



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ OBCÍ

INSTITUTE OF MUNICIPAL WATER MANAGEMENT

STUDIE PROPOJENÍ SKUPINOVÝCH VODOVODŮ LANŠKROUN A LETOHRAD

STUDY OF INTERCONNECTION OF LANŠKROUN AND LETOHRAD WATER DISTRIBUTION
SYSTEMS

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Kateřina Kubešová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. TOMÁŠ KUČERA, Ph.D.

BRNO 2020



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3607T027 Vodní hospodářství a vodní stavby
Pracoviště	Ústav vodního hospodářství obcí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student	Bc. Kateřina Kubešová
Název	Studie propojení skupinových vodovodů Lanškroun a Letohrad
Vedoucí práce	Ing. Tomáš Kučera, Ph.D.
Datum zadání	31. 3. 2019
Datum odevzdání	10. 1. 2020

V Brně dne 31. 3. 2019

doc. Ing. Ladislav Tuhovčák, CSc.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

[1] NOVÁK, Pavel. Hydraulic modelling: an introduction ; principles, methods and applications. London: Spon Press, 2010, xiv, 599 s. ISBN 978-0-419-25010-4.

[2] LIN, Shun Dar. Water and wastewater calculations manual. 2nd ed. New York: McGraw-Hill, c2007, 945 s. ISBN 00-714-7624-5.

[3] TUHOVČÁK, Ladislav, Pavel ADLER, Tomáš KUČERA a Jaroslav RACLAVSKÝ. Vodárenství: Studijní opora pro studijní programy s kombinovanou formou studia [online]. Brno: VUT v Brně, 2006 [cit. 2012-03-26].

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Cílem diplomové práce je vypracování studie ohledně možnosti propojení dvou skupinových vodovodů Lanškroun a Letohrad jako jednoho z možných opatření v souvislosti s poklesem vydatnosti vodních zdrojů v posledních letech. V rámci diplomové práce budou řešeny kapacitní možnosti zdrojů na obou stranách, trasové poměry i dimenze přiváděcích řadů. Bude proveden hydraulický návrh s využitím aplikace Epanet. Uvažovány budou různé provozní stavy.

STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

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

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

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá studii propojení dvou vodárenských soustav – skupinový vodovod Letohrad a skupinový vodovod Lanškroun. První část zahrnuje přehled legislativních předpisů a norem, které souvisí s výstavbou, projektováním a směrovým řešením vodovodů. Další část práce se věnuje popisu stávajícího stavu dotčených vodovodů. Následuje návrh propojení včetně hydraulické analýzy s využitím softwaru Epanet 2.0. Ve studii je uvažováno více variant řešení. Součástí práce je i ekonomická rozvaha.

KLÍČOVÁ SLOVA

Skupinový vodovod, zásobování pitnou vodou, propojení vodárenských soustav, hydraulická analýza, Epanet 2.0

ABSTRACT

This diploma thesis describes study of interconnection of Letohrad and Lanškroun water distribution systems. The thesis contains an overview of legislative regulations and technical standards related to the construction, design and directional solution of water supply systems. Following that, there is the description of the current state of the affected water mains. Next part is the design of interconnection including hydraulic analysis in using Epanet 2.0 software. The study contains several variants of the solution. The economic assessment is included.

KEYWORDS

Water distribution system, drinking water supply, interconnection of water distribution systems, hydraulic analysis, Epanet 2.0

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Bc. Kateřina Kubešová *Studie propojení skupinových vodovodů Lanškroun a Letohrad*. Brno, 2019. 72 s., 22 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství obcí. Vedoucí práce Ing. Tomáš Kučera, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce s názvem *Studie propojení skupinových vodovodů Lanškroun a Letohrad* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 10. 1. 2020

Bc. Kateřina Kubešová
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Studie propojení skupinových vodovodů Lanškroun a Letohrad* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 10. 1. 2020

Bc. Kateřina Kubešová
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji vedoucímu diplomové práce Ing. Tomáši Kučerovi, Ph.D. za odborné vedení, podnětné připomínky, cenné rady a investovaný čas.

Děkuji VAK Jablonné nad Orlicí, a.s. za poskytnutí dat a podkladů pro vypracování této diplomové práce, dále děkuji Ing. Ondřeji Hanušovi a jeho kolegům z Úseku obnovy a rozvoje za poskytnutí tématu a odborné konzultace.

