09 + 62,6 + 192,38 + 126,69 + 0 + 0,3 + 8,22) * 1,258 = \underline{1631,83 \text{ m}^3/\text{den}}$$

• Maximální denní potřeba vody

$$Q_{md} = Q_d * k_d = 1631,83 * 1,35 = \underline{2202,97 \text{ m}^3/\text{den}}$$

kde

Q_d	průměrná denní potřeba vody
k_d	koeficient denní nerovnoměrnosti

Tabulka 6.11: Koeficienty denní nerovnoměrnosti (Synáčková, 2010)

Velikostní kategorie obce	k_d
obce do 1000 obyvatel	1,5
1000 až 5000 obyvatel	1,4
5000 až 20 000 obyvatel	1,35
20 000 až 100 000 obyvatel	1,25

6.2 Potřeba vody v roce 2015 pro Starou Huť

6.2.1 Průměrná denní potřeba vody pro obyvatelstvo

Podle Českého statistického úřadu žilo k datu 1. 1. 2015 v obci Stará Huť **1335 osob**.

Průměrná denní potřeba vody pro obyvatelstvo se získá vynásobením počtu obyvatel s procentem připojení obyvatel na vodovod a s potřebou vody na den pro jednoho obyvatele (WC, umyvadla s tekoucí teplou vodou).

$$Q_{ob} = 1335 * (98 / 100) * (35 / 365) = \underline{125,45 \text{ m}^3/\text{den}} \text{ (ob - obyvatelstvo, 365 - dny v roce)}$$

6.2.2 Průměrná denní potřeba vody pro občanskou vybavenost

Ve Staré Huti se nacházejí 2 mateřské školy a jedna malotřídní základní škola (od 1. do 5. třídy). Dále pár restaurací, pošta a obchod s potravinami.

$$Q_{ov} = Q_{mš} + Q_{zš} + Q_{oov} \text{ (ov - občanská vybavenost, mš - mateřské školy, zš - základní škola, oov - ostatní občanská vybavenost)}$$

Tabulka 6.12: Mateřské školy ve Staré Huti (MAS Brdy-Vltava, 2014b)

Mateřské školy		
Název MŠ	Celková max. kapacita	Počet dětí k 30. 6. 2014
ZŠ a MŠ Stará Huť	45	45
Montessori pedagogiky Stará Huť	10	8

Průměrná denní potřeba vody pro mateřské školy se získá vynásobením počtu dětí a zaměstnanců s potřebou vody na den pro jednu osobu (WC, umyvadla s tekoucí teplou vodou).

$$Q_{mš} = (53 + 7) * (8 / 200) = \underline{2,4 \text{ m}^3/\text{den}} \text{ (200 pracovních dnů za rok)}$$

Tabulka 6.13: Základní škola ve Staré Huti (MAS Brdy-Vltava, 2014b)

Základní škola		
Název ZŠ	Celková max. kapacita	Počet žáků k 30. 6. 2014
ZŠ a MŠ Stará Huť	100	50

Průměrná denní potřeba vody pro základní školu se získá vynásobením počtu žáků a zaměstnanců s potřebou vody na den pro jednu osobu (WC, umyvadla s tekoucí teplou vodou).

$$Q_{zš} = (50 + 9) * (5 / 200) = \underline{1,48 \text{ m}^3/\text{den}} \quad (200 \text{ pracovních dnů za rok})$$

Průměrná denní potřeba vody pro ostatní občanskou vybavenost se získá vynásobením počtu obyvatel s potřebou vody na den pro základní občanskou vybavenost na jednoho obyvatele.

$$Q_{oov} = 1335 * 20 = 26\,700 \text{ l/den} = \underline{26,7 \text{ m}^3/\text{den}} \quad (\text{potřeba vody pro základní občanskou vybavenost se uvažuje } 20 \text{ l/osoba/den})$$

$$Q_{ov} = Q_{mš} + Q_{zš} + Q_{oov} = 2,4 + 1,48 + 26,7 = \underline{30,58 \text{ m}^3/\text{den}}$$

6.2.3 Celková průměrná a maximální denní potřeba vody

- Průměrná denní potřeba vody

$$Q_d = (Q_{ob} + Q_{ov} + Q_{pr} + Q_{ze}) * Z$$

kde Q_{ob} průměrná denní potřeba vody pro obyvatelstvo
 Q_{ov} průměrná denní potřeba vody občanskou vybavenost
 Q_{pr} průměrná denní potřeba vody pro průmysl = $0 \text{ m}^3/\text{den}$
 Q_{ze} průměrná denní potřeba vody pro zemědělství = $0 \text{ m}^3/\text{den}$
 Z ztráty vody v roce 2015 = 25,8 %

$$Q_d = (125,45 + 30,58 + 0 + 0) * 1,258 = \underline{196,29 \text{ m}^3/\text{den}}$$

- Maximální denní potřeba vody

$$Q_{md} = Q_d * k_d = 196,29 * 1,4 = \underline{274,8 \text{ m}^3/\text{den}}$$

kde Q_d průměrná denní potřeba vody
 k_d koeficient denní nerovnoměrnosti

Tabulka 6.14: Koeficient denní nerovnoměrnosti (Synáčková, 2010)

Velikostní kategorie obce	k_d
1000 až 5000 obyvatel	1,4

6.3 Potřeba vody v roce 2025 pro Dobříš

Pro výpočet potřeby vody pro rok 2025 ve městě Dobříš je použito jak směrných čísel ročních potřeb, tak především územní plán. Ten počítá s nárůstem počtu obyvatel v roce 2025 až na hodnotu **9881** osob. Z občanské vybavenosti v případě mateřských, základních a středních škol se ve výpočtech uvažuje s využitím současných maximálních kapacit těchto zařízení. Do výpočtů jsou zařazeny současné kapacity jídelen s výdeji jídel. V další občanské vybavenosti jako je Středisko zdraví spol. s r.o. (poliklinika Dobříš) a domov seniorů je počítáno také se současnou kapacitou. Pro další občanské vybavení města jako jsou lékárny, obchody, restaurační zařízení, knihovna, pošta apod. je uvažováno ve výpočtu potřeby vody s 20 l/os/den.

Do potřeby vody byly zahrnuty i největší podniky ve městě Dobříš za předpokladu, že v roce 2014 zaměstnávali více než 50 zaměstnanců. Ve většině případů došlo k maximalizaci hodnoty počtu zaměstnanců z *tabulky 5.5: Významní zaměstnavatelé v Dobříši*.

V podnicích které dodaly roční, nebo měsíční spotřeby vody byly vybrány nejvyšší relevantní hodnoty a převedeny na teoretickou průměrnou denní spotřebu, se kterou se počítá i v roce 2025.

6.3.1 Průměrná denní potřeba vody pro obyvatelstvo

Průměrná denní potřeba vody pro obyvatelstvo se získá vynásobením počtu obyvatel s potřebou vody na den pro jednoho obyvatele (WC, umyvadla s tekoucí teplou vodou).

$$Q_{ob} = 9881 * (35 / 365) = \underline{947,49 \text{ m}^3/\text{den}} \text{ (ob - obyvatelstvo, 365 - dny v roce)}$$

6.3.2 Průměrná denní potřeba vody pro městský úřad

Tabulka 6.15: Přibližný počet zaměstnanců MÚ Dobříš v roce 2025 (Vacek, 2016)

Název instituce	Teoretický počet zaměstnanců v roce 2025
Město Dobříš	199

Průměrná denní potřeba vody pro městský úřad se získá vynásobením počtu zaměstnanců s potřebou vody na den pro jednoho zaměstnance (WC, umyvadla s tekoucí teplou vodou).

$$Q_{mú} = 199 * (14 / 250) = \underline{11,14 \text{ m}^3/\text{den}} \text{ (250 pracovních dnů za rok)}$$

6.3.3 Průměrná denní potřeba vody pro školství

$$Q_{šk} = Q_{mš} + Q_{zš} + Q_{sš} \text{ (mš - mateřské školy, zš - základní školy, sš - střední školy)}$$

- **Mateřské školy**

Vzhledem ke stále se zvyšujícímu počtu dětí v kategorii 0 - 14 let není pravděpodobné, že by do roku 2020 poklesl počet dětí v mateřských a základních školách. V Dobříši se v současné době nacházejí 3 veřejné a několik soukromých mateřských škol. V případě veřejných mateřských škol je dosaženo už v současné době plné kapacity, totéž platí i pro některé soukromé. (MAS Brdy-Vltava, 2014b)

Tabulka 6.16: Teoretické zaplnění veřejných mateřských škol v Dobříši (Vacek, 2016)

Veřejné mateřské školy		
Název MŠ	Celková max. kapacita v roce 2015	Teoretický počet dětí v roce 2025
2. MŠ Dobříš	120	120
4. MŠ Dobříš	136	136
5. MŠ Dobříš	110	110

Tabulka 6.17: Teoretické zaplnění soukromých mateřských škol a hlídacích center v Dobříši (Vacek, 2016)

Soukromé mateřské školy a hlídací centra		
Název MŠ	Celková max. kapacita v roce 2015	Teoretický počet dětí v roce 2025
Anglická školka Dobříš	15	15
Centrum ČÁP Doosan	12	12
Dětský koutek Chobotnička	10	10
Soukromá školka a jesličky MIMI Dobříš	15	15

Průměrná denní potřeba vody pro mateřské školy se získá vynásobením počtu dětí a zaměstnanců s potřebou vody na den pro jednu osobu (WC, umyvadla s tekoucí teplou vodou).

$$Q_{mš} = (418 + 45) * (8 / 200) = \underline{18,52 \text{ m}^3/\text{den}} \text{ (200 pracovních dnů za rok)}$$

- **Základní školy**

V případě základních škol je pravděpodobné, že dojde do roku 2018 k zaplnění kapacit z důvodu populačně silných ročníků. Problém lze očekávat v roce 2019 a výše, kdy budou přicházet i žáci z okolních malotřídních škol s chybějícím 2. stupněm na některou ZŠ v Dobříši. (MAS Brdy-Vltava, 2014b)

Tabulka 6.18: Teoretické zaplnění základních škol v Dobříši (Vacek, 2016)

Základní školy		
Název ZŠ	Celková max. kapacita v roce 2015	Teoretický počet žáků v roce 2025
1. ZŠ Dobříš	610	610
2. ZŠ Dobříš	900	900
Praktická a speciální ZŠ Dobříš, Lidická	100	100

Tabulka 6.19: Teoretický počet zaměstnanců na základních školách (Vacek, 2016)

Název instituce	Teoretický počet zaměstnanců v roce 2025
2. základní škola Dobříš, Školní 1035	99
1. Základní škola Dobříš, Komenského nám. 35	99
Praktická a speciální ZŠ Dobříš, Lidická	20

Průměrná denní potřeba vody pro základní školy se získá vynásobením počtu žáků a zaměstnanců s potřebou vody na den pro jednu osobu (WC, umyvadla s tekoucí teplou vodou).

$$Q_{zš} = (1610 + 198 + 20) * (5 / 200) = \underline{45,7 \text{ m}^3/\text{den}} \text{ (200 pracovních dnů za rok)}$$

- **Střední školy**

Tabulka 6.20: Teoretické zaplnění středních škol v Dobříši (Vacek, 2016)

Střední školy		
Název SŠ	Celková max. kapacita 2015	Teoretický počet studentů v roce 2025
Gymnázium Karla Čapka	360	360
SOU Hluboš - pobočka Dobříš	618 (včetně Hluboše)	200 (Dobříš)

Průměrná denní potřeba vody pro střední školy se získá vynásobením počtu studentů a zaměstnanců s potřebou vody na den pro jednu osobu (WC, umyvadla s tekoucí teplou vodou).

$$Q_{sš} = (560 + 56 + 20) * (5 / 200) = \underline{15,9 \text{ m}^3/\text{den}} \text{ (200 pracovních dnů za rok)}$$

$$Q_{šk} = Q_{mš} + Q_{zš} + Q_{sš} = 18,52 + 45,7 + 15,9 = \underline{80,12 \text{ m}^3/\text{rok}}$$

6.3.4 Průměrná denní potřeba vody pro jídelny

1. ZŠ, tak i 2. ZŠ Dobříš disponují vlastní jídelnou, Gymnázium Karla Čapka využívá služby jídelny na 2. ZŠ Dobříš. Je uvažováno se stejnou kapacitou jako v roce 2015.