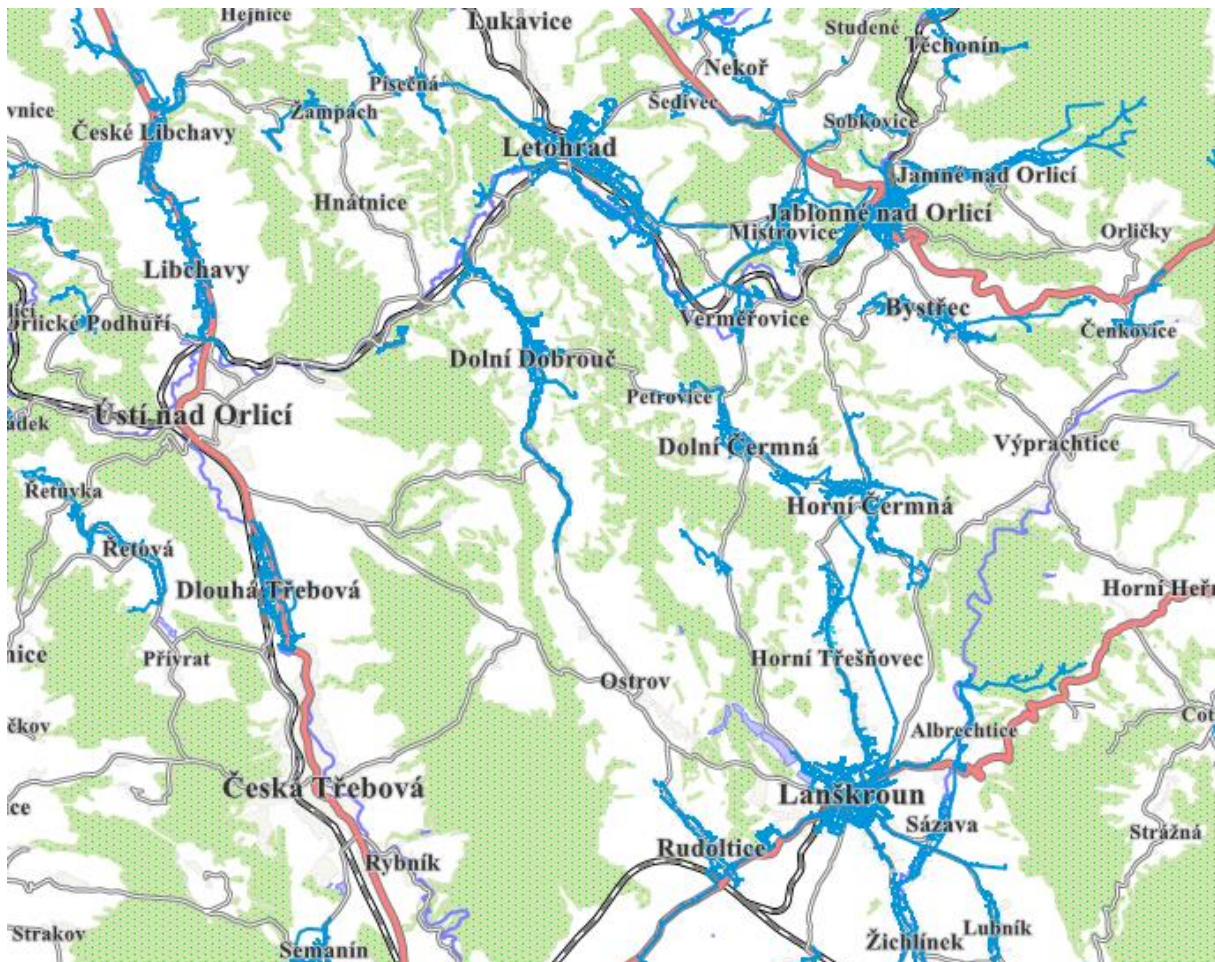
OBSAH

1	ÚVOD	3
2	LEGISLATIVA A NORMY	5
2.1	Zákony	5
2.2	Vyhlášky	6
2.3	Normy	7
3	STÁVAJÍCÍ STAV	8
3.1	Skupinový vodovod Letohrad	8
3.1.1	Podklady	8
3.1.2	Základní údaje.....	8
3.1.3	Zdroje vody.....	9
3.1.4	Kvalita vody	11
3.1.5	Akumulace vody	12
3.1.6	Doprava vody	15
3.1.7	Hygienické zabezpečení vodovodu	17
3.1.8	Spotřeba vody	18
3.2	Skupinový vodovod Lanškroun	18
3.2.1	Podklady	18
3.2.2	Základní údaje.....	18
3.2.3	Zdroje vody.....	19
3.2.4	Kvalita vody	24
3.2.5	Akumulace vody	27
3.2.6	Doprava vody	29
3.2.7	Hygienické zabezpečení vodovodu	32
3.2.8	Spotřeba vody	33
4	PROPOJENÍ SV LANŠKROUN A SV LETOHRAD	34
4.1	Bilance vydatnosti zdrojů a spotřeby vody	34
4.2	Základní koncepce	36
4.3	Hydraulické posouzení návrhu pomocí EPANETU 2.0	40
4.3.1	Epanet 2.0.....	40
4.3.2	Model vodovodní sítě.....	41
4.3.3	Hydraulická analýza	45
4.3.4	Diskuze výsledků hydraulické analýzy	52

4.4	Ekonomická rozvaha	53
4.5	Rozšíření základní koncepce	54
4.5.1	Navýšení čerpaného množství do VDJ Verměřovice	54
4.5.2	Nový vodovodní řad v souběhu se stávajícím	57
4.6	Diskuze.....	59
5	ZÁVĚR.....	64
	POUŽITÁ LITERATURA.....	66
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ.....	68
	SEZNAM TABULEK	69
	SEZNAM OBRÁZKŮ	70
	SUMMARY.....	71
	SEZNAM PŘÍLOH.....	72

1 ÚVOD

Obsahem diplomové práce je studie možnosti propojení dvou vodárenských soustav ve vlastnictví i správě společnosti Vodovody a kanalizace Jablonné nad Orlicí, a.s. Jedná se o skupinový vodovod Letohrad – Jankovice – Červená – Písečná (SV Letohrad) a skupinový vodovod Lanškroun – Albrechtice – Sázava – Žichlínek – Lubník – Dolní Třešňovec – Horní Třešňovec – Dolní Čermná – Horní Čermná – Petrovice (SV Lanškroun). Uvedená spotřebišťe se nachází na východě Čech v Pardubickém kraji. Obr. 1.1 zobrazuje současný stav těchto skupinových vodovodů podle GIS VAK Jablonné nad Orlicí.



Obr. 1.1 SV Letohrad a SV Lanškroun [15]

Základní myšlenka na propojení uvedených vodárenských soustav vznikla s ohledem na skutečnost, že při porovnání vydatnosti zdrojů, ze kterých je napájen skupinový vodovod Lanškroun, se spotřebou vody v příslušných spotřebišťích není patrná žádná výrazná rezerva. V případě poklesu vydatnosti nebo úplnému výpadku některého z významných zdrojů by došlo k nežádoucí situaci, kdy by vodárenská soustava nebyla schopná zajistit dodávku dostatečného množství pitné vody pro pokrytí poptávky v obcích zásobovaných lanškrounským vodovodem. Klesající trend úrovně hladiny podzemní vody v některých

jímacích územích během posledních pěti let je patrný z grafů (viz příloha č. 1 a č. 2), které popisují vývoj hladiny podzemní vody vrtu V-2 a V-3 situovaných v jímacím území Horní Čermná od roku 2013 do konce roku 2018, uveřejněných v dokumentu *Vývoje stavů hladin a odběrů z vybraných zdrojů podzemních vod k 31. 12. 2018* na webu VaK Jablonné nad Orlicí, a.s. V případě zdroje V-2 docházelo k průběžnému poklesu hladiny z úrovně 425,0 m n. m. v prosinci 2013 s periodickými výkyvy až po úroveň 397,5 m n. m. v prosinci 2016. Dále následoval vzestup až na 424,5 m n. m. do prosince 2017, kdy nastoupila opět klesající tendence až do současnosti. V případě vrtu V-3 je patrná výraznější rozkolísanost úrovně hladiny, avšak celkový trend je jednoznačně také klesající. [1]

Skupinový vodovod Letohrad je napájen z podzemních zdrojů, jejichž vydatnost výrazně přesahuje potřebu vody v zásobovaných spotřebištích. I v případě, kdy je uvažováno se zachováním 100% rezervy pro pokrytí dodávky pitné vody pro Letohradsko, při porovnání vydatnosti zdrojů a potřeby vody je patrný poměrně významný přebytek vody, který by mohl v případě vzniku výše nastíněných nežádoucích situací přispět k jejich řešení, nebo alespoň ke zmírnění dopadu na spotřebiště zásobované skupinovým vodovodem Lanškroun.

Studie vypracovaná v rámci diplomové práce zohledňuje kapacitní možnosti zdrojů, ze kterých je napájen skupinový vodovod Letohrad i skupinový vodovod Lanškroun, dále jsou v práci řešeny trasové poměry návrhového stavu propojení a dimenze přiváděcích řadů. Součástí je i hydraulické posouzení navrženého propojení vodárenských soustav vypracované pomocí softwaru Epanet 2.0.

Cílem diplomové práce je posouzení možnosti propojení dvou vodárenských soustav – skupinový vodovod Letohrad a skupinový vodovod Lanškroun s ohledem na více provozních stavů.

2 LEGISLATIVA A NORMY

V této kapitole je uveden přehled právních předpisů České republiky a norem, které se vztahují k problematice výstavby, projektování a směrovému řešení vodovodů, případně k požadavkům na materiály vodovodních potrubí.

2.1 ZÁKONY

Zákon č. 254/2001 Sb. – Zákon o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon)

Zákon chrání povrchové a podzemní vody, stanoví podmínky pro hospodárné využívání vodních zdrojů a pro zachování i zlepšení jakosti povrchových a podzemních vod, vytváří podmínky pro snižování nepříznivých účinků povodní a sucha a zajišťuje bezpečnost vodních děl. Též přispívá k zajištění zásobování obyvatelstva pitnou vodou a k ochraně vodních ekosystémů a na nich přímo závislých suchozemských ekosystémů. [2]

Podle § 55 zákona č. 254/2001 Sb. Je vodovod včetně objektů vodním dílem, proto při povolování staveb podléhá podle zákona vodoprávnímu rozhodnutí vodoprávního úřadu obce v přenesené působnosti. Tomuto rozhodnutí předchází územní řízení příslušného stavebního úřadu. [2]

Zákon č. 274/2001 Sb. – Zákon o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích)

Zákon upravuje některé vztahy vznikající při rozvoji, výstavbě a provozu vodovodů a kanalizací sloužících veřejné potřebě, přípojek na ně, jakož i působnost orgánů územních samosprávných celků a správních úřadů na tomto úseku. [3]

Zákon se vztahuje na vodovody a kanalizace, pokud je trvale využívá alespoň 50 fyzických osob, nebo pokud průměrná denní produkce z ročního průměru pitné nebo odpadní vody za den je 10 m³ a více, nebo na každý vodovod nebo kanalizaci, které s takovými objekty provozně souvisejí. Mimo jiné zákon stanoví obecné technické požadavky na výstavbu vodovodů a kanalizací a na jakost vody. [3]

Zákon č. 183/2006 Sb. – Zákon o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)

Tento zákon upravuje ve věcech územního plánování zejména cíle a úkoly územního plánování, soustavu orgánů územního plánování, nástroje územního plánování, vyhodnocování vlivů na udržitelný rozvoj území, rozhodování v území, možnosti sloučení postupů podle tohoto zákona s postupy posuzování vlivů záměrů na životní prostředí, podmínky pro výstavbu, rozvoj území a pro přípravu veřejné infrastruktury, evidenci územně plánovací činnosti a kvalifikační požadavky pro územně plánovací činnost. [4]

Tento zákon dále upravuje podmínky pro projektovou činnost a provádění staveb, obecné požadavky na výstavbu, účely vyvlastnění, vstupy na pozemky a do staveb, ochranu veřejných zájmů a některé další věci související s předmětem této právní úpravy. [4]

Zákon č. 258/2000 Sb. – Zákon o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů

Tento zákon zpracovává příslušné předpisy Evropské unie a upravuje v návaznosti na přímo použitelné předpisy Evropské unie práva a povinnosti fyzických a právnických osob v oblasti ochrany a podpory veřejného zdraví, soustavu orgánů ochrany veřejného zdraví, jejich působnost a pravomoc, úkoly dalších orgánů veřejné správy v oblastech ochrany a podpory veřejného zdraví a hodnocení a snižování hluku z hlediska dlouhodobého průměrného hlukového zatížení životního prostředí. [5]

Zákon mimo jiné stanoví hygienické požadavky na vodu, povinnosti osob při kontrole pitné vody, podmínky dodávky pitné vody a požadavky na výrobky přicházející do přímého styku s pitnou, teplou a surovou vodou. [5]

2.2 VYHLÁŠKY

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

Tato vyhláška mimo jiné upravuje rozsah a způsob zpracování plánu rozvoje vodovodů a kanalizací a stanovenou elektronickou podobu, formát a obsah předávaných aktualizací plánu rozvoje, stanovený formát žádosti o povolení k provozování vodovodu nebo kanalizace, obsah plánu financování obnovy vodovodů a kanalizací a pravidla pro jeho zpracování, technické požadavky na stavbu vodovodů, obecné technické podmínky měření množství dodané vody a požadavky na výkresovou dokumentaci vodovodu nebo kanalizace. [6]

Vyhláška č. 409/2005 Sb. – Vyhláška o hygienických požadavcích na výrobky přicházející do přímého styku s vodou a na úpravu vody

Tato vyhláška stanoví hygienické požadavky na složení a značení výrobků určených k přímému styku s pitnou nebo teplou vodou nebo surovou vodou a úpravu jejich povrchů, složení a značení chemické látky nebo chemické směsi určené k úpravě na vodu pitnou nebo teplou, způsob ověření, že nedojde k nežádoucímu ovlivnění pitné nebo teplé vody, a náležitosti záznamu o jeho provedení, vodárenské technologie k vodárenské úpravě surové vody a chemické látky nebo chemické směsi, které lze používat k úpravě vody. [7]

2.3 NORMY

Pro navrhování vodovodního potrubí jsou závazné normy citované ve výše zmíněných zákonech. Konkrétně se jedná o [8]:

ČSN 75 5401 – Navrhování vodovodního potrubí

TNV 75 5402 – Výstavba vodovodního potrubí

ČSN 75 0905 – Zkoušky vodotěsnosti nádrží

Další podmínky pro projektování jsou dány především následujícími normami [8]:

ČSN EN 805 – Vodárenství – Požadavky na vnější sítě a jejich součásti

ČSN 73 0873 – Požární bezpečnost staveb – Zásobování požární vodou

ČSN 73 6005 – Prostorové uspořádání sítí technického vybavení

3 STÁVAJÍCÍ STAV

3.1 SKUPINOVÝ VODOVOD LETOHRAD

3.1.1 Podklady

- PRVKÚC okresu Ústí nad Orlicí – Souhrnný popis vodovodů
- Provozní řád skupinového vodovodu Letohrad
- Provozní řád skupinového vodovodu Orlická skupina
- PRVK Pardubického kraje
- Informace Vodovody a kanalizace Jablonné nad Orlicí, a.s.
- GIS VAK Jablonné nad Orlicí, a.s.
- Povolení k nakládání s podzemními vodami
- Odběry z vodojemů za rok 2018

3.1.2 Základní údaje

Skupinový vodovod Letohrad slouží k distribuci pitné vody do obcí Letohrad (včetně městských částí Kunčice a Orlice), Jankovice, Červená a Písečná. Vlastníkem a současně provozovatelem skupinového vodovodu je společnost Vodovody a kanalizace Jablonné nad Orlicí, a.s.

V zásobovaných sídelních jednotkách je k vodovodu připojeno celkem 6 721 obyvatel. Podrobnější údaje převzaté z *Plánu rozvoje vodovodů a kanalizací Pardubického kraje* aktualizovaného v roce 2018 jsou uvedeny v Tab. 3.1.

Tab. 3.1 Počet zásobovaných obyvatel – SV Letohrad [9]

Sídelní jednotka	tvale bydlící	rekreanti
Letohrad	3 820	102
Kunčice	970	26
Orlice	1 071	10
Červená + Jankovice	202	30
Písečná	490	0
Celkem	6 553	168

Letohradský vodovod byl postupně uváděn do provozu během 30. a 70. let 20. století, v obci Písečná vodovod funguje od roku 1985 [13].

Zásobovací systém zahrnuje vodojemy Letohrad – VTP (nový) a Letohrad – NTP (starý) na katastrálním území Letohrad, které rozdělují skupinový vodovod na dvě tlaková pásma. Dále soustavu doplňují vodojemy Ovčín a Písečná, do kterých je voda čerpána z vyššího tlakového pásma Letohradu pomocí dvou přečerpávacích stanic.

V současnosti dochází k realizaci akce Letohradsko, jejíž součástí tvoří výstavba nového vodojemu Bažantnice a vytvoření třetího tlakového pásma. Celý systém je zásoben ze čtyř jímacích území, přičemž se ve všech případech jedná o podzemní zdroj vody [9, 10].

3.1.3 Zdroje vody

Skupinový vodovod je zásobován vodou ze zvodně, jejíž kolektor tvoří sedimenty spodního turonu. K čerpání slouží vrty LT-1, LT-2, LT-5 a štolá, respektive studna se štolou, které se nachází na katastrálním území města Letohrad. Dále síť zásobují vrty J-1 a J-2 situované v oblasti Jablonského lesa východně od Letohradu na katastrálním území Orlice. Vrty se nachází v osově části hydrogeologického rajónu 426 Kyšperská synklinála v místě proudění podzemní vody do Lukavického potoka a Tiché Orlice. [10, 12]

Studna se štolou

Zdroj představuje 6 m hluboká studna, na kterou navazuje 17 m dlouhá kolmo ražená jímací štolá. Čerpací stanice nad vrtem je osazena dvěma čerpadly, kdy jedno slouží jako rezervní pro případ poruchy. Parametry čerpadel jsou uvedeny v Tab. 3.2. [9, 10]

Tab. 3.2 Charakteristika čerpadel v ČS Štolá [15]

Typ čerpadla	čerpané množství Q [l/s]	dopravní výška H [m]
L-VN-5/4	33	84
TMZ-4P-100-150/4	32	82

Vydatnost zdroje s ohledem na povolení k nakládání s podzemními vodami, které bylo vydáno Městským úřadem v Žamberku, dosahuje v průměru 20 l/s. Ze zdroje je možné čerpat 12 měsíců v roce do povoleného odběru 643 200 m³/rok. Obr. 3.1 zobrazuje vnitřní prostory studny a jímací štolu.



Obr. 3.1 a) Studna se štolou (vlevo), b) štolá (vpravo) [15]

Vrt LT-1

Zdroj se nachází v bezprostřední blízkosti studny se štolou v korytě bývalého mlýnského náhonu. Vrt sahá do hloubky 16,5 m a je vystrojen ocelovou zárubnicí s průměrem 720 mm v kombinaci s UGI filtrem o průměru 690 mm. Hladina je volná v úrovni nezrušené části mlýnského náhonu. Čerpání vody ze zdroje zajišťuje čerpací stanice nad studnou se štolou. Zděný objekt čerpací stanice vyobrazuje Obr. 3.2. [9]



Obr. 3.2 ČS "štola" [15]

Reálná vydatnost vrtu LT-1 dosahuje 20 l/s. S ohledem na povolení vydané Městským úřadem v Žamberku je však uvažováno s čerpáním 10 l/s. Ze zdroje je povoleno čerpat celoročně do maximálního množství 315 360 m³/rok.