Tabulka 6.21: Školní jídelny v Dobříši (Lenka Bušíková, 2016, in verb.; Pallagyová, 2015)

Jídelna	Denní kapacita jídel
1. ZŠ Dobříš	750
2. ZŠ Dobříš	800

Průměrná denní potřeba vody pro jídelny se získá vynásobením počtu strážníků a zaměstnanců s potřebou vody na den pro jednoho strážníka \approx zaměstnance (vaření jídla, mytí nádobí, WC a umyvadla).

$$Q_j = (1550 + 15) * (8 / 200) = \underline{62,6 \text{ m}^3/\text{den}} \text{ (200 pracovních dnů za rok)}$$

6.3.5 Průměrná denní potřeba vody pro občanskou vybavenost

$Q_{ov} = Q_{oov} + Q_{sz} + Q_{ds}$ (ov - občanská vybavenost, oov - ostatní občanská vybavenost, sz - středisko zdraví, ds - domov seniorů)

Průměrná denní potřeba vody pro ostatní občanskou vybavenost se získá vynásobením počtu obyvatel s potřebou vody na den pro základní občanskou vybavenost.

$$Q_{oov} = 9881 * 20 = 197\,620 \text{ l/den} = \underline{197,62 \text{ m}^3/\text{den}} \text{ (potřeba vody pro základní občanskou vybavenost se uvažuje 20 l/osoba/den)}$$

Tabulka 6.22: Významné zařízení v občanské vybavenosti v Dobříši (Vacek, 2016)

Zařízení	Využitá kapacita stejná jako v roce 2015
Středisko zdraví spol. s r. o.	50 zaměstnanců
Domov seniorů Dobříš	91 lůžek

- **Středisko zdraví spol. s r.o (Poliklinika Dobříš)**

Pro zdravotnické středisko se předpokládá stejný počet zaměstnanců jako v roce 2015, kdy zde bylo zaměstnáno cca **50** osob ze zdravotnického personálu.

Průměrná denní potřeba vody pro Středisko zdraví se získá vynásobením počtu zaměstnanců s potřebou vody na den pro jednoho pracovníka ve zdravotnickém středisku.

$$Q_{sz} = 50 * (18 / 250) = \underline{3,6 \text{ m}^3/\text{den}} \text{ (250 pracovních dnů za rok)}$$

- **Domov seniorů Dobříš**

Domov seniorů disponoval v roce 2015 kapacitou **91 lůžek**. Pro rok 2025 je uvažována stejná kapacita jako v roce 2015. Bylo by ale vhodné zvýšit tuto už dnes nedostatečnou kapacitu.

Průměrná denní potřeba vody pro Domov seniorů se získá vynásobením počtu lůžek s potřebou vody na den pro jedno lůžko v domově důchodců.

$$Q_{ds} = 91 * (45 / 365) = \underline{11,22 \text{ m}^3/\text{den}} \quad (365 \text{ pracovních dnů za rok})$$

$$Q_{zov} = Q_{ozov} + Q_{sz} + Q_{ds} = 197,62 + 3,6 + 11,22 = \underline{212,44 \text{ m}^3/\text{den}}$$

6.3.6 Průměrná denní potřeba vody pro průmysl

$$Q_p = Q_{Bobcat} + Q_{Benteler} + Q_{York} + Q_{Energon} + Q_{Bosák} + Q_{CIC} + Q_{Zemědělská \text{ společnost}}$$

V podnicích které dodaly roční, nebo měsíční spotřeby vody byly vybrány nejvyšší relevantní hodnoty a převedeny na teoretickou průměrnou denní spotřebu. Výpočet na denní maximální potřebu je proveden vynásobením této teoretické průměrné denní spotřeby s koeficientem 1,2. Koeficient 1,2 charakterizuje denní nerovnoměrnost (čím vyšší číslo, tím vyšší potřeba vody pro daný provoz - např. cukrovar, by měl zcela jistě vyšší koeficient).

Tabulka 6.23: Převedy na maximální denní spotřebu (Vacek, 2016)

Název firmy	Nejvyšší spotřeba vody [m ³]	Období	Převod na teoretickou průměrnou denní spotřebu [m ³ /den]
Doosan Bobcat s. r. o.	2318	březen 2015	74,77*
Benteler Distribution Czech Republic, spol. s r.o.	2013	rok 2004	5,5*
YORK, spol. s r.o.	921	rok 2011	3,64*

Průměrná denní potřeba vody pro Bobcat se získá vynásobením koeficientu 1,2 s teoretickou maximální denní spotřebou.

$$Q_{Bobcat} = 1,2 * 74,77 = \underline{89,72 \text{ m}^3/\text{den}}$$

Průměrná denní potřeba vody pro Benteler se získá vynásobením koeficientu 1,2 s teoretickou maximální denní spotřebou.

$$Q_{Benteler} = 1,2 * (\text{teoretická maximální denní spotřeba}) = 1,2 * 5,5 = \underline{6,6 \text{ m}^3/\text{den}}$$

Průměrná denní potřeba vody pro York se získá vynásobením koeficientu 1,2 s teoretickou maximální denní spotřebou.

$$Q_{York} = 1,2 * (\text{teoretická maximální denní spotřeba}) = 1,2 * 3,64 = \underline{4,37 \text{ m}^3/\text{den}}$$

Tabulka 6.24: Přibližné počty zaměstnanců v roce 2025 (Vacek, 2016)

Název firmy	Teoretický počet zaměstnanců v roce 2025
Doosan Bobcat Manufacturing a Engineering s.r.o.	850*
ENERGON Dobříš, s.r.o.	199
Bosák bus, s.r.o.	99
Benteler Distribution Czech Republic, spol. s r.o.	99*
C.I.C Jan Hřebec s.r.o.	99
YORK, spor. s r.o.	99*
Zemědělská společnost Dobříš, spo. s r.o.	99

*Označeny jsou ty podniky, které dodaly roční, nebo měsíční spotřeby vody.

Průměrná denní potřeba vody pro Energon se získá vynásobením počtu zaměstnanců s potřebou vody na den pro jednoho zaměstnance (WC, umyvadla s tekoucí teplou vodou s možností sprchování).

$$Q_{Energon} = 199 * (26 / 250) = \underline{20,7 \text{ m}^3/\text{den}} \quad (250 \text{ pracovních dnů za rok})$$

Průměrná denní potřeba vody pro Bosák se získá vynásobením počtu zaměstnanců s potřebou vody na den pro jednoho zaměstnance (WC, umyvadla s tekoucí teplou vodou s možností sprchování).

$$Q_{Bosák} = 99 * (26 / 250) = \underline{10,3 \text{ m}^3/\text{den}} \quad (250 \text{ pracovních dnů za rok})$$

Průměrná denní potřeba vody pro CIC se získá vynásobením počtu zaměstnanců s potřebou vody na den pro jednoho zaměstnance (WC, umyvadla s tekoucí teplou vodou s možností sprchování).

$$Q_{CIC} = 99 * (26 / 250) = \underline{10,3 \text{ m}^3/\text{den}} \quad (250 \text{ pracovních dnů za rok})$$

Průměrná denní potřeba vody pro Zemědělskou společnost se získá vynásobením počtu zaměstnanců s potřebou vody na den pro jednoho zaměstnance (WC, umyvadla s tekoucí teplou vodou s možností sprchování).

$$Q_{Zemědělská \text{ společnost}} = 99 * (26 / 250) = \underline{10,3 \text{ m}^3/\text{den}} \quad (250 \text{ pracovních dnů za rok})$$

$$Q_p = Q_{Bobcat} + Q_{Benteler} + Q_{York} + Q_{Energon} + Q_{Bosák} + Q_{CIC} + Q_{Zemědělská\ společnost} = 89,72 + 6,6 + 4,37 + 20,7 + 10,3 + 10,3 + 10,3 = \underline{152,29\ m^3/den}$$

6.3.7 Celková průměrná a maximální denní potřeba vody

- Průměrná denní potřeba vody

$$Q_d = (Q_{ob} + Q_{mú} + Q_{šk} + Q_j + Q_{oov} + Q_{pr} + Q_{ze} + Q_p + Q_v) * Z$$

kde

Q_{ob}	průměrná denní potřeba vody pro obyvatelstvo
$Q_{mú}$	průměrná denní potřeba vody pro městský úřad
$Q_{šk}$	průměrná denní potřeba vody pro školství
Q_j	průměrná denní potřeba vody pro jídelny
Q_{oov}	průměrná denní potřeba vody pro ostatní občanskou vybavenost
Q_{pr}	průměrná denní potřeba vody pro průmysl
Q_{ze}	průměrná denní potřeba vody pro zemědělství = 0 m ³ /den
Q_p	požární voda = 8 m ³ /měsíc = 0,3 m ³ /den
Q_v	voda pro vlastní potřebu provozovatele = 3000 m ³ /rok = 8,22 m ³ /den
Z	ztráty vody v roce 2025 = 20 %

$$Q_d = (947,49 + 11,14 + 80,12 + 62,6 + 212,44 + 152,29 + 0 + 0,3 + 8,22) * 1,2 = \underline{1769,52\ m^3/den}$$

- Maximální denní potřeba vody

$$Q_{md} = Q_d * k_d = 1769,52 * 1,35 = \underline{2388,85\ m^3/den}$$

kde

Q_d	průměrná denní potřeba vody
k_d	koeficient denní nerovnoměrnosti

Tabulka 6.25: Koeficient denní nerovnoměrnosti (Synáčková, 2010)

Velikostní kategorie obce	k_d
5000 až 20 000 obyvatel	1,35

6.4 Potřeba vody v roce 2025 pro Starou Huť

Pro výpočet potřeby vody v roce 2025 pro Starou Huť byla použita jak směrná čísla ročních potřeb, tak především územní plán. Ten počítá v roce 2025 s nárůstem obyvatel až na hodnotu **1485** osob. Z občanské vybavenosti jsou do potřeby vody zahrnuty mateřské školy a základní škola. Pro další občanské vybavení obce jako jsou restaurace, pošta a obchod s potravinami je uvažováno s 20 l/osoba/den.

6.4.1 Průměrná denní potřeba vody pro obyvatelstvo

Podle prognózy populačního vývoje Staré Huti lze očekávat každoroční nárůst obyvatel o 15 osob.