Vrt LT-2

Vrt LT-2 se nachází v blízkosti koupaliště na pravém břehu Lukavického potoka. Jedná se o vrt do hloubky 211 m, který je vystrojen ocelovou zárubnicí o průměru 529 mm s perforovaným úsekem v oblasti spodnoturonské zvodně ve hloubce od 84,6 m do 164,6 m. Níže je vrt zasypán drtí. Hladina zvodně je napjatá s pozitivní výtlačnou úrovní. Voda z vrtu je dopravována do vodojemu přes vodovodní síť pomocí čerpadla, jehož charakteristika je uvedena v Tab. 3.3. [9]

Průměrná vydatnost zdroje dle povolení Městského úřadu v Žamberku je 4,5 l/s. Ze zdroje lze čerpat celoročně do odběru 145 200 m³/rok.

Tab. 3.3 Charakteristika čerpadla u LT-2 [15]

Typ čerpadla	čerpané množství Q [l/s]	dopravní výška H [m]
U-BX-1/VII	8	84

Vrt LT-5

V případě vrtu LT-5 se jedná o nový zdroj v katastrálním území města Letohrad, který bude po realizaci akce Letohradsko napájet třetí tlakové pásmo z vodojemu v Bažantnici. Vydatnost tohoto vrtu s ohledem na povolení Městského úřadu v Žamberku dosahuje v průměru 20 l/s. Čerpání je povoleno během 12 měsíců v roce do povoleného odběru 630 720 m³/rok.

Vrty J-1 a J-2

V případě vrtů J-1 a J-2 se jedná o zdroj situovaný východně od Letohradu v lokalitě nazývané Jablonský les. Vrty sahají do hloubky 87 m. Voda z vrtů je čerpána čerpací stanicí Jablonský les, která je osazena jedním čerpadlem s charakteristikou uvedenou v Tab. 3.4.

Vydatnost těchto vrtů s ohledem na povolení Městského úřadu v Žamberku dosahuje v průměru 6,3 l/s. Čerpání je povoleno během celého roku do maximálního odběru 200 000 m³/rok. [12]

Tab. 3.4 Charakteristika čerpadla v ČS Jablonský les [15]

Typ čerpadla	čerpané množství Q [l/s]	dopravní výška H [m]
CVOU 1007	11,5	94

3.1.4 Kvalita vody

Studna se štolou a vrt LT-1

Z chemického hlediska se jedná o mírně alkalickou podzemní vodu s pH okolo 7,6. Množství rozpuštěných látek se pohybuje od 240 mg/l do 350 mg/l a vodu lze označit jako dosti tvrdou (uhličitanová tvrdost). Na základě úplných fyzikálně-chemických rozborů v letech 1994–2003 lze vodu označit jako dlouhodobě stabilní. Mírně pod doporučenou hodnotu klesá pouze koncentrace rozpuštěného kyslíku, případně teplota vody. Snižující se tendence je pozorována u uhličitanové tvrdosti, naopak roste tvrdost neuhličitanová. Nejvyšší mezní hodnota obsahu dusičnanů nebyla nikdy překročena. [9]

Opakovaně jsou zaznamenávány zvýšené hodnoty u chlorovaných ethénů, avšak současný trend je mírně klesající. Z mikrobiologického hlediska se jedná o vodu

s občasnou mírnou závadností – občasná přítomnost koliformních bakterií a enterokoků. [9]

Jímaná voda je s ohledem na vyhlášku č. 252/2004 Sb. nevyhovující a je nezbytné její provzdušnění a průběžné hygienické zabezpečení. Podle vyhlášky č. 428/2001 Sb. je voda zařazena do kategorie upravitelnosti A2. [9]

Vrt LT-2

Z chemického hlediska se jedná o vodu mírně alkalickou s pH 7,6. Množství rozpuštěných látek se pohybuje od 170 mg/l do 290 mg/l a vodu lze na základě uhličitánové tvrdosti označit jako dosti tvrdou. Podle úplných fyzikálně-chemických rozborů je voda dlouhodobě stabilní s výjimkou krátkodobě zvýšeného obsahu železa (0,59 mg/l v roce 1996) a beryllia. V malé míře dochází ke kolísání teploty vody a obsahu rozpuštěného kyslíku (obdobně jako u vody ze studny se štolou). Obsah dusičnanů je od roku 1994 téměř na nulové hodnotě. [9]

Opakovaně jsou zaznamenávány zvýšené hodnoty u chlorovaných ethénů, avšak trend je obdobně jako ve studně se štolou mírně klesající. Z mikrobiologického hlediska vykazuje voda mírnou závadnost – přítomnost živých organismů. [9]

Voda z vrtu LT-2 je s ohledem na vyhlášku č. 252/2004 Sb. nevyhovující a je nezbytné její provzdušnění a průběžné hygienické zabezpečení. Podle vyhlášky č. 428/2001 Sb. je voda zařazena do kategorie upravitelnosti A2. [9]

3.1.5 Akumulace vody

Kromě jímacích objektů zmíněných v předchozí kapitole tvoří vodárenskou sestavu čtyři vodojemy. Celková kapacita těchto objektů v současnosti dosahuje 1 140 m³. Po dokončení probíhající výstavby vodojemu v Bažantnici bude současná kapacita akumulace navýšena na 2 140 m³.

Vodojem Letohrad – nižší tlakové pásmo (NTP)

Jedná se o jednokomorový zemní vodojem s objemem akumulace 1 × 240 m³. Dno objektu odpovídá úrovni 411,8 m n. m. Vodojem spadá do katastrálního území Letohrad a nachází se nad Zámeckým parkem. Vstupní objekt staršího vodojemu je zdokumentován na Obr 3.3 a).

- minimální hladina: 411,80 m n. m.
- maximální hladina: 415,10 m n. m.

Vodojem Letohrad – vyšší tlakové pásmo (VTP)

Jedná se o jednokomorový zemní vodojem s objemem akumulace $1 \times 650 \text{ m}^3$. Objekt se nachází ve výšce 429,2 m n. m. v katastrálním území Letohrad nad ulicí Svatojánská. Fotodokumentace vstupního objektu novějšího vodojemu viz Obr. 3.3 b).

- minimální hladina: 430,50 m n. m.
- maximální hladina: 434,80 m n. m.



Obr. 3.3 a) Vodojem Letohrad – NTP (vlevo); b) Vodojem Letohrad – VTP (vpravo) [15]

Vodojem Ovčín

Jedná se o dvoukomorový zemní vodojem s akumulacím objemem $1 \times 150 \text{ m}^3$ (využívána je pouze jedna komora). Objekt je umístěn ve výšce 445,5 m n. m. v katastrálním území Kunčice. Vstupní objekt do vodojemu ovčín je zachycen na Obr. 3.4 a).

- minimální hladina: 446,00 m n. m.
- maximální hladina: 448,60 m n. m.

Vodojem Písečná

Jedná se o jednokomorový zemní vodojem s objemem akumulace $1 \times 100 \text{ m}^3$. Úroveň dna dosahuje 438,0 m n. m. Objekt se nachází v katastrálním území Písečná. Fotodokumentace vstupního objektu vodojemu viz Obr. 3.4 b).

- minimální hladina: 438,95 m n. m.
- maximální hladina: 442,90 m n. m.



Obr. 3.4 a) Vodojem Ovčín (vlevo); b) vodojem Písečná (vpravo) [15]

Vodojem Bažantnice

Jedná se o nejnovější vodojem v současnosti realizovaný v rámci akce Letohradsko. Objekt je situován ve výšce 433,0 m n. m. v městské části Letohrad – Bažantnice v lokalitě nazývané Dlouhý remíz. Akumulace objektu je navržena na $2 \times 500 \text{ m}^3$.

- minimální hladina: 433,50 m n. m.
- maximální hladina: 436,00 m n. m.

Vodojem Bažantnice vytvoří v Letohradě třetí tlakové pásmo. Změna se dotkne vyššího tlakového pásma, nižší tlakové pásmo se nezmění.

Vodojem Verměřovice

Vodojem se nachází ve výšce 468,4 m n. m. Objem akumulace je $2 \times 90 \text{ m}^3$. Objekt je situován na katastrálním území obce Verměřovice.

- minimální hladina: 468,40 m n. m.
- maximální hladina: 471,00 m n. m.

Objekt představuje součást zásobovacího systému Orlické skupiny, ale současně je propojen se skupinovým vodovodem Letohrad. Vstupní objekt do vodojemu viz Obr. 3.5.



Obr. 3.5 Vodojem Verměřovice [15]

3.1.6 Doprava vody

Vodárenská soustava dopravuje vodu od zdroje do spotřebiště pomocí systému vodojemů (popsaných v předchozí kapitole), čerpacích stanic, výtlačných a přiváděcích řadů. Celková délka vodovodní sítě SV Letohrad (bez vodovodních přípojek) dosahuje 35,4 km. Průtokové schéma a výškové schéma skupinového vodovodu Letohrad jsou součástí této diplomové práce jako volně vložená příloha č. 3 a příloha č. 4.

Vodovod Letohrad – Jankovice – Červená

Hlavní čerpací stanice Štola čerpá vodu ze studny se štolou a vrtu LT-1 do vodojemu Letohrad NTP výtlačným řadem z litiny DN 175 a dále do vodojemu Letohrad VTP výtlačným řadem z litiny DN 200. Voda ze zdroje LT-2 je čerpána přímo do sítě a v případě potřeby přes síť dopravována do vodojemu. Voda z nového vrtu LT-5 bude čerpána do vodojemu Bažantnice výtlačkem z litiny DN 200. Charakteristiky čerpadel osazených v čerpacích stanicích Štola a LT-2 jsou uvedeny v Tab. 3.2 Charakteristika čerpadel v ČS Štola [15] a v Tab. 3.3 Charakteristika čerpadla u LT-2 [15] v kapitole 3.1.3. [9, 10]

Z vodojemů v Letohradě je voda ve dvou tlakových pásmech rozvodnou sítí dopravována ke spotřebišťům Letohrad VTP, Letohrad NTP, Jankovice a Červená.

- Nižší tlakové pásmo: 350–370 m n. m.
- Vyšší tlakové pásmo: 370–410 m n. m.

Celková délka vodovodní sítě bez vodovodních přípojek vodovodu Letohrad – Jankovice – Červená je 14,349 km. Zastoupení materiálů a dimenzí je uvedený v Tab. 3.5 Materiál, dimenze – vodovod Letohrad – Jankovice – Červená [13].

Tab. 3.5 Materiál, dimenze – vodovod Letohrad – Jankovice – Červená [13]

Řad	materiál	DN	délka [km]	Řad	materiál	DN	délka [km]
<i>přiváděcí</i>				VTP	litina	60	0,325
výtlač	litina	175	0,388	VTP	litina	50	0,020
výtlač	litina	200	0,233	NTP	litina	125	0,383
<i>rozvodná síť</i>				NTP	litina	100	1,065
VTP	litina	200	1,780	NTP	litina	80	2,880
VTP	PVC	160	1,359	NTP	litina	70	0,380
VTP	PVC	110	1,096	NTP	litina	60	0,717
VTP	litina	100	2,350	NTP	litina	40	0,037
VTP	litina	80	1,336				

Vodovod Kunčice

Sídelní jednotka Kunčice je zásobována z letohradského vyššího tlakového pásma. Celková délka sítě vodovodu Kunčice bez ohledu na vodovodní přípojky je 7,379 km. Zastoupení materiálů a dimenzí je uvedený v Tab. 3.6.

Tab. 3.6 Materiál, dimenze – vodovod Kunčice [13]

Řad	materiál	DN	délka [km]
VTP	PVC	160	1,509
VTP	litina	150	0,789
VTP	PVC	110	1,500
VTP	litina	100	0,844
VTP	litina	80	0,980
VTP	litina	60	1,043
VTP	litina	50	0,432
VTP	litina	40	0,282

Z kunčického vodovodu je voda čerpána do vodojemu Ovčín pomocí přečerpávací stanice Ovčín, která je osazena čerpadlem o výkonu 1,6 l/s. Voda je tlačena 0,560 km výtlačným potrubím z oceli DN 80. Z vodojemu Ovčín vede 0,269 km dlouhý rozvodný řad PVC 110. [13]

Vodovod Orlice

Sídelní jednotka Orlice je zásobována z vyššího tlakového pásma v Letohradě. V případě potřeby je možné čerpací stanicí Orlice o výkonu 6 l/s čerpat vodu z vrtů v Jablonském lese. Celková délka sítě vodovodu Orlice bez ohledu na vodovodní přípojky je 5,931 km. Zastoupení materiálů a dimenzí je uvedeno v Tab. 3.7. [10, 12]

Tab. 3.7 Materiál, dimenze – vodovod Orlice [13]

Řad	materiál	DN	délka [km]
VTP	litina	150	0,115
VTP	PVC	160	0,533
VTP	PVC	110	1,482
VTP	litina	100	0,100
VTP	IPE	100	0,416
VTP	litina	80	2,304
VTP	litina	60	0,275
VTP	litina	50	0,706

Vodovod Písečná

Vodovod Písečná je zásobovaný z vodojemu, do kterého je přečerpávací stanicí čerpána voda z vyššího tlakového pásma v Letohradě výtlačným řadem z PVC 110. V čerpací stanici jsou osazena dvě čerpadla, jedno jako rezervní pro případ poruchy. Výkon čerpací stanice je 4,5 l/s. Délka vodovodní sítě bez přípojek je 7,723 km. Zastoupení materiálů a dimenzí je uvedeno v Tab. 3.8. [10, 12]

Tab. 3.8 Materiál, dimenze – vodovod Písečná [13]

Řad	materiál	DN	délka [km]
<i>přiváděcí</i>			
výtlač	PVC	110	1,721
<i>rozvodná síť</i>			
	litina	150	3,576
	litina	100	1,016
	PVC	110	1,410

3.1.7 Hygienické zabezpečení vodovodu

Mikrobiologické zabezpečení vodovodu v Letohradě je prováděno v čerpací stanici u studny se štolou. Jedná se o dávkování roztoku chlornanu sodného do výtlačku pomocí zařízení typu MAGDOS JESCO. Voda z vrtu LT-2 není sama o sobě hygienicky zabezpečována, avšak k zajištění mikrobiologické kvality dochází při mísení s hygienizovanou vodou v síti. V ČS studna se štolou i u vrtu LT-2 jsou v současnosti instalovány mobilní úpravní vody pro snižování koncentrace chlorovaných ethénů. [9]

K dalšímu chlorování dochází ve vodojemu Písečná, kde je taktéž osazeno pomocné zařízení MAGDOS JESCO, které dává roztok chlornanu sodného jako dezinfekční činidlo. Obsah volného chlóru je sledován pomocí digitálního přístroje od společnosti VITRUM. Výsledky se zapisují do provozního deníku obsahu volného chlóru v síti. [9]

3.1.8 Spotřeba vody

Podle údajů z dispečinku společnosti Vodovody a kanalizace Jablonné nad Orlicí, a.s. za rok 2018 je celková spotřeba vody pro skupinový vodovod Letohrad 467 851 m³. Průměrné hodnoty denní spotřeby Q_p a maximální denní spotřeby Q_d pro dílčí části skupinového vodovodu Letohrad jsou uvedeny v Tab. 3.9.

Tab. 3.9 Spotřeba vody SV Letohrad

Vodovod	Roční	Q_p	Q_p	Q_d
	spotřeba [m ³ /rok]	[m ³ /den]	[l/s]	[l/s]
Letohrad VTP	368 984	1 011	11,7	16,5
Letohrad NTP	59 085	162	1,9	3,0
Píšečná	37 082	102	1,2	3,3
ČS Jablonnský les	2 700	7	0,1	1,4

3.2 SKUPINOVÝ VODOVOD LANŠKROUN

3.2.1 Podklady

- PRVKÚC okresu Ústí nad Orlicí – Souhrnný popis vodovodů
- Provozní řád skupinového vodovodu Lanškroun
- PRVK Pardubického kraje
- Informace Vodovody a kanalizace Jablonné nad Orlicí, a.s.
- GIS VAK Jablonné nad Orlicí, a.s.
- Povolení k nakládání s podzemními vodami
- Odběry z vodojemů za rok 2018

3.2.2 Základní údaje

Skupinový vodovod Lanškroun zásobuje pitnou vodou obce Lanškroun, Albrechtice, Sázava, Žichlínek, Lubník, Dolní Třešňovec, Horní Třešňovec, Dolní Čermná, Horní Čermná a Petrovice. Vlastníkem a současně provozovatelem skupinového vodovodu je společnost Vodovody a kanalizace Jablonné nad Orlicí, a.s.