Průměrná denní potřeba vody pro obyvatelstvo se získá vynásobením počtu obyvatel s potřebou vody na den pro jednoho obyvatele (WC, umyvadla s tekoucí teplou vodou).

$$Q_{ob} = 1485 * (35 / 365) = \underline{142,4 \text{ m}^3/\text{den}} \text{ (ob - obyvatelstvo, 365 - dny v roce)}$$

6.4.2 Průměrná denní potřeba vody pro občanskou vybavenost

Ve Staré Huti se nacházejí 2 mateřské školy a jedna malotřídní základní škola (od 1. do 5. třídy). Pro rok 2025 se ve výpočtech předpokládá plné kapacity. Dále se v této obci nachází pár restaurací, pošta a obchod s potravinami.

$$Q_{ov} = Q_{mš} + Q_{zš} + Q_{oov} \text{ (ov - občanská vybavenost, mš - mateřské školy, zš - základní škola, oov - ostatní občanská vybavenost)}$$

Tabulka 6.26: Počet dětí v mateřských školách ve Staré Huti (Vacek, 2016)

Mateřské školy		
Název MŠ	Celková max. kapacita v roce 2015	Teoretický počet dětí v roce 2025
ZŠ a MŠ Stará Huť	45	45
Montessori pedagogiky Stará Huť	10	10

Průměrná denní potřeba vody pro mateřské školy se získá vynásobením počtu dětí a zaměstnanců s potřebou vody na den pro jednu osobu (WC, umyvadla s tekoucí teplou vodou).

$$Q_{mš} = (55 + 7) * (8 / 200) = \underline{2,48 \text{ m}^3/\text{den}} \text{ (200 pracovních dnů za rok)}$$

Tabulka 6.27: Počet žáků v základní škole ve Staré Huti (Vacek, 2016)

Základní škola		
Název ZŠ	Celková max. kapacita v roce 2015	Teoretický počet žáků v roce 2025
ZŠ a MŠ Stará Huť	100	100

Průměrná denní potřeba vody pro základní školu se získá vynásobením počtu žáků a zaměstnanců s potřebou vody na den pro jednu osobu (WC, umyvadla s tekoucí teplou vodou).

$$Q_{zš} = (100 + 18) * (5 / 200) = \underline{2,95 \text{ m}^3/\text{den}} \text{ (200 pracovních dnů za rok)}$$

Průměrná denní potřeba vody pro ostatní občanskou vybavenost se získá vynásobením počtu obyvatel s potřebou vody na den pro základní občanskou vybavenost na jednoho obyvatele.

$$Q_{ov} = 1485 * 20 = 29\,700 \text{ l/den} = \underline{29,7 \text{ m}^3/\text{den}} \quad (\text{potřeba vody pro základní občanskou vybavenost se uvažuje } 20 \text{ l/osoba/den})$$

$$Q_{ov} = Q_{mš} + Q_{zš} + Q_{ov} = 2,48 + 2,95 + 29,7 = \underline{35,13 \text{ m}^3/\text{den}}$$

6.4.3 Celková průměrná a maximální denní potřeba vody

- Průměrná denní potřeba vody

$$Q_d = (Q_{ob} + Q_{ov} + Q_{pr} + Q_{ze}) * Z$$

kde Q_{ob} průměrná denní potřeba vody pro obyvatelstvo
 Q_{ov} průměrná denní potřeba vody občanskou vybavenost
 Q_{pr} průměrná denní potřeba vody pro průmysl = 0 m³/den
 Q_{ze} průměrná denní potřeba vody pro zemědělství = 0 m³/den
 Z ztráty vody v roce 2025 = 20 %

$$Q_d = (142,4 + 35,13 + 0 + 0) * 1,2 = \underline{213,04 \text{ m}^3/\text{den}}$$

- Maximální denní potřeba vody

$$Q_{md} = Q_d * k_d = 213,04 * 1,4 = \underline{298,25 \text{ m}^3/\text{den}}$$

kde Q_d průměrná denní potřeba vody
 k_d koeficient denní nerovnoměrnosti

Tabulka 6.28: Koeficient denní nerovnoměrnosti (Synáčková, 2010)

Velikostní kategorie obce	k_d
1000 až 5000 obyvatel	1,4

6.5 Souhrn potřeby vody pro rok 2015 a 2025

Následující tabulky zpřehledňují potřeby vody pro dané roky. Potřeba vody pro rok 2015 je vypočtena především z důvodu srovnání potřeby vody s rokem 2025. Bylo nutné rozdělit výpočty na jednotlivé spotřebišť a to na město Dobříš a obec Starou Huť. Důvodem pro toto rozdělení je takový, že se jedná o skupinový vodovod.

Tabulka 6.29: Rozdíly potřeby vody v jednotlivých spotřebištích a letech (Vacek, 2016)

Spotřebiště	Dobříš		Stará Huť	
	2015	2025	2015	2025
Rok				
Počet obyvatel	8878	9881	1335	1485
Připojeno na vodovod	98 %	100 %	98 %	100 %
Počet obyvatel připojených na vodovod	8700	9881	1308	1485
kd - koeficient denní potřeby	1,35	1,35	1,4	1,4
Průměrná denní potřeba [m ³]	1631,83	1769,52	196,29	213,04
Maximální denní potřeba [m ³]	2202,97	2388,85	274,8	298,25

Pro výslednou bilanci bylo zapotřebí jednotlivé potřeby pro město Dobříš a obec Starou Huť sečíst.

Tabulka 6.30: Rozdíly potřeby vody v celé síti v jednotlivých letech (Vacek, 2016)

Spotřebiště	Dobříš včetně Staré Hutě	
	2015	2025
Rok		
Celkový počet obyvatel	10213	11366
Připojeno na vodovod	98 %	100 %
Počet obyvatel připojených na vodovod	10 008	11 366
Průměrná denní potřeba [m ³]	1828,12	1982,56
Maximální denní potřeba [m ³]	2477,77	2687,1

Bilance na maximální denní potřebu udává rozdíl mezi vydatností vodních zdrojů a maximální denní potřeby. Využití zdrojů na maximální denní potřebu pak udává procentuelní zatížení vodních zdrojů.

Tabulka 6.31: Bilance vody a využití vodních zdrojů v jednotlivých letech (Vacek, 2016)

Rok	2015	2025
Ztráty vody	25,8 %	20 %
Průměrná denní potřeba [m ³]	1828,12	1982,56
Maximální denní potřeba [m ³]	2477,77	2687,1
Vydatnost zdrojů	33 l/s = 2851,2 m ³ /d	39,8 l/s = 3438,7 m ³ /d
Bilance na maximální denní potřebu	+ 373,43 m ³ /d	+ 751,6 m ³ /d
Využití vodních zdrojů na maximální denní potřebu	87 %	78 %

7. UDRŽITELNOST VODNÍCH ZDROJŮ

7.1 Vodní zdroje

V současné době je skupinový vodovod jak pro Dobříš tak Starou Huť zásobován převážně podzemní vodou a z jednoho povrchového zdroje. Odběr podzemní vody se provádí z několika pramenišť - v Trnové, Lipířích, Babě, Svaté Anně, Brodcích a Říhovce. V době vypracovávání této práce je dokončováno připojení nejnovějšího prameniště Sychrov k čerpací stanici. V případě povrchových zdrojů se dnes sporadicky využívá pouze vodní zdroj v bývalém kamenolomu - Jezírku. V minulosti byla využívána pro vodárenské účely vodní nádrž Chotobuš. Dlouhodobě nekvalitní surová voda byla ale příčinou k ukončení odběru. Stále v provozu je ale úpravna vody Chotobuš, která v současné době už neodebírá surovou vodu z vodní nádrže Chotobuš, ale z Jezírka. Je nutné zmínit ještě prameniště pro sanatorium (MEDI HELP) zásobující primárně sanatorium a nedalekou ulici Na Čihadlech. V případě, že ve vodojemu zásobující toto spotřebišť je přebytek vody, dochází k předávání vody Vodohospodářské společnosti Dobříš. Záložním zdrojem je přivaděč z Příbrami (z úpravny vody na Hatích), kde je dlouhodobě zachován pouze minimální hygienický průtok. Zásobování města Dobříše a obce Stará Huť je tedy v současné době zabezpečeno z vlastních vodních zdrojů.

7.1.1 Prameniště Trnová

Pro plánovaný rozvoj města v 80. letech bylo nutné zajistit nové vodní zdroje. Celková předpokládaná potřeba vody v té době byla stanovena na 29,6 l/s, ale ve skutečnosti bylo k dispozici v tehdejších vodních zdrojích pouze 20 l/s. **Neustálá kritika občanů a nedostatek kvalitní vody** byl omezujícím faktorem pro rozvoj města. Výsledky z dříve provedeného povrchového hydrogeologického průzkumu Hřebenů (část Brdské vrchoviny) nedopadly z vodohospodářského hlediska příznivě. I přes tuto skutečnost se v této lokalitě přistoupilo v roce 1987 k vybudování 5 jímacích vrtů (T1, T2, T3, T4, T5) za 23 mil. Kčs. V rámci úspory ale nebyly vrty plně vypaženy, takže se jejich vydatnost z **5 l/s** v průběhu let stále snižovala.

V roce 1993 byl dokončen přivaděč z lokality Trnová na vodojem Svatá Anna. O rok později se přistoupilo v Trnové k dalšímu vybudování **3 jímacích vrtů**

s vydatností **5 l/s**. To znamenalo výrazné zlepšení dodávané vody spotřebitelům a pomalé nahrazování nekvalitní vody z úpravny Chotobuř za vodu podzemní.

V roce 1999 bylo při prohlídkách televizní sondou zjištěno, že vybudované vrty v roce 1987 jsou v nevystrojených úsecích neprůchodné (zavalené) v 32,6 m (T3), 32,5 m (T4), 30,8 m (T5) a ve vrtu T7 vybudovaným v roce 1993 v 38,2 m. Jedná se o vrty s původní hloubkou 60 m a s neúplnou zavěšenou výstrojí PE 225 mm v úseku 0 - 32 m. Rekonstrukce zavalených vrtů se provedlo mezi červnem a červencem roku 2001.

Vrt T3 byl zprůchodněn na původní hloubku 60,5 m a osazen v celém profilu vnitřní výstrojí z PVC 160/140 mm s atestem pro pitnou vodu s nýtovanými spoji z antikorozi oceli. Mezi perforované pažnice byly v intervalech 27 - 30 m a 48 - 51 m vsazeny plné pažnice pro variabilní umístění ponorného čerpadla. U dna vrtu v intervalu 58,5 - 60,5 m byla vsazena plná pažnice pro případné bezproblémové odkalení vrtu.

Vrty T4, T5 a T7 byly zprůchodněny na původní hloubku 60 m a osazeny v celém profilu vnitřní výstrojí obdobně jako u vrtu T3. (Geotip, 2001)

Odebíraná voda je z hlubšího oběhu podzemní vody, nacházející se v tektonicky porušených zlomech a puklinách v žitecko - hlubošských **slepencích** spodního kambria. Kolektor je tedy průlinově - puklinový s dominantní **puklinovou propustností** s přítokem ze širší oblasti. Typickou vlastností tohoto kolektoru je pomalejší odezva na srážky a malá náchylnost k povrchovému znečištění. Zvodněné prostředí má volnou až slabě napjatou hladinu podzemní vody s negativní výtlačnou výškou. Celková vydatnost těchto jímacích vrtů s velmi dobrou kvalitou vody je cca **12,1 l/s**. (Geotip, 2001, Salaba 2010; Vacek a kol., 2005)

Tabulka 7.1: Prameniště Trnová (Salaba, 2010)

Vrt	Hloubka (m)	Q (l/s)	Transmisivita T (m ² /s)	Kolektor
T1	60	0,8	5,2*10 ⁻⁵	Kambrium
T2	60	2,1	6,9*10 ⁻⁵	Kambrium
T3	60,5	2,1	8,0*10 ⁻⁵	Kambrium
T4	60	0,4	4,0*10 ⁻⁵	Kambrium
T5	60	2,2	2,5*10 ⁻⁵	Kambrium
T6	60	1,5	4,9*10 ⁻⁵	Kambrium
T7	60	1,3	5,5*10 ⁻⁵	Kambrium
T8	70	1,75	1,5*10 ⁻⁵	Kambrium



Obrázek 7.1: Technologický domek u jímacího vrtu v Trnové (Vacek, 2016)

7.1.2 Prameniště Lipíže

Lipížský potok a samotné prameniště se nachází v oblasti přírodního parku Hřebeny. K vybudování **9 jímacích vrtů** (v současné době je v provozu **8 vrtů**) došlo mezi roky 1994 - 2000, následně v součinnosti s obcí Stará Huť byl zrealizován přivaděč do čerpací stanice a úpravy vody Brodce. Odebíraná voda je z hlubšího oběhu podzemní vody, nacházející se v tektonicky porušených zlomech a puklinách v žitcko - hlubošských slepencích spodního kambria. Kolektor je tedy průlinově - puklinový s dominantní **puklinovou propustností** s přítokem ze širší oblasti. Typickou vlastností tohoto kolektoru je pomalejší odezva na srážky a malá náchylnost k povrchovému znečištění. Zvodněné prostředí má volnou až slabě napjatou hladinu podzemní vody s negativní výtlačnou výškou. Vydatnost těchto jímacích vrtů s dobrou až velmi dobrou kvalitou vody je cca **9,6 l/s**. (Salaba, 2010; Vacek a kol., 2005)

Tabulka 7.2: Prameniště Lipíže (Salaba, 2010)

Vrt	Hloubka (m)	Q (l/s)	Transmisivita T (m ² /s)	Kolektor
L1	48	0,9	4,6*10 ⁻⁵	Kambrium
L2	51	1,0	1,1*10 ⁻⁵	Kambrium
L3 - zasypán	-	-	-	-
L4	45	0,2	1,8*10 ⁻⁵	Kambrium
L5	60	1,7	4,6*10 ⁻⁵	Kambrium
L6	45,8	0,7	1,8*10 ⁻⁵	Kambrium
L7	51	0,7	1,6*10 ⁻⁵	Kambrium
L8	45	2,1	5,7*10 ⁻⁵	Kambrium
L9	52	2,3	6,9*10 ⁻⁵	Kambrium



Obrázek 7.2: Technologický domek u jímacího vrtu v Lipířích (Vacek, 2016)

7.1.3 Prameniště Sychrov

V době odevzdání této práce (jaro 2016) se prameniště Sychrov připojovalo za pomoci vysokotlakého PE 100 RC potrubí k čerpací stanici (ČS) Trnová. K tomuto datu chybělo z celkové vzdálenosti 4 km od prameniště Sychrov k ČS Trnová položit posledních cca 1,3 km tohoto potrubí. Samotné prameniště Sychrov se tedy nachází přibližně 1 km od obce Rosovice a 4 km od města Dobříše v přírodním parku Hřebeny. **V roce 2011** bylo na základě archivní rešerše a terénní rekonoskace vytipováno toto nové jímací území pro posílení vodních zdrojů pro město Dobříš. Hydrogeologické vrtu HV1 - HV4 byly vyhloubeny bezjádrovou rotačně - příklepovou technologií pomocí vrtné soupravy ADBS s konečným vrtným průměrem 254 mm v období 16. - 30. října 2013. Na všech čtyřech vrtech proběhla v období 22. 11. - 2. 12. 2013 hydrodynamická (čerpací + stoupací) zkouška. Touto zkouškou se zjistily hydraulické parametry jako je koeficient filtrace, transmisivita, storativita a optimální vydatnost.