V zásobovaných obcích je k vodovodu připojeno celkem 15 417 obyvatel. Podrobnější údaje převzaté z Plánu rozvoje vodovodů a kanalizací Pardubického kraje aktualizovaného v roce 2014 jsou uvedeny v Tab. 3.10.

Tab. 3.10 Počet zásobovaných obyvatel – SV Lanškroun [14]

Sídelní jednotka	tvale bydlící	rekreanti
Lanškroun	9 249	288
Albrechtice	470	20
Sázava	537	-
Žichlínek	830	-
Lubník	320	10
Dolní Třešňovec	575	-
Horní Třešňovec	602	10
Dolní Čermná	1 237	-
Horní Čermná	964	-
Petrovice	225	80
Celkem	15 009	408

Vodovod na území Lanškrouna a Albrechtic byl budován od roku 1890 do roku 1910. Zbytek skupinového vodovodu byl uváděn do provozu mezi lety 1940 a 1980. [14]

Skupinový vodovod Lanškroun zásobují tři jímací území. Jedná se o vrty na území Horní Čermné, studnu se zářezy na území Horního Třešňovce a o pramenní jímky v Albrechticích. Z těchto zdrojů je voda výtlačnými řady dopravována do vodojemů Stěžník (Horní Čermná), Dolní Čermná, Horní Třešňovec – starý, Horní Třešňovec – nový a Albrechtice. Voda je čerpána také do akumulace u úpravy vody v Horní Čermné a také do akumulace u zdroje V-2. [11, 14]

3.2.3 Zdroje vody

Každé z jímacích území zahrnuje více samostatných zdrojů. Jímací území v Horní Čermné představují tři zvodně: vrt V-2 zasahuje do kolektoru tvořeným sedimenty spodnoturonského stáří východně od terciérní bariéry, vrt V-3 sahá do kolektoru ze sedimentů spodnoturonského stáří západně od terciérní bariéry, vrty z řady V-4 zasahují do kolektorů z neogénských sedimentů. Jímací území Albrechtice tvoří celkem dvě zvodně: pramenní jímky odebírají vodu z kolektoru tvořeného kvarténními sedimenty ve spojení s pásmem přípovrchového rozpojení puklin hornin krystalinika a studna, jejíž kolektorem jsou štěrkopísky údolní terasy Moravské Sázavy. V Horním Třešňovci je využívána terciérní zvodně, jejíž kolektor tvoří štěrkopískové sedimenty. Téměř všechny popsané zvodně jsou součástí hydrogeologického rajónu 426 Kyšperská synklinála. Výjimku představuje oblast pramenních jímek v Albrechticích, jejichž zvodně přísluší k rajónu 643 Krystalinikum východních Sudet. [14]

Vrt V-2

Zdroj s označením V-2 je nejstarším zdrojem v jímacím území Horní Čermná. Sahá do hloubky 181 m a do hloubky 7,7 m je tvořen betonovou studnou s průměrem 4,0 m. Součástí je ocelová zárubnice 377/152 mm s perforací v hloubce od 98 m do 175 m. Hladina podzemní vody je napjatá. Vrt je umístěn přímo v prostoru čerpací stanice. V čerpací stanici je osazeno čerpadlo, jehož charakteristika je uvedena v Tab. 3.11. [14]

Tab. 3.11 Charakteristika čerpadla v ČS u V-2 [15]

Typ čerpadla	čerpané množství Q [l/s]	dopravní výška H [m]
46SV4/2AG150T	12	70

Vydatnost zdroje s ohledem na povolení k nakládání s podzemními vodami, které bylo vydáno Městským úřadem v Lanškrouně, dosahuje v průměru 16 l/s. Ze zdroje je možné čerpat 12 měsíců v roce do povoleného odběru 504 576 m³/rok. Bezprostřední okolí vrtu V-2 je patrné z fotodokumentace viz Obr. 3.6 a) a Obr. 3.6 b).



Obr. 3.6 a) Vrt V-2 (vlevo); b) stavba ČS u vrtu V-2 (vpravo) [15]

Vrt V-3

Zdroj se nachází v západní části obce Horní Čermná. Sahá do hloubky 281 m. Součástí tvoří ocelová zárubnice o průměru 377/190 mm s otevřeným úsekem v rozmezí hloubek od 108 m do 281 m. Hladina podzemní vody je napjatá s negativní výtlačnou úrovní. Pro čerpání vody z vrtu je osazeno čerpadlo, jehož charakteristika je uvedena v Tab. 3.12. [14]

Tab. 3.12 Charakteristika čerpadla u V-3 [15]

Typ čerpadla	čerpané množství Q [l/s]	dopravní výška H [m]
Z 895 05 - L6W	25	110

Průměrná vydatnost zdroje dle povolení Městského úřadu v Lanškrouně je 16,8 l/s. Ze zdroje lze čerpat celoročně do odběru 530 000 m³/rok. Obr. 3.7 vyobrazuje zděný objekt nad zdrojem.



Obr. 3.7 Stavba nad V-3 [15]

Vrty V-4, V-4b

Vrty s označením V-4 jsou umístěny v západní části obce Horní Čermná v údolní nivě na levém břehu Čermné. Vrt V-4 sahá do hloubky 285 m, do hloubky 57 m je vystrojen ocelovou zárubnicí o průměru 368/161 mm, spodní část vrtu je zasypana. Vrt V-4b dosahuje hloubky 70 m. Ocelové zárubnice o průměru 630 mm představují výstroj do 42 m a překližkové zárubnice o průměru 250 mm se vyskytují v rozmezí od 35 m do 70 m. Zhlaví vodního zdroje V-4 viz fotodokumentace na Obr. 3.8. [11, 14]

Vrty jsou situovány ve vzdálenosti 15 m od sebe. Hladina v každém ze zdrojů je napjatá s pozitivní výtlačnou úrovní. V každém vrtu je osazeno jedno čerpadlo, jehož charakteristika je uvedena v Tab. 3.13. [11, 14]

Tab. 3.13 Charakteristika čerpadel u V-4 a V-4b [15]

Typ čerpadla	čerpané množství Q [l/s]	dopravní výška H [m]
Z 646 04 - L6W	9	30

Průměrná vydatnost vrtů z řady V-4 s ohledem na povolení vydané Městským úřadem v Lanškrouně je 5 l/s. Ze zdrojů je povoleno čerpat 12 měsíců v roce do povoleného odběru 157 680 m³/rok.



Obr. 3.8 Vodní zdroj V-4 [15]

Pramenní jímky a studna Albrechtice

Zdroje jsou situovány v severovýchodní části obce v lokalitách Kulina a Důl umučených. V případě pramenních jímek se jedná o betonové objekty s litinovými poklopy hluboké od 2 m do 3 m, do kterých ústí jímací zářezy. V lokalitě Kulina existuje 6 pramenních jímek. V Dole umučených se nachází 13 pramenních a jedna sběrná jímka, která je zachycená na Obr. 3.9. Voda z prameniště natéká do vodojemu v Albrechticích. [14]

Studna situovaná na pravém břehu Moravské Sázavy na severu Albrechtic představuje samostatný jímací objekt. Studna s průměrem 4 m sahá do hloubky 5 m. Součástí tvoří i 30 m dlouhý jímací příkop vyhloubený v louce nad studnou proti směru toku Moravské Sázavy, který je dotovaný z nepoužívaného náhonu. [14]

Průměrná vydatnost pramenních jímek s ohledem na povolení vydané Městským úřadem v Lanškrouně dosahuje 4,8 l/s. Během 12 měsíců v roce je povoleno vyčerpávat 150 000 m³/rok. Průměrná vydatnost studny je na základě povolení 1,7 l/s. Maximální možné čerpané množství dosahuje 55 000 m³/rok.



Obr. 3.9 Sběrná jímka v Albrechticích [15]

Jímací zářezy a studna Horní Třešňovec

Jímací území Horní Třešňovec zahrnuje studnu a jímací zářezy. Objekty jsou umístěny v severní části obce přibližně 100 m od sebe. Jímací zářezy jsou ve hloubce 4 m svedeny do dvou sběrných jímek. Jedna ze sběrných jímek viz fotodokumentace Obr. 3.10 a). Studna o průměru 3 m a hluboká 18 m, je roubená kameny a nad ní je vystavěna zděná budova čerpací stanice zachycená na Obr. 3.10 b). V současnosti se však studna nevyužívá. Hladina vody v oblasti zářezů je volná. [14]



Obr. 3.10 Jímací území H. Třešňovec a) sběrná jímka (vlevo); b) stavba čerpací stanice (vpravo) [15]

Průměrná vydatnost jímacího území Horní Třešňovec (zářezy) je s ohledem na povolení vydané Městským úřadem v Lanškrouně 1,6 l/s. Ze zdroje je povoleno čerpat 12 měsíců v roce do povoleného odběru 49 000 m³/rok.