Odebíraná voda je z hlubšího oběhu podzemní vody, nacházející se ve spodnokambrických sedimentech sádeckého a holšínsko - hořického souvrství. Kromě bazálních drob se v části území nacházejí tektonicky porušené nadložní **holšínské slepence** a **hořické pískovce** s vložkami jílovitoprachovitých **břidlic**. Hlubší oběh podzemní vody je vázán v tektonicky porušených zlomech a pásmech rozpukání. Jedná se převážně o puklinový kolektor s pomalejší odezvou na srážky a s menší náchylností na znečištění. Zvodněné prostředí má slabě napjatou hladinu podzemní vody s negativní výtlačnou výškou. Odebíraná surová voda má celkově nízký obsah železa 0,0107 - 0,391 mg/l (limit 0,2 mg/l), zvýšený obsah manganu 0,330 - 0,694 mg/l (limit 0,05 mg/l) a mírně zvýšený

obsah radonu 38,3 – 95,0 Bq/l. Přítomnost radonových emanací z geologického podloží indikuje hlubší tektonické porušení hornin v této lokalitě.

Pro jímací vrt **HV1** byla stanovena optimální vydatnost 1,65 l/s až 1,95 l/s. Pro hromadné zásobování z tohoto vodního zdroje je doporučen dlouhodobý odběr 1,8 l/s. Pro jímací vrt **HV2** byla stanovena optimální vydatnost 1,43 l/s až 1,66 l/s. Pro hromadné zásobování z tohoto vodního zdroje je doporučen dlouhodobý odběr 1,6 l/s. Pro jímací vrt **HV3** byla stanovena optimální vydatnost 1,43 l/s až 1,75 l/s. Pro hromadné zásobování z tohoto vodního zdroje je doporučen dlouhodobý odběr 1,6 l/s. Pro jímací vrt **HV4** byla stanovena optimální vydatnost 1,51 l/s až 1,92 l/s. Pro hromadné zásobování z tohoto vodního zdroje je doporučen dlouhodobý odběr 1,8 l/s. Předpokladem pro tyto odběry je především umístění ponorného čerpadla ve 45 m v úseku plné pažnice. Vydatnost všech těchto jímacích vrtů s dobrou kvalitou vody tak bude cca **6,8 l/s**. (Geotip, 2014)

Tabulka 7.3: Prameniště Sychrov (Geotip, 2014)

Vrt	Hloubka (m)	Q (l/s)	Transmisivita T (m ² /s)	Kolektor
HV1	70	1,8	4,13*10 ⁻⁵	Kambrium
HV2	70	1,6	6,28*10 ⁻⁵	Kambrium
HV3	70	1,6	1,11*10 ⁻⁴	Kambrium
HV4	70	1,8	1,35*10 ⁻⁴	Kambrium



Obrázek 7.3: Jímací vrt v lokalitě Sychrov (Vacek, 2016)

7.1.4 Prameniště Baba

Prameniště Baba se nachází nedaleko nejvyššího kopce Hřebenů (Studeného vrchu 660 m n. m.) a stejnojmenného kopce (Velká Baba 615 m n. m.). Už od konce 19. století byla z této lokality gravitačně odebírána podzemní voda z jímacích sběrných zářezů a následně využívána pro zásobování Rosovické ulice (v západní části města Dobříše) a veřejného stojanu pro odběr vody. V období 2. světové války došlo k rekonstrukci jak zářezů, tak i sběrných jímeček.

V současné době se odebírá ze 4 jímacích zářezů umístěných cca 4 m pod povrchem. Odebíraná voda je gravitačně přivedena do čerpací stanice Trnová litinovým potrubím o DN 100. Jedná se o vodu z mělkého oběhu podzemní vody, nacházející se v kvartérních sutích a v eluviálních zvětralinách žitecko - hlubošských **slepencích** spodního kambria. Kolektor je tedy **průlinově propustný** s přítokem ze širší oblasti. Typickou vlastností tohoto kolektoru je rychlá odezva na srážky, větší náchylnost k povrchovému znečištění a volná hladina podzemní vody. Vydátnost těchto jímacích zářezů s dobrou kvalitou vody je cca **4 l/s**. (Kunický, 2010; Salaba, 2010)

Jímaná voda ze zářezů je přiváděna do sběrné jímky, což je betonový objekt s půdorysnými rozměry 1,3 x 1,4 m a s hloubkou 3,6 m. Horní část je opatřena litinovým ventilačním poklopem 70 x 70 cm. Ke vstupu slouží ocelový žebřík uchycený ve stěně jímky. (Kunický, 2010)

Tabulka 7.4: Jímací zářezy v lokalitě Baba (Vacek, 2016)

Zářezy	Hloubka (m)	Q (l/s)	Transmisivita T (m ² /s)	Kolektor
4 x	4	4	-	Kvartér



Obrázek 7.4: Poklop pramenné jímky v lokalitě Baba (Vacek, 2016)

7.1.5 Prameniště Svatá Anna

Prameniště Svatá Anna s jedním jímacím vrtem se nachází nedaleko od stejnojmenného vodojemu. Odebíraná voda je z hlubšího oběhu podzemní vody, nacházející se v tektonicky porušených zlomech a puklinách v žitecko - hlubošských **slepencích** spodního kambria. Kolektor je tedy průlinově - puklinový s dominantní **puklinovou propustností** s přítokem ze širší oblasti. Typickou vlastností tohoto kolektoru je pomalejší odezva na srážky a malá náchylnost

k povrchovému znečištění. Intenzivní rozpukání bylo zjištěno v úsecích 32 - 38, 41 - 44 m, 46 - 48 m a 53 - 55 m. Zeminy kvartérního pokryvu mají v místě vrtu mocnost 12 m. Zvodněné prostředí má slabě napjatou hladinu podzemní vody s negativní výtlačnou výškou. Vydatnost tohoto jímacího vrtu s dobrou kvalitou vody je cca 2,23 l/s, doporučený odběr je ale stanoven na **2,1 l/s** (66 200 m³/rok).

Surová voda z vrtu D3 je charakteristická svým nízkým obsahem železa 0,068 - 0,14 mg/l (limit 0,2 mg/l) a vysokým obsahem manganu 1,3 - 2,0 mg/l (limit 0,05 mg/l). Ostatní sledované ukazatelé jsou pod příslušnými limity. Po snížení obsahu manganu technologickou úpravou a po preventivní chloraci je možné tuto vodu použít pro zásobování obyvatelstva. (Kunický, 2010; Salaba, 2010; Vacek a kol., 2005)

Tabulka 7.5: Prameniště Svatá Anna (Salaba, 2010)

Vrt	Hloubka (m)	Q (l/s)	Transmisivita T (m ² /s)	Kolektor
D3	60	2,1	8,2*10 ⁻⁵	Kambrium



Obrázek 7.5: Betonový poklop jímacího vrtu v prameništi Svatá Anna (Vacek, 2016)

7.1.6 Prameniště Brodce

V roce 1998 se na základě pozitivního hydrogeologického posouzení nedaleko soutoku Lipížského (hydrologické pořadí 1-08-05-101) a Trnovského potoka (h. p. 1-08-05-100) vybudovaly 2 jímacích vrtů. Vybudované vrtů leží v údolní nivě tvořené lučním porostem. Odebíraná voda je z hlubšího oběhu podzemní vody, nacházející se v tektonicky porušených zlomech a puklinách ve štěchovických břidlicích svrchního proterozoika. Kolektor je tedy nespojitě puklinový s přítokem ze širší oblasti. Typickou vlastností tohoto kolektoru je pomalejší odezva na srážky a malá náchylnost k povrchovému znečištění. Zvodněné prostředí má

napjatou hladinu podzemní vody s negativní výtlačnou výškou. Celková vydatnost těchto jímacích vrtů s velmi dobrou kvalitou vody je cca **2 l/s**.

Surová voda z vrtů HV1 a HV2 je charakteristická svojí střední mineralizací a mírně zvýšeným obsahem Fe, Mn a Ba. Ostatní sledované ukazatelé jsou pod příslušnými limity. Po mírném snížení obsahu Mn a Fe technologickou úpravou je možné tuto vodu použít pro zásobování obyvatelstva. (Kunický, 2010; Salaba, 2010; Vacek a kol, 2005)

Tabulka 7.6: *Prameniště Brodce (Salaba, 2010)*

Vrt	Hloubka (m)	Q (l/s)	Transmisivita T (m ² /s)	Kolektor
HV1	59	1,2	3,8*10 ⁻⁵	Proterozoikum
HV2	41	0,8	3,8*10 ⁻⁵	Proterozoikum



Obrázek 7.6: *Technologický domek u jímacího vrtu v Brodcích (Vacek, 2016)*

7.1.7 Jezírko

Vodní zdroj Jezírko se nachází na okraji jižní části města Dobříše a slouží pro další posílení v zásobování vodou. V tomto bývalém kamenolomu se v minulosti těžily horniny sedimentárního komplexu štěchovické skupiny svrchního proterozoika (břidlice, dobříšské slepence, prachovce a droby). **Zrušení těžby v roce 1991** umožnilo využít tuto umělou nádrž s přirozeným podzemním přítokem okolo **1,6 l/s**. Průměrný povolený odběr je stanoven právě na základě přítoku do této nádrže. Bylo potvrzeno, že se geneticky jedná o podzemní vodu z hlubšího oběhu v proterozoiku s částečnou srážkovou dotací bez infiltrace potoční vody. Surová voda z tohoto zdroje se upravuje **na úpravně vody Chotobuš**, která byla do té doby mimo provoz z důvodu ukončení odběru z vodní nádrže Chotobuš. V druhé polovině devadesátých let došlo v úpravně ke zprovoznění čerpací stanice a biologické úpravy vody. Voda z Jezírka se **využívá**

pouze sporadicky v období sucha a při pokrytí špičkových odběrů nebo v případě odstávky jiného zdroje. (Salaba, 2010)

Bývalý kamenolom je od roku 2009 vyhlášen za přírodní památku s celkovou výměrou 4,2011 ha. Důvodem k ochraně je geologický profil slabě metamorfovaných mořských sedimentů svrchnoproterozoického stáří se střídáním břidlic, výchozů dobříšských slepenců, prachovců a drob. Z fauny a flory se jedná o společenstva rostlin a živočichů jako jsou kovařík, modrásek rozchodníkový, soumračník skořicový, kulík říční apod. (AOPK, 2016)

Tabulka 7.7: Vodní zdroj Jezírko (MÚ Dobříš, 2011)

Vodní plocha	1,39 ha
Plocha dna nádrže	0,51 ha
Maximální hloubka	7,09 m
Maximální objem akumulované vody	67 000 m ³
Roční akumulovaný objem	40 000 m ³
Způsob využití	Vodní nádrž umělá
Správce nádrže	Vodohospodářská společnost Dobříš spol.s r.o. Jiráskova 656, 26301 Dobříš.
Hlavní účel	Vodní zdroj Jezírko se využívá pro vodárenské zásobování města Dobříše a okolí. Hlavním úkolem je pokrytí špičkových odběrů, nucených odstávek jiných zdrojů nebo při haváriích.
Vydatnost	1,6 l/s
Povolený odběr	průměrný povolený odběr je 1,6 l/s. Maximální odběr je stanoven na 4 l/s (10 400 m ³ /měsíčně a 50 500 m ³ /rok). Tyto odběrové hodnoty jsou povoleny do 31. 12. 2018.