3.2.4 Kvalita vody

Vrt V-2

Z chemického hlediska je voda mírně alkalická s pH okolo hodnoty 7,65. Celková mineralizace se pohybuje kolem 350 mg/l a na základě tvrdosti typu $\text{HCO}_3\text{-Ca-SO}_4$ lze vodu označit jako středně tvrdou. Z fyzikálně-chemického hlediska na základě rozborů provedených v letech 1994–2003 je jakost vody dlouhodobě stabilní.

Občasně se vyskytují vyšší hodnoty koncentrací selenu, mědi a železa, zároveň je nepříznivá nižší koncentrace rozpuštěného kyslíku a kolísání teploty vody mimo rozmezí doporučených hodnot. Detekován je zvýšený obsah radonu 222. Vlivem nízkých srážkových úhrnů došlo v několika letech k výrazným výkyvům koncentrace dusičnanů. Dlouhodobě se hodnota pohybuje v rozmezí od 12 mg/l do 20 mg/l a nejvyšší mezní hodnota nebyla nikdy překročena. Z mikrobiologického hlediska jsou ve vodě občas přítomny koliformní a mezofilní bakterie a enterokoky, bičíkovci a živé organismy, které způsobují mírnou závadnost.

U jímané vody je s ohledem na vyhlášku č. 252/2004 Sb. nezbytné její provzdušnění a hygienické zabezpečení. Podle vyhlášky č. 428/2001 Sb. je voda zařazena do kategorie upravitelnosti A1 kvůli občasnému výskytu mikrobiologického znečištění. [14]

Vrt V-3

Z chemického hlediska je podzemní voda mírně alkalické reakce s pH 7,5. Celková mineralizace se pohybuje kolem 440 mg/l a na základě tvrdosti typu $\text{HCO}_3\text{-Ca-SO}_4$ lze vodu označit jako dosti tvrdou. Z fyzikálně-chemického hlediska na základě rozborů provedených v letech 1994–2003 je jakost vody dlouhodobě stabilní.

Nepříznivé jsou vyšší koncentrace železa, navýšení obsahu dusitanů, nižší koncentrace rozpuštěného kyslíku a kolísání teploty vody mimo rozmezí doporučených hodnot. Detekován je zvýšený obsah radonu 222. Vlivem nízkých srážkových úhrnů došlo za posledních 10 let k navýšení koncentrace dusičnanů, která se v současnosti pohybuje okolo 26 mg/l. Z mikrobiologického hlediska jsou ve vodě občasně přítomny koliformní a mezofilní bakterie a enterokoky, bičíkovci a živé organismy, které způsobují mírnou závadnost vody.

U jímané vody je s ohledem na vyhlášku č. 252/2004 Sb. nezbytné její provzdušnění a hygienické zabezpečení. Podle vyhlášky č. 428/2001 Sb. je voda zařazena do kategorie upravitelnosti A1 kvůli občasnému výskytu mikrobiologického znečištění. [14]

Vrt V-4

Z chemického hlediska se jedná o zdroj podzemní vody až neutrální reakce s hodnotou pH okolo 7,2. Na základě tvrdosti typu $\text{HCO}_3 - \text{Ca} - \text{SO}_4$ lze vodu zařadit do kategorie měkká. Celková mineralizace se pohybuje okolo 150 mg/l. Z fyzikálně chemického hlediska je kvalita vody dlouhodobě stabilní.

Nepříznivý je vysoký obsah železa v rozmezí od 0,3 mg/l do 5,6 mg/l a vyšší koncentrace volného sulfanu, amonných iontů a nepolárních extrahovatelných látek. Proměnlivá je také barva vody. Koncentrace rozpuštěného kyslíku je nízká a teplota vody kolísá mimo rozmezí doporučených hodnot. Trend koncentrace dusičnanů klesá. Z mikrobiologického hlediska vykazuje voda občasnou mírnou závadnost, konkrétně výskyt koliformní bakterie a živých organismů.

U vody ze zdroje V-4 je s ohledem na vyhlášku č. 252/2004 Sb. nezbytné její hygienické zabezpečení. Podle vyhlášky č. 428/2001 Sb. je voda zařazena do kategorie upravitelnosti A1 kvůli občasnému výskytu mikrobiologického znečištění a nadlimitní koncentraci železa. [14]

Vrt V-4b

Z chemického hlediska se jedná o zdroj podzemní vody až neutrální reakce s hodnotou pH 7,25. Na základě tvrdosti $\text{HCO}_3 - \text{Ca} - \text{SO}_4$ typu lze vodu zařadit do kategorie měkká. Celková mineralizace se pohybuje okolo 150 mg/l. Z fyzikálně chemického hlediska je kvalita vody dlouhodobě stabilní.

Nepříznivý je vysoký obsah železa v rozmezí od 0,18 mg/l do 8,55 mg/l a vyšší koncentrace amonných iontů a nepolárních extrahovatelných látek. Proměnlivá je také barva vody. Koncentrace rozpuštěného kyslíku je nízká a teplota vody kolísá mimo rozmezí doporučených hodnot. Z mikrobiologického hlediska vykazuje voda občasnou mírnou závadnost, konkrétně výskyt koliformní bakterie a živých organismů.

Obecně lze říct, že kvalita vody z vrtu V-4b je srovnatelná s jakostí vody z vrtu V-4. S ohledem na vyhlášku č. 252/2004 Sb. je nezbytné hygienické zabezpečení vody. Podle vyhlášky č. 428/2001 Sb. je voda zařazena do kategorie upravitelnosti A1 kvůli občasnému výskytu mikrobiologického znečištění a nadlimitní koncentraci železa. [14]

Jímací území Albrechtice

Voda jímána zářezy vykazuje rozkolísané hodnoty kvalitativních ukazatelů. Za sledované období dlouhé 10 let se hodnota pH pohybovala od 5,6 po 7,9. Koncentrace rozpuštěných látek kolísala mezi 80 mg/l a 230 mg/l. Celková tvrdost se pohybuje kolem 1,42 mmol/l. Průměrná koncentrace dusičnanů se pohybuje kolem 22,6 mg/l

s výkyvy v rozmezí od 11,8 mg/l do 36,4 mg/l. Výjimečně byla zjištěna zvýšená objemová aktivita radonu 222.

Přibližně v 60 % rozborů je zjišťováno mikrobiologické znečištění a ve 30 % biologické oživení vody. Jedná se především o koliformní bakterie, méně fekální koliformní bakterie a enterokoky, bezbarvé bičíkovce a živé organismy.

S ohledem na vyhlášku č. 252/2004 Sb. je nezbytné průběžné hygienické zabezpečení vody. Podle vyhlášky č. 428/2001 Sb. je voda zařazena do kategorie upravitelnosti A1 kvůli výskytu mikrobiologického znečištění.

Podzemní voda jímána ve studně vykazuje na základě fyzikálně-chemických rozborů dlouhodobě nižší rozkolísanost ukazatelů v porovnání s vodou z jímacích zářezů. Hodnota pH se pohybuje od 6 do 7,5. Koncentrace rozpuštěných látek dosahuje v průměru 134 mg/l. Celková tvrdost je pod hranicí doporučeného množství pro pitnou vodu (0,8 mmol/l). Koncentrace železa je mírně nad mezní hodnotou, konkrétně 0,4 mg/l. Průměrná hodnota koncentrace dusičnanů dosahuje 16,6 mg/l.

Ve více než 70 % analýz je zjišťováno mikrobiologické znečištění vody, především se jedná o přítomnost koliformních a fekálních koliformních bakterií, v menší míře enterokoků.