Obrázek 7.7: Vodní zdroj Jezírko (URL 6)

7.1.8 Prameniště Říhovka

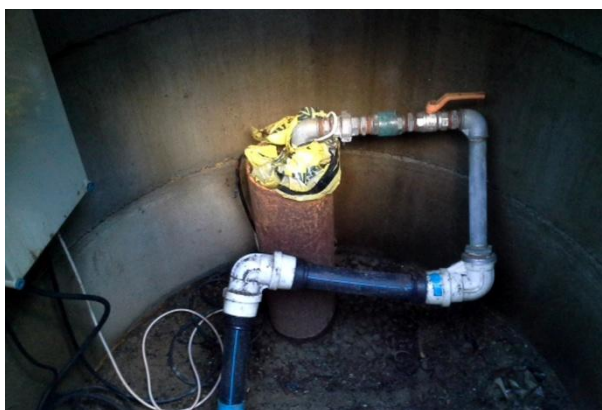
Jímací vrt v povodí Jalovčího potoka se nachází mimo katastrální území Dobříše v zalesněné oblasti přírodního parku Hřebeny. Vrtný průměr 254 mm je vypažen

plnou pažnicí do hloubky 14 m. V přítokových úsecích jsou pažnice o rozměrech 160/140 mm (vnější/vnitřní průměr) perforovány. Ve 3 úsecích jsou plné z důvodu variabilního umístění ponorného čerpadla a pro čištění vrtu. Odebíraná voda je z hlubšího oběhu podzemní vody, nacházející se v tektonicky porušených zlomech a puklinách v žitecko - hlubošských **slepencích** spodního kambria. Kolektor je tedy průlinově - puklinový s **dominantní puklinovou propustností** s přítokem ze širší oblasti. Typickou vlastností tohoto kolektoru je pomalejší odezva na srážky a malá náchylnost k povrchovému znečištění. Zvodněné prostředí má slabě napjatou hladinou podzemní vody s negativní výtlačnou výškou. Hlavními přítokovými úseky jsou intenzivně rozpukané slepence v hloubce 38 - 44 m (1 l/s) a v 50 - 52 m (0,43 l/s). Celková vydatnost tohoto jímacího vrtu s dobrou kvalitou vody je tedy cca 1,43 l/s, doporučený odběr je stanoven na **1,4 l/s** (4 400m³/rok). (Kunický, 2010; Salaba, 2010)

Surová voda z vrtu D2 je charakteristická svým zvýšeným obsahem Fe 0,35 - 0,60 mg/l (limit 0,2 mg/l) a vysokým obsahem Mn 2,2 - 2,5 mg/l (limit 0,05 mg/l). Z radiologického hlediska má mírně zvýšený obsah radonu 66 Bq/l (směrná hodnota 50 Bq/l). Ostatní sledované ukazatele jsou pod příslušnými limity. Po snížení obsahu Fe a Mn technologickou úpravou a po preventivním provzdušnění vedoucí ke snížení obsahu radonu a následné chloraci je možné tuto vodu použít pro zásobování obyvatelstva. (Kunický, 2010)

Tabulka 7.8: Prameniště Říhovka (Salaba, 2010)

Vrt	Hloubka (m)	Q (l/s)	Transmisivita T (m ² /s)	Kolektor
D2	56	1,4	5,9*10 ⁻⁵	Kambrium



Obrázek 7.8: Výtlačné potrubí z vrtu Říhovka (Vacek, 2016)

7.1.9 Prameniště pro sanatorium (MEDI HELP)

Masarykovo sanatorium Dobříš MEDI HELP s.r.o. je moderní nestátní zdravotnické zařízení pro léčbu dlouhodobě nemocných (LDN) s celkovou kapacitou 170 lůžek v jednolůžkových až třílůžkových pokojích. Celý tento komplex neodebírá pitnou vodu z veřejného městského vodovodu, ale z **vlastních zdrojů pitné vody** ze sběrných zářezů. *Hloubka umístění jímacího zářezu je podle Holečka (2015) několik metrů pod terénem.* Podzemní voda je tedy jímána z mělkého oběhu vody z eluviálních zvětralin, sutí podložních **břidlic** štěchovické skupiny svrchního proterozoika a žitecko - hlubošských **slepenců** spodního kambria. Kolektor je tedy průlinově propustný s plošnou infiltrací srážek a náchylný k povrchovému znečištění. Jímaná voda ze zářezů pro sanatorium má vydatnost cca **1 l/s** a velmi dobrou kvalitu. Tento vlastní zdroj zásobuje jak sanatorium, tak i bytové domy v ulici Na Čihadlech poblíž sanatoria. Zásobování vody je zajištěno gravitačním vodovodem z vodojemu o objemu 200 m³ umístěného na střeše sanatoria. V případě přebytku vody ve vodojemu se voda **předává na úpravnu Brodce** a následně do městského veřejného vodovodu. (Tomáš Holeček, in verb., 2015; Salaba, 2010; VHS Dobříš, 2016a)

Tabulka 7.9: Prameniště MEDI HELP (Vacek, 2016)

Zářezy	Hloubka (m)	Q (l/s)	Transmisivita T (m ² /s)	Kolektor
1 x	-	1	-	Kambrium



Obrázek 7.9: Pramenní jímka v prameništi pro sanatorium (Vacek, 2016)

7.1.10 Přivaděč z Příbrami

V roce 1984 se vybudoval vodovodní přivaděč z Příbrami (z úpravny vody na Hatích). Důvodem byly především dlouhodobě přetrvávající problémy s kvalitou surové vody ve vodní nádrži Chotobuš. V trase směrem k Dobříši tento přivaděč

zásobuje i okolní obce, tudíž se jedná o skupinový přivaděč. Z důvodu nekvalitního provedení včetně řady vzniklých závad při jeho nevyužívání se muselo přistoupit v roce 1986 k jeho opravě. Podmínkou pro úplné využití tohoto přivaděče musel být dostatek vody v ÚV na Hatích a modernizace řadu v úseku Háje - Bytíz. Tyto podmínky byly v té době ve skluzu, takže přivaděč dlouhou dobu dodával pouze 1,1 - 1,2 l/s. V současné době je dodáváno z ÚV na Hatích přibližně 5 l/s obcím po trase. Do vodojemu na Svaté Anně u Dobříše přitéká pouze hygienické minimum **0,2 l/s** kvůli zachování kvality vody na trase. Jedná se o vodu převzatou od cizího vodohospodářského provozovatele (1.SčV). (Vacek a kol., 2005)



Obrázek 7.10: Vodoměr převzaté vody z přivaděče z Příbrami ve vodojemu Svatá Anna (Kunický, 2010)

7.1.11 Vodní nádrž Chotobuš

Vodní nádrž Chotobuš na Sychrovském potoce s úpravou vody při svém vzniku znamenala průlom v dosavadním náhledu na zajištění pitné vody a tím i zahájení nové etapy v dobříšském vodárenství. Tehdejším trendem bylo **upřednostnění kvantity nad primární kvalitou vodního zdroje**. Výstavba započala v roce 1950, roku 1957 došlo k přerušení prací. Provoz měl být zahájen o tři roky později, ale kvůli zdržení stavebních prací se termín odsunul až do druhého pololetí roku 1961. Nevhodná technologie v úpravě vody ale nedokázala upravit nekvalitní surovou vodu na přípustnou normu, tím byl termín zprovoznění opět odsunut. Změnila se proto technologie na dávkování koagulantu (chloridu železitého) z důvodu odstranění jemných suspenzí a koloidních částic ze surové vody. Po provedených zkouškách byla upravená voda **dne 22. února 1962** poprvé vpuštěna do rozvodné sítě.

Výkon Chotobušské úpravně s 10 l/s vyhovoval až do roku 1968. Potřeba vody na jednoho obyvatele tehdy vzrostla na 120 litrů za den. Mezi roky 1969 - 1971

proto došlo k rekonstrukci úpravní, která navýšila výkon z dosavadních 10 l/s na 16 l/s. Rozrůstající město a nárůst průměrné potřeby až na 240 litrů na obyvatele za den, mělo několik následků. Prvním bylo vydatnější čerpání z vodní nádrže a dále nutnost přidávat k úpravě vody vysoké množství chemie. To vedlo ke **zhoršení kvality** vody v síti, tak i ke zvýšení nákladů na úpravu vody. Výrobní cena 1 m³ pitné vody z Chotobuše byla v té době 4,60 Kčs, odběratel ale platil pouze 80 haléřů za 1 m³ (státem regulovanou cenu).

V 80. letech měla sloužit vodní nádrž Chotobuš jako provizorní zdroj pitné vody do doby, než se přivede voda z jihočeského Římovu. Tento projekt vyvolával značné pochybnosti, jednak kvůli termínu dokončení až v polovině 90. let, ale především v realitě projektu. Město Dobříš se mezi lety 1986 - 1987 rozhodlo pro výraznou modernizaci úpravní za 15 mil. Kč. Přišel ale rok 1989 a okresní národní výbor tuto modernizaci zamítl s odůvodněním, že bude vybudován nový přivaděč z Příbrami. V současné době se vodní nádrž Chotobuš pro vodárenské využití nevyužívá. Důvodem je především nekvalitní surová voda ovlivněná retenčními nádržemi z dálnice D4, řadou rybníků a čistíren odpadních vod. (MÚ Dobříš, 2011; Vacek a kol., 2005)

Tabulka 7.10: Základní údaje o vodní nádrži Chotobuš (MÚ Dobříš, 2011)

Výměra nádrže	4,05 ha
Vodní plocha	3,42 ha
Objem	Celkový objem nádrže je 60 000 m ³ . Z této hodnoty zaujímá 42 000 m ³ zásobní prostor pro vodárenské využití a 3 000 m ³ je objem stálého nadržení. Zbytek do celkového objemu připadá pro neovladatelný retenční objem (15 000 m ³).
Maximální hloubka	5 m
Zemní hráz	Zemní hráz měří na délku přibližně 70 m, výška koruny u výpustného zařízení je od okolního terénu 6 m vysoko. 3 m široká koruna hráze je na kótě 360,90 m n. m.
Způsob využití	Vodní nádrž umělá.
Správce vodoteče	Povodí Vltavy, státní podnik Holečkova 8, 150 24 Praha 5
Správce nádrže	Vodohospodářská společnost Dobříš spol.s r.o. Jiráskova 656, 26301 Dobříš
Hlavní účel	Vodní nádrž Chotobuš je vedená jako zásobárna užitkové vody pro potřeby města Dobříš. Dále slouží k zlepšování průtoků a ke změně kvality vod po směru toku Sychrovského potoka (v Huťském a Stržském rybníku).



Obrázek 7.11: Vodní nádrž Chotobuš (Vacek, 2016)

7.1.12 Souhrn vodních zdrojů

Tabulka 7.11: Vodní zdroje a celkové možné odběry k roku 2015 (Vacek, 2016)

Vodní zdroj	Počet vrtů	Celkový odběr (l/s)
Prameniště Trnová	8	12,1
Prameniště Lipíže	8	9,6
Prameniště Sychrov	4	(6,8)*
Prameniště Baba	4 x zářez	4
Prameniště Svatá Anna	1	2,1
Prameniště Brodce	2	2
Jezírko	-	1,6 (4)**
Prameniště Říhovka	1	1,4
Prameniště pro sanatorium (MEDI HELP)	zářez	(1)***
Přivaděč z Příbrami	-	0,2****
Vodní nádrž Chotobuš	-	-
Σ		33

*Prameniště Sychrov je k datu vypracování této práce ve výstavbě - nezapočítáno).

**Průměrný možný odběr z Jezírka je 1,6 l/s, maximální však 4 l/s

***Prameniště pro sanatorium není započítáno do zásobování Dobříše.

****V přivaděči z Příbrami je zachováván pouze hygienický průtok 0,2 l/s

7.2 Objekty na vodovodní síti

Pro účel akumulace vody slouží městu Dobříš dva zásobní vodojemy vybudované v okrajových částech města. První se nachází v lokalitě Svatá Anna při cestě z Dobříše na Rosovice a druhý nad sídlištěm Větrník. Veškeré poruchové stavy jsou automaticky zobrazovány na dispečinku Vodohospodářské společnosti Dobříš. (Kunický, 2010)

7.2.1 Vodojem Svatá Anna

Mezi roky 1982 - 1987 proběhla výstavba zemního vodojemu Svatá Anna o celkové kapacitě $2 \times 1500 \text{ m}^3$. Tento vodojem slouží k akumulaci směsi hygienicky zabezpečené vody z prameniště Trnová, Baba, Říhovka a Svatá Anna. Dále je na tento vodojem připojen přivaděč z Příbrami (z ÚV Hatě). Vzhledem k jeho umístění je voda dodávána gravitačně pro celé spotřebišť. (Kunický, 2010)



Obrázek 7.12: Vodojem Svatá Anna (Vacek, 2016)

7.2.2 Vodojem Větrník

Vodojem Větrník nedaleko stejnojmenného sídliště je jednokomorový s objemem 125 m^3 . Slouží k akumulaci směsi hygienicky zabezpečené vody ze zdrojů Lipíže a Brodce z čerpací stanice Brodce. V rámci vodojemu zde neprobíhá žádná úprava vody a ani hygienické zabezpečení. V případě vyhovujících tlakových poměrů v lokalitě Větrník se vodojem nevyužívá, takže zabezpečuje pouze zásobní akumulaci. (Kunický, 2010)



Obrázek 7.13: Vodojem na Větrníku (Vacek, 2016)

7.2.3 Čerpací stanice Trnová

Čerpací stanice Trnová slouží k **přečerpávání pitné vody do vodojemu Svatá Anna**, odkud je následně gravitačně přiváděna do rozvodné vodovodní sítě. Do této čerpací stanice je přivedena voda z jímacích zářezů z lokality Baba litinovým potrubím o DN 100 a z jímacích vrtů v lokalitě Trnová (T1 - T8) pomocí výtlačného potrubí PE 63. Čerpací stanice disponuje dvoukomorovým zemním vodojemem s celkovým objemem 125 m³. Na dně každé komory vodojemu je umístěno ponorné čerpadlo Grundfos s max. výkonem 11 a 18 l/s. Na potrubí vedeného z jímacích vrtů je umístěna dávkovací stanice chlornanu sodného. Čerpání surové vody z jednotlivých vrtů je závislé na maximální hladině ve vodojemu. Každé čerpadlo ve vrtu má ochranu proti chodu na sucho, případné poruchy jsou zobrazovány na dispečinku Vodohospodářské společnosti Dobříš. (Kunický, 2010)



Obrázek 7.14: Čerpací stanice Trnová (Vacek, 2016)

7.2.4 Čerpací stanice a úpravna vody Brodce

Čerpací stanice a úpravna vody Brodce slouží k přečerpávání a úpravě vody z prameniště **Lipíže (jímací vrty L1 - L9)**, prameniště **Brodce (jímací vrty HV1 a HV2)** tak i převzaté vody z akumulární nádrže v Masarykově sanatoriu. Čerpací stanice Brodce se skládá z akumulární nádrže, AT stanice a dvojice čerpadel Grundfos s výkonem 2 x 6 l/s (druhé čerpadlo je vždy v záloze). Chod ponorných čerpadel ve vrtech v prameništi Lipíže je řízen max. hladinou v **akumulační nádrži (8 m³)**. Surová voda z prameniště Lipíže je vysoké kvality, tudíž zde dochází pouze k hygienickému zabezpečení chlorováním. Surová voda z jímacích vrtů Brodce HV1 a HV2 se upravuje z důvodu snížení Fe a Mn. Upravená voda z ČS Brodce je vedena přivaděčem z PE 225 do 2,4 km vzdáleného zásobního vodojemu Větrník a část se dodává rovnou do rozvodné vodovodní sítě. (Kunický, 2010)



Obrázek 7.15: ČS a ÚV Brodce (Vacek, 2016)

7.2.5 Čerpací stanice a úpravny vody Svatá Anna

Tato čerpací stanice a úpravna vody slouží k přečerpávání a úpravě podzemní vody ze zdrojů **Říhovka (jímací vrt D2)** a **Svatá Anna (jímací vrt D3)**. Podzemní voda je dodávána na úpravnu vody z hlediska snížení obsahu železa a manganu na požadovanou jakost. Po této úpravě je vedena do vodojemu Svatá Anna. (Kunický, 2010)



Obrázek 7.16: ČS a ÚV Svatá Anna (Vacek, 2016)

7.2.6 Úpravna vody Chotobuř - Jezírko

V průběhu 90. let s vybudováním lipížských vrtů, čerpací stanice Brodce a následného propojení vodojemu Svatá Anna s vodojemem Větrník se mohlo přistoupit k dočasnému vyřazení úpravny vody Chotobuř. V objektu úpravny vody Chotobuř je v současné době biologická úprava vody pro úpravu surové vody z Jezírka. Vodní zdroj Jezírko se v současné době využívá sporadicky a to v případě dlouhodobého sucha a zvýšené spotřeby. (Vacek a kol., 2005)

8. VÝSLEDKY

Základem pro výpočet potřeby vody se stala směrná čísla ročních potřeb podle přílohy č. 12 k vyhlášce č. 120/2011 Sb., kterou se mění vyhláška Ministerstva zemědělství č. 428/2001 Sb., 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), ve znění pozdějších předpisů.

Primárním cílem je zjištění maximální denní potřeby vody pro rok 2025 pro celý skupinový vodovod zásobující město Dobříš, tak i nedalekou obec Starou Huť. Především jde o to, zda současné vodní zdroje jsou dostačující pro zásobování i v roce 2025. Hodnota maximální denní potřeby vody je důležitá pro dimenzování zařízení na odběr vody ze zdroje, kapacitu úpravny vody, přiváděcího řadu a samotného vodojemu. Nejdůležitějším dokumentem pro výpočet potřeby se stal územní plán jak Dobříše, tak i Staré Hutě. Počet obyvatel je sice stěžejním údajem, ale nikoliv jediným. Mezi další neméně důležité údaje bezesporu patří potřeba vody pro školství, jídelny, ostatní občanskou vybavenost a průmysl. Pro každé položky jsou určeny rozdílné roční směrné čísla potřeby. V případě školství je pro rok 2025 uvažováno s plnými kapacitami. Pro ostatní občanskou vybavenost jako je maloobchod, sportoviště, lékárny apod. je uvažováno dle zkušeností s potřebou 20 litrů za den na obyvatele. Do průmyslu je v této práci zařazen každý podnik, který zaměstnával v roce 2014 více než 50 pracovníků. Od podniků jako je Doosan Bobcat s.r.o., Benteleru spol. s r.o. a Yorku spol. s r.o. byly získány dlouhodobé spotřeby vody, které posloužily k získání maximální denní potřeby. Pro rok 2025 je uvažováno s 20 % ztrátami vody z veřejného vodovodu včetně toho, že každý obyvateľ bude připojen na veřejný vodovod.

Pro lepší porovnání maximální denní potřeby vody v roce 2025 došlo k výpočtu i pro rok 2015. Ve výpočtu pro rok 2015 byly zahrnuty aktuální hodnoty, jako je počet obyvatel, žáků/studentů ve školách a pravděpodobný počet zaměstnanců u zaměstnavatelů nad 50 zaměstnanců.

Tabulka 8.1: Rozdíly potřeby vody v jednotlivých spotřebištích a letech (Vacek, 2016)

Spotřebiště Rok	Dobříš		Stará Huť	
	2015	2025	2015	2025
Počet obyvatel	8878	9881	1335	1485
Připojeno na vodovod	98 %	100 %	98 %	100 %
Počet obyvatel připojených na vodovod	8700	9881	1308	1485
kd - koeficient denní potřeby	1,35	1,35	1,4	1,4
Průměrná denní potřeba [m ³]	1631,83	1769,52	196,29	213,04
Maximální denní potřeba [m ³]	2202,97	2388,85	274,8	298,25

Pro další vyhodnocování výsledků bylo zapotřebí jednotlivé potřeby pro město Dobříš a obec Starou Huť sečíst. Níže uvedená tabulka tak porovnává rozdíly v potřebě vody pro celou vodovodní síť

Tabulka 8.2: Rozdíly v potřebě vody v celém spotřebišti (Vacek, 2016)

Spotřebiště Rok	Dobříš + Stará Huť	
	2015	2025
Celkový počet obyvatel	10213	11366
Připojeno na vodovod	98 %	100 %
Počet obyvatel připojených na vodovod	10 008	11 366
Průměrná denní potřeba [m ³]	1828,12	1982,56
Maximální denní potřeba [m ³]	2477,77	2687,1

Stěžejním výsledkem je porovnání potřeby vody s celkovou vydatností všech vodních zdrojů. K posílení současných vodních zdrojů dojde v průběhu roku 2016, kdy se připojí prameniště Sychrov. Tím dojde ke zvýšení celkové vydatnosti všech vodních zdrojů ze současných 33 l/s na 39,8 l/s. Níže uvedená tabulka proto porovnává vypočtené potřeby (denní průměrnou, tak i denní maximální) s vydatností vodních zdrojů. Potřeba vody v roce 2025 bude podle výsledků vyšší než v roce 2015. S připojením jímacích vrtů z prameniště v Sychrově dojde ke snížení celkového zatížení vodních zdrojů.

Pro výhledový stav k roku 2025 je zřejmé, že vodní zdroje jsou podle vypočtených výsledků dostatečně dimenzovány na možný rozvoj řešeného území. Maximální denní potřeba pro rok 2025 vyšla 2687,1 m³/den. Z tohoto výsledku je dále možné porovnat kapacitu současného vodojemu na Svaté Anně, který disponuje kapacitou 3000m³. Za podmínky, že vodojemy se dimenzují na maximální denní potřebu, jsem usoudil, že tento vodojem je dostatečně dimenzovaný i pro rok 2025.

Tabulka 8.3: *Bilance vody a využití vodních zdrojů v jednotlivých letech (Vacek, 2016)*

Rok	2015	2025
Ztráty vody	25,8 %	20 %
Průměrná denní potřeba [m³]	1828,12	1982,56
Maximální denní potřeba [m³]	2477,77	2687,1
Vydatnost zdrojů	33 l/s = 2851,2 m³/d	39,8 l/s = 3438,7 m³/d
Bilance na průměrnou denní potřebu	+ 1023,08 m ³ /d	+ 1456,14 m ³ /d
Využití zdrojů na průměrnou denní potřebu	64%	58%
Bilance na maximální denní potřebu	+ 373,43 m³/d	+ 751,6 m³/d
Využití zdrojů na maximální denní potřebu	87 %	78 %

Níže uvedená tabulka znázorňuje vyrobenou vodu a následně převedenou na průměrnou denní spotřebu v roce 2015 pro celý skupinový vodovod. (údaje poskytla Vodohospodářská společnost Dobříš). Je zde patrné, že skutečná průměrná denní spotřeba se liší od vypočtené průměrné denní potřeby v témže roce o 392,42 m³/den. Je potřeba velmi zdůraznit, že pojem potřeba vody a spotřeba vody není to samé. Nelze proto dávat do rovnosti potřebu a skutečnou spotřebu vody, jelikož vždy dojde k odchylce.