S ohledem na vyhlášku č. 252/2004 Sb. je nezbytné hygienické zabezpečení vody. Ve smyslu vyhlášky č. 428/2001 Sb. zařazujeme vodu do kategorie upravitelnosti A1, vzhledem k občasnému vysokému mikrobiologickému znečištění. [14]

Jímací zářezy Horní Třešňovec

Z chemického hlediska se jedná o podzemní vodu s mírně kyselou až kyselou reakcí. Hodnota pH se pohybuje okolo 6,3. Na základě tvrdosti typu $\text{HCO}_3\text{-Ca-SO}_4\text{-Cl}$ lze vodu zařadit do kategorie měkká. Koncentrace rozpuštěných látek dosahuje 220 mg/l. Na základě fyzikálně-chemických rozborů lze vodu označit za dlouhodobě stabilní.

Nepříznivá je vysoká koncentrace dusičnanů. Hodnoty se pohybují v nadlimitním množství v rozmezí od 29,1 mg/l do 71,1 mg/l. Trend koncentrace dusičnanů je rostoucí. Z hlediska mikrobiologie vykazuje voda mírnou závadnost.

Kvůli vysoké koncentraci dusičnanů voda nevyhovuje ve smyslu vyhlášky č. 252/2004 Sb. Nezbytné je její průběžné hygienické zabezpečení. Na základě vyhlášky č. 428/2001 Sb. je jímána podzemní voda zařazena do kategorie upravitelnosti A3. V případě používání této vody jako pitné je nutná její vícestupňová úprava nebo míchání s vodou z kvalitnějších zdrojů. [14]

3.2.5 Akumulace vody

Vodárenskou soustavu doplňuje šest vodojemů a dvě akumulční nádrže. Celková kapacita těchto objektů dosahuje 6 400 m³.

Vodojem Dolní Čermná

Objekt je situován v katastrálním území obce Horní Čermná ve výšce 454,5 m n. m. a slouží pro zásobování obcí Dolní Čermná a Petrovice. Jedná se o jednokomorový zemní vodojem s objemem akumulace 250 m³ do kterého je voda přepouštěna z vodojemu Stěžník. Fotodokumentace vodárenského objektu viz Obr. 3.11 a).

- minimální hladina: 454,90 m n. m.
- maximální hladina: 460,00 m n. m.

Vodojem Stěžník

Vodojem je umístěný v katastrálním území obce Horní Čermná ve výšce 486,30 m n. m. a zásobuje pitnou vodou obce Horní Čermná a Nepomuky. Objekt je zemní dvoukomorový s objemem akumulčních nádrží 2 × 250 m³. Fotodokumentace vstupní části objektu viz Obr. 3.11 b).

- minimální hladina: 486,40 m n. m.
- maximální hladina: 491,00 m n. m.



Obr. 3.11 Vodojemy Horní Čermná a) pásmový (vlevo) b) Stěžník (vpravo) [15]

Vodojem Lanškroun

Jedná se o dva vzájemně propojené zemní dvoukomorové vodojemy umístěné na katastrálním území obce Horní Třešňovec ve výšce 431,50 m n. m. Objem akumulčních nádrží je 2 × 650 m³ a 2 × 1 500 m³, přičemž z větší akumulace je využíváno pouze 1 500 m³ a zbytek tvoří rezervu. Vstupní objekt do lanškrounského vodojemu je zachycen na Obr. 3.12.

- minimální hladina: 431,90 m n. m.
- maximální hladina: 436,80 m n. m.



Obr. 3.12 Vodojem Lanškroun [15]

Vodojem Horní Třešňovec (starý)

Jedná se o jednokomorový zemní vodojem situovaný na pravé straně komunikace směrem do obce Horní Třešňovec ve výšce 429,8 m n. m. Objem akumulace je 250 m³. Fotodokumentace objektu viz Obr. 3.13 a).

- minimální hladina: 427,50 m n. m.
- maximální hladina: 429,90 m n. m.

Vodojem Horní Třešňovec (nový)

Jednokomorový zemní vodojem s objemem akumulace 100 m³ je umístěn ve svahu Mariánské hory ve výšce 484,7 m n. m. Fotodokumentace vstupní části objektu viz Obr. 3.13 b).

- minimální hladina: 484,70 m n. m.
- maximální hladina: 488,10 m n. m.



Obr. 3.13 Vodojemy Horní Třešňovec a) starý (vlevo), b) nový (vpravo)

Vodojem Albrechtice

Ve skutečnosti se jedná o dva zemní dvoukomorové vodojemy, které jsou vzájemně propojené. Objemy akumulací jsou $2 \times 250 \text{ m}^3$ a $2 \times 390 \text{ m}^3$. Vodojemy se nachází v katastrálním území Albrechtice ve výšce 437,0 m n. m. Vstupní objekty do vodojemů zachycuje Obr. 3.14.

- minimální hladina: 437,70 m n. m.
- maximální hladina: 440,40 m n. m.



Obr. 3.14 Vodojemy Albrechtice a) akumulace $2 \times 250 \text{ m}^3$ (vlevo); b) akumulace $2 \times 390 \text{ m}^3$ (vpravo) [15]

Akumulace u vrtu V-2

Jedná se o zemní nádrž o objemu 800 m^3 v blízkosti vrtu V-2 v jímacím území Horní Čermná. Voda z akumulací nádrže je čerpána do vodojemu Stěžník.

- minimální hladina: 424,20 m n. m.
- maximální hladina: 425,10 m n. m.

Akumulace u úpravny vody

Jedná se o zemní akumulací nádrž s objemem akumulace 700 m^3 . Nádrž je umístěná v katastrálním území obce Horní Čermná vedle úpravny vody v blízkosti vrtu V-3. Voda z nádrže je čerpána směrem na Lanškroun.

- minimální hladina: 414,00 m n. m.
- maximální hladina: 417,80 m n. m.

3.2.6 Doprava vody

Vodárenský systém zahrnuje soustavu vodojemů a akumulací nádrží (popsaných v předchozí kapitole), čerpacích stanic, přiváděcích a rozvodných řadů, které distribuují

vodu od zdrojů v jímacích územích až ke spotřebitelům. Celková délka sítě skupinového vodovodu Lanškroun bez přípojek dosahuje 107,474 km. Průtokové schéma a výškové schéma skupinového vodovodu Lanškroun jsou součástí této diplomové práce jako příloha č. 5 a příloha č. 6.

Délka přívodních řadů pro vodovod Lanškroun – Horní Čermná – Petrovice – Nepomuky dosahuje 5,956 km. Přívodní řad pro obec Dolní Čermná je dlouhý 2,275 km. Přívodní řad vodovodu Albrechtice – Sázava – Lubník – Žichlínek činí 4,844 km. Přívodní řady pro obce Horní a Dolní Třešňovec dosahují délky 1,551 km. Podrobnější informace o zastoupení materiálů a dimenzí jsou uvedeny v Tab. 3.14. [11, 12]

Tab. 3.14 Materiál, dimenze – přívodní řady SV Lanškroun [13]

Řad	materiál	DN	délka [km]
přívodní	litina	400	1,345
přívodní	litina	300	1,125
přívodní	litina	200	0,770
přívodní	litina	150	0,691
přívodní	litina	125	0,716
přívodní	litina	80	4,344
přívodní	ocel	100	0,610
přívodní	PVC	225	2,945
přívodní	azbestocement	200	0,985

Vodovod Horní Třešňovec – Dolní Třešňovec – Lanškroun

Město Lanškroun je zásobováno pitnou vodou z vodojemu Lanškroun, který se nachází v katastrálním území obce Horní Třešňovec. Voda do vodojemu je čerpána z úpravny vody v Horní Čermné, respektive z akumulace, která se u úpravny nachází. Čerpací stanice je osazena dvěma čerpadly, jejichž charakteristika je uvedena v Tab. 3.15. Na systém jsou připojeny vodojemy pro zásobování obcí Horní a Dolní Třešňovec. [11, 12]

Tab. 3.15 Charakteristiky čerpadel v ČS u úpravny vody [13]

Typ čerpadla	čerpané množství Q [l/s]	dopravní výška H [m]
LVD-4-D	35	80
TMZ-4P-100-150/4	35	81

Celková délka rozvodné vodovodní sítě v Lanškrouně (bez přípojek) je 37,46 km. Rozvodná síť v obcích Horní Třešňovec a Dolní Třešňovec dosahuje 6,082 km. Podrobnější informace o zastoupení materiálů a dimenzí jsou uvedeny v Tab. 3.16.

Tab. 3.16 Materiál, dimenze