Tabulka 8.4: *Bilance vyrobené vody v roce 2015 (Vacek, 2016)*

Rok	2015
Voda vyrobená [m³]	524 029
Průměrná denní spotřeba vody [m³]	1435,7
Vydatnost zdrojů	33 l/s = 2851,2 m³/d
Bilance	+ 1415,5 m³/d
Využití zdrojů	50 %

9. DISKUZE

Ačkoliv jsem provedl výpočet potřeby vody pro rok 2025, došel jsem k závěru, že je nutné vypočítat potřebu vody i pro rok 2015. Důvodem pro tento krok bylo porovnání těchto dvou výsledků. Vodohospodářská společnost Dobříš mi sdělila reálné bilanční hodnoty z minulých let a především i pro rok 2015. Z těchto podkladů jsem získal reálnou průměrnou denní spotřebu v celém skupinovém vodovodu z ročního objemu vyrobené vody. Tento údaj mi pak posloužil k teoretickému porovnání mnou vypočtené průměrné denní potřeby s reálnou průměrnou denní spotřebou v roce 2015. Výsledky se liší o 392,42 m³/den ve

prospěch mých výpočtů. Je třeba si připomenout, že potřeba vody a spotřeba vody není to samé. Potřebou vody se rozumí předpokládané množství vody pro řešené území. Kdežto spotřeba vody představuje skutečnou hodnotu získanou měřením na témže území. Když už tedy dojde k porovnání mezi potřebou a spotřebou vody, je zcela zřejmé, že výsledné hodnoty se budou vzájemně lišit.

Chybu v přesnosti výsledků shledávám především v tom, že jde o předpoklad v potřebě vody na základně směrných čísel. Nelze opomenout místními faktory, které potřebu vody zvýší v porovnání se skutečnou spotřebou vody. Názorným příkladem je řešené území. Ačkoliv je drtivá většina obyvatel připojena na veřejný vodovod, tak řada rodinných domů i své vlastní zdroje (vrtané, nebo kopané studny). Pro potřebu vody ale počítám s tím, že všichni kdo jsou připojeni na veřejný vodovod, odeberou za rok podle směrných čísel 35 m³. Uvedu i další příklad, proč dochází k rozdílu mezi vypočtenou potřebou a reálnou spotřebou vody. Směrné čísla z přílohy č. 12 k vyhlášce č. 120/2011 Sb. v provozovnách s WC, umyvadly a s tekoucí teplou vodou s možností sprchování udávají potřebu 26 m³ vody za rok na jednoho pracovníka. Pokud vycházím z předpokladu 250 pracovních dnů v roce, tak denní průměrná potřeba vody na jednoho pracovníka vychází na 104 litrů. Ve skutečnosti tento denní průměr nemusí pracovník využít (např. sprchuje se až doma). Směrná čísla z přílohy č. 12 udávají tudíž teoretické hodnoty potřeby. Zcela jistě jsou ale bližší k současné realitě než dříve používané hodnoty ze směrnice MLVH ČSR a MZ ČSR č. 9/1973 Ú.v.

Vydatnost vodních zdrojů na zajištění maximální denní potřeby vody je pro rok 2025 vyhovující. Pro zásobování je využívána především surová voda z podzemních zdrojů. Výhodu oproti povrchovým zdrojům shledávám v menší náročnosti na úpravu surové vody na pitnou. V některých případech proto nedochází ani k větší úpravě (pouze k hygienickému zabezpečení pomocí chlorace). Tím dochází k finanční úspoře, která pak může posloužit k rekonstrukci stávající rozvodné sítě. Další výhodou podzemních vod je v její opožděné reakci na výkyvy počasí. Proto jímací vrty v řešeném území disponují dvěma úseky pro variabilní umístění ponorných čerpadel v určitých hloubkách. V případě poklesu hladiny podzemní vody se ponorné čerpadla spouštějí do nižších partií zvodně. Popřípadě se přistupuje k odběru surové vody z Jezírka, jakožto z jediného záložního povrchového zdroje využívaného pro vodárenské účely.

10. ZÁVĚR

Obecně spotřeba vody kolísá podle klimatických poměrů (jaro/léto), podle životního rytmu (pracovní dny, dny volna) či pracovního vypětí (ranní a večerní špičky, pracovní směny atd.) a podle místních poměrů (např. podle technické vybavenosti bytů). Pro vodohospodářskou infrastrukturu je důležité zjistit dvě potřeby, a to maximální denní a maximální hodinovou potřebu vody. Maximální hodinovou potřebu jsem neřešil, jelikož na tuto hodnotu jsou dimenzovány především zásobní řady a rozvodné sítě. Cílem bylo zjistit maximální denní potřebu vody jakožto návrhového parametru pro dimenzování kapacity zdroje, úpravny vody, přiváděcího řadu a vodojemu.

Tato diplomová práce přináší odpověď na doposud nezodpovězenou otázku v potřebě vody pro rok 2025 pro řešené území. Pro porovnání výsledku bylo přistoupeno k výpočtu i pro rok 2015, pro který byla k dispozici i reálná spotřeba vody. Je patrné, že vydatnosti vodních zdrojů postačují pro maximální denní potřebu pro rok 2025. Na tomto základě bylo vyhodnoceno, že i současná kapacita vodojemu na Svaté Anně je dostatečně dimenzována na budoucí maximální denní potřebu.

V případě, že by nastalo extrémně dlouhé suché období a ani záložní zdroj Jezírko by danou situaci nevyřešilo. Muselo by se podle mě přistoupit k vybudování nových jímacích vrtů, nebo ke zvýšení odběru vody z příbramského přivaděče. Pokud by zásobování záviselo pouze na tomto přivaděči, přiváděl by maximálně 31,1 l/s (maximální denní potřeba vyšla $2687,1\text{m}^3/\text{den} = 31,1\text{ l/s}$). V tomto litinovém přivaděči s DN 200 by pak proudila voda rychlostí 0,99 m/s a s tlakovou ztrátou 8,74 m/km. Nevýhodu oproti novým vlastním zdrojům shledávám ve větším finančním zatížení. Jelikož by se jednalo o vodu převzatou od cizího vodohospodářského provozovatele. Opět je ale otázkou, jak moc by byl ohrožen suchem i vodní zdroj tohoto cizího provozovatele. Protože surová voda pro úpravnu vody na Hatích u Příbrami se odebírá z Vltavy u Solenic.

11. POUŽITÉ ZDROJE

KNIHA:

- **ABU ZEID M. a SHIKLOMANOV I. A., 2003:** Water resources as a challenge of the twenty - first century. *WMO, Ženeva, 959 s.*
- **ALLEY M. W., REILLY E. T., FRANKE L. O., 1999:** Sustainability of Ground - Water Resources. *U.S. Geological Survey, Denver, 86 s.*
- **BABKA J., 2007:** Středočeský kraj: životní prostředí. *Středočeský kraj, Praha, 253 s.*
- **BOUWER H., 1978:** Groundwater hydrology. *Osbourne-McGraw-Hill, New York, 480 s.*
- **BRONCOVÁ D. a KOL., 2012:** Podzemní vody České republiky. *Milpo media, Praha, 175 s.*
- **BROŽA V., KAZDA I., PATERA A. PŘENOSILOVÁ E., 2005:** Vodohospodářské stavby. *České vysoké učení technické, Praha, 164 s.*
- **BRUNCLÍK O., BENEŠ S., VLK K., 1986:** Geologie a půdoznalství IIIa (geologie). *Vysoká škola zemědělská, Praha, 127 s.*
- **ČÁKA J., 1988:** Podbrdskem od městečka k městu. *Středočeské nakladatelství a knihkupectví, Praha, 288 s.*
- **FIALA F., 1948:** Algonkické slepence ve středních Čechách. *Státní geologický ústav Československé republiky, Praha, 214 s.*
- **HANEL M., KAŠPÁREK L., MRKVIČKOVÁ M., HORÁČEK S., VIZINA A., NOVICKÝ O., FRIDRICHOVÁ R., 2011:** Odhad dopadů klimatické změny na hydrologickou bilanci v ČR a možná adaptační opatření. *Výzkumný ústav vodohospodářský T.G.M., Praha, 108 s.*
- **HEM J. D., 1985:** Study and Interpretation of the Chemical Characteristics of natural Water. *University Press off the Pacifik, Washington, 363 s.*
- **HORÁČEK S., KAŠPÁREK L. a KOL., 2011:** Možnosti zmírnění současných důsledků klimatické změny zlepšením akumulární schopnosti v povodí Rakovnického potoka. *Výzkumný ústav vodohospodářský T.G.M., Praha, 164 s.*
- **CHMELOVÁ R. P., FRAJER J., 2013:** Základy fyzické geografie. *Univerzita Palackého, Olomouc, 141 s.*
- **KENDER J. a KOL., 2004:** Water in landscape. *Ministerstvo životního prostředí ČR, Praha, 207 s.*
- **KOHOUT P., KODEŠ V., DATEL J., ŠEDA S., VENCELIDES Z., 2014:** Management podzemních vod. *Univerzita Jana Evangelisty Purkyně, Ústí nad Labem, 113 s.*

- **KOMÍNKOVÁ D., BENEŠOVÁ L., ŠTASTNÁ G., 2014:** Úprava pitných a čištění odpadních vod. *Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, 239 s.*
- **KOŽUŠNÍKOVÁ A., VAŠÍČEK Z., KUBINA L., 2015:** Výukový model MPV9 Poznej tajemství geologické minulosti. *Ústav geoniky Akademie věd ČR, v. v. i., Ostrava, 124 s.*
- **KRÁSNÝ J., 1982:** Odtok podzemní vody na území Československa. *ČHMÚ, Praha, 50 s.*
- **KRÁSNÝ J. a SHARP J. M., 2003:** Groundwater in Fractured Rocks. *CRC Press, United States, 658 s.*
- **KŘÍŽ H., 1983:** Hydrologie podzemních vod. *Academia, Praha, 289 s.*
- **KUKLÍK V., 1985:** Cvičení ze závlah. *Vysoká škola zemědělská, Praha, 349 s.*
- **KUNICKÝ D., 2010:** Provozní řád veřejného skupinového vodovodu Dobříš - Stará Huť. *Vodohospodářský servis, Praha, 68 s.*
- **KVÍTEK T., GERGEL J., KVÍTKOVÁ G., 2005:** Využití a ochrana vodních zdrojů. *Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovice, 169 s.*
- **MALÝ J. a MALÁ J., 1996:** Chemie a technologie vody. *Noel 2000, Brno, 197 s.*
- **RIEDEL M. a KOL., 2015:** Strategie ochrany před negativními dopady povodní a erozními jevy přírodě blízkými opatřeními v České republice. *VÚV TGM, v.v.i., Praha, 40 s.*
- **MARŠÁLEK B., 2009:** Znečištění vod živinami: příčiny, důsledky a možnosti řešení (eu)trofizace: sborník konference. *Český svaz vědeckotechnických společností, Praha, 120 s.*
- **MILERSKI R., MIČÍN J., VESELÝ J., 2005:** Vodohospodářské stavby. *CERM, Brno, 164 s.*
- **MZe, 2014:** Zpráva o stavu vodního hospodářství České republiky v roce 2013. *Ministerstvo zemědělství ČR, Praha, 96 s.*
- **NOVOTNÝ V., 2003:** Water quality. *John Wiley and Sons, New Jersey, 888 s.*
- **ODUM E. P., 1977:** Základy ekologie. *Academia, Praha, 733 s.*
- **PITTER P., 2015:** Hydrochemie. *Vysoká škola chemicko - technologická, Praha, 792 s.*
- **PRŮŠA O., 2005:** Dobříš. *Městský úřad Dobříš, Dobříš, 6 s.*
- **ROŽNOVSKÝ J., LITSCHMANN T., 2004:** Extrémy počasí a podnebí. *Český hydrometeorologický ústav, Brno, 42 s.*

- **RYBNÍKÁŘ J., ŠÁLEK J., SVOBODA F., 1993:** Vodní stavitelství. *Vysoké učení technické, Brno, 164 s.*
- **ŠÁMALÍKOVÁ M., LOCKER J., POSPÍŠIL P., 1994:** Geologie. *Vysoké učení technické, Brno, 121 s.*
- **SLAVÍČKOVÁ K. a SLAVÍČEK M., 2013:** Vodní hospodářství obcí 1 - úprava a čištění vody. *České vysoké učení technické, Praha, 200 s.*
- **SLAVÍK L. a NERUDA M., 2014:** Hospodaření s vodou v krajině. *Univerzita Jana Evangelisty Purkyně, Ústí nad Labem, 108 s.*
- **SOUKUPOVÁ V. a STRACHOTOVÁ D., 2005:** Podniková ekonomika. *Vysoká škola chemicko - technologická, Praha, 129 s.*
- **SPŮ, 2014:** Pozemkové úpravy - Nástroj pro udržitelný rozvoj venkovského prostoru (5. doplněné vydání). *Ministerstvo zemědělství ČR, Praha, 48 s.*
- **STOBER I. a BUCHER K., 1999:** Hydrogeology of Crystalline Rocks. *Springer Science & Business Media, New York, 278 s.*
- **SHARP J. M., 2014:** Fractured Rock Hydrogeology. *CRC Press, Florida, 408 s.*
- **SCHNEIDER H. S., 2011:** Encyclopedia of Climate and Weather. *Oxford University Press, Oxford, 1488 s.*
- **STRNADOVÁ N. a JANDA V., 1995:** Technologie vody. *Vysoká škola chemicko – technologická, Praha, 226 s.*
- **SYNÁČKOVÁ M., 2010:** Vodárenství. *Česká zemědělská univerzita, Praha, 17 s.*
- **SYNÁČKOVÁ M., 2014:** Vodárenství a stokování. *Česká zemědělská univerzita, Praha, 99 s.*
- **ŠTYCH P., 1996:** Dobříš - práce k postupové zkoušce. *Západočeská univerzita, Plzeň, 41 s.*
- **TLAPÁK V., ŠÁLEK J., LEGÁT V., 1992:** Voda v zemědělské krajině. *Ministerstvo životního prostředí, Praha, 318 s.*
- **VACEK S., KOLAŘÍK V., VRBATA J., VRBATA L., 2005:** Historie a současnost dobříšského vodovodu. *BOBO BLOK, Voračice, 50 s.*
- **ZELINKA Z., 2013:** Studny. *Nakladatelství Grada, Praha, 112 s.*

ČLÁNEK V ČASOPISE:

- **KRÁSNÝ J., 2008:** Podzemní vody hydrogeologického masivu: jejich význam ve vodním hospodářství a v dalších aplikovaných oborech. *Vodní hospodářství 58: 232 - 240.*

- **LIBROVÁ H., 1996:** Terciární homeostáza jako sociální výtvar. *Sborník prací Příroda: 25 - 33.*
- **LIŠKA M., KRÁTKÝ M., GOLDBACH J., SOUKUPOVÁ K., FOREJT K., 2012:** Největší zdroj pitné vody v České republice – vodárenská nádrž Švihov na Želivce. *Vodní hospodářství 2012/3: 78 - 82.*
- **MARŠÁLEK B., 2009:** Znečištění vod živinami: příčiny, důsledky a možnosti řešení (eu)trofizace: sborník konference. *Český svaz vědeckotechnických společností, Praha, 120 s.*
- **MLEJNKOVÁ H. a HORÁKOVÁ K., 2004:** Jakost povrchových a podzemních vod za povodňové situace-koncentrace záplavových vod bakteriemi. *Vodní hospodářství 2004/2: 6 - 8.*
- **NOVÁK J. a OPPELTOVÁ P., 2008:** Ochrana vod a ochranná pásma vodních zdrojů. *Vodní hospodářství 58: 243 - 246.*
- **SOUKALOVÁ E., MUZIKÁŘ R., 2014:** Hydrologické sucho v podzemních vodách. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace. 2015/4-5: 34 - 41.*
- **SUCKOW A., 2014:** The age of groundwater – Definitions, models and why we do not need this term. *Applied Geochemistry 50: 222-228.*
- **VOLAUFVÁ L., 2008:** Kvalita povrchových vod v České republice. *Vesmír 2008/11: 768 - 770.*

INTERNETOVÉ ZDROJE:

- **ANONYM, 2016:** Stará Huť - O obci. *online: <http://www.starahut.eu/index.php/o-obci>, cit. 25. 2. 2016.*
- **AOPK, 2016:** PP Jezírko u Dobříše. *online: http://drusop.nature.cz/ost/chrobjekty/zchru/index.php?frame&SHOW_ONE=1&ID=13824, cit. 7. 3. 2016.*
- **BENTELER, 2016a:** Společnost. *online: <http://www.benteler-distribution.cz/spolecnost.html>, cit. 6. 3. 2016.*
- **ČSÚ, 2014:** Databáze demografických údajů za obce ČR. *online: https://www.czso.cz/staticke/cz/obce_d/pohyb/cz020b.xlsx, cit. 25. 2.2016.*
- **DOBŘÍŠSKO AKTUÁLNĚ, 2015:** Doosan Bobcat se rozrůstá a nabízí volná pracovní místa s benefity. *online: <http://www.dobrisiskoaktualne.cz/z-naseho-mesta/nase-mesto/doosan-bobcat-nabizi-pracovni-mista>, cit. 6. 3. 2016.*
- **GYMNÁZIUM KARLA ČAPKA, 2013:** Výroční zpráva o činnosti školy ve školním roce 2012/2013. *online: <http://www.gymkc.cz/files/13-vyrocní-zprava.pdf>, cit. 24. 3. 2016*

- **JANKOVSKÁ M., 2014:** Museum rukavic v Dobříši brzy otevře expozici. *online:* http://pibramsky.denik.cz/zpravy_region/novinka-muzeum-rukavic-v-dobrisi-brzy-otevire-expozici-20150402.html, cit. 6. 3. 2016.
- **MAS BRDY-VLTAVA, 2014a:** Podpora zaměstnanosti a rozvoj malého a středního podnikání. *online:* http://www.brdy-vltava.cz/assets/components/mr_fileinfo/downloadfile.php?f=assets/downloads/podpora-zamestnanosti-a-rozvoj-maleho-a-stredniho-podnikani-54042d97d7765.pdf, cit. 5. 3. 2016.
- **MAS BRDY-VLTAVA, 2014b:** Rozvoj vzdělávání. *online:* http://www.brdy-vltava.cz/assets/components/mr_fileinfo/downloadfile.php?f=assets/downloads/rozvoj-vzdelavani-54042d4e6b988.pdf. *online:* 5. 3. 2016.
- **MAS BRDY-VLTAVA, 2014c:** Sociální služby a dostupné bydlení. *online:* http://www.brdy-vltava.cz/assets/components/mr_fileinfo/downloadfile.php?f=assets/downloads/socialni-sluzby-a-dostupne-bydleni-54042d6a126f3.pdf, *online:* 7. 3. 2016.
- **MÚ DOBŘÍŠ, 2011:** Oznámení o zahájení vodoprávního řízení veřejnou vyhláškou. *online:* http://www.bukova.net/a_uredni_deska/1301506305_scan0008.pdf, cit. 22. 2. 2016.
- **MZe, 2016:** Ministerstvo zemědělství má plán, jak bojovat se suchem. *online:* http://eagri.cz/public/web/mze/tiskovy-servis/tiskove-zpravy/x2015_ministerstvo-zemedelstvi-ma-plan-jak.html, cit. 14. 2. 2016.
- **PALLAGYOVÁ B., 2015:** Výroční zpráva o činnosti 2. základní školy Dobříš. *online:* http://files.2zsdobris.cz/200064460-ebb47eda7d/VyrocníZprava_2014-2015.pdf, cit. 10. 3. 2016.
- **PVK, 2016:** Pitná voda. *online:* <http://www.pvk.cz/vse-o-vode/pitna-voda/>, cit. 28. 1. 2016.
- **SALABA M., 2010:** Nová územně plánovací dokumentace. *online:* <http://www.mestodobris.cz/nove-platna-uzemne-planovaci-dokumentace/d-459477>. cit. 11.1. 2016
- **SALABA M., 2015:** Územní plán Stará Huť - textová část. *online:* <http://www.starahut.eu/images/docs/Star%C3%A1%20Hu%C5%A5-%C3%BAprava%20%C3%9AP%202015%20textov%C3%A1%20C4%8D%C3%A1st.pdf>. cit. 11. 1. 2016.
- **SOU HLUBOŠ, 2013:** Výroční zpráva o činnosti za školní rok 2012/2013. *online:* http://www.souhlubos.cz/wp-content/uploads/VZ_2012-20132.pdf. cit. 24. 3. 2016
- **ÚÚR, 2012:** Hlavní zaměstnavatelé. *online:* <http://www.uur.cz/default.asp?ID=4124>, cit. 4. 3. 2016.
- **VHS Dobříš, 2016a:** MEDI HELP Dobříš. *online:* <http://www.vhs-dobris.cz/provozovny/medi-help-dobris/>, cit. 7. 3. 2016.

- **YORK, 2016:** O společnosti. online: <http://www.york.cz/contact.jsp?show=info-aboutcompany>, cit. 6. 3. 2016.

OSTATNÍ ZDROJE:

- **BENTELER, 2016b:** Water consumption - percentage Benteler Dobříš. (*interní data - Benteler*)
- **ČHMÚ, 2015:** Denní úhrny srážek stanice Voznice 1. 1. 1995 - 31. 12. 2014. (*interní data - VHS Dobříš*)
- **DOOSAN BOBCAT, 2015:** Měsíční spotřeby vody od 2011/10 do 2015/10 v Doosan Bobcat. (*interní data - Doosan Bobcat*)
- **GEOTIP, 2001:** Dokumentační zpráva k rekonstrukci vrtů T3, T4, T5 a T7 v lokalitě Trnová.
- **GEOTIP, 2014:** Hydrogeologické posouzení vrtů HV1 - HV4 na lokalitě Sychrov.
- **MARVANOVÁ B., 2015:** Vodohospodářská expozice v Muzeu Dobříš (*Mírové nám. 103, 263 01 Dobříš*)
- **VHS Dobříš, 2016b:** Bilance vody od roku 2012 do roku 2015. (*interní data - VHS Dobříš*)
- **VHS Dobříš, 2016c:** Denní teploty od roku 1994 do roku 2014. (*interní data - VHS Dobříš*)
- **YORK, 2015:** Spotřeba vody v YORK Dobříš. (*interní data - York Dobříš*)

INTERNETOVÉ ZDROJE OBRÁZKŮ:

- **URL 1:** Hydrogeologický kolektor (online) [cit. 2. 2. 2016], dostupné z <https://leporelo.info/pics/pic/nenasycena_zona-_schema.JPG>
- **URL 2:** Jímací zářez (online), [cit. 3. 2. 2016], dostupné z <http://www.pospisil-ro.cz/commonimages/produkt06_01.JPG>
- **URL 3:** Výstroj vrtu (online), [cit. 4. 2. 2014] <https://cs.wikipedia.org/wiki/Vrt#/media/File:V%C3%BDstroj_vrtu.PNG>
- **URL 4:** Vývoj jakosti vody v tocích (online), [cit. 8. 2. 2016] dostupné z <<http://heis.vuv.cz/data/spusteni/popisy/jakostpovvyvoj1m.PNG>>
- **URL 5:** Vývoj jakosti vody v tocích (online), [cit. 8. 2. 2016] dostupné z <http://heis.vuv.cz/data/spusteni/popisy/jakostpovvyvoj5_6m.PNG>
- **URL 6:** Jezírko u Dobříše (online), [cit. 8. 3. 2016] dostupné z <<http://kawi.cz/patrani/lomy/dobris-3.jpg>>

ZÁKON:

- **ZÁKON 254/2001 Sb.**, O vodách (vodní zákon), v platném znění.

12. PŘÍLOHY

Příloha 12.1: Směrná čísla roční potřeby vody z vyhlášky č.120/2011 Sb.

Příloha 12.2: Schéma s hospodaření s vodou (Čiháková, 2005)

Příloha 12.3: Vodní zdroje pro město Dobříš a Starou Huť (Vacek, 2016)

Příloha 12.4: Objekty na vodovodní síti (Vacek, 2016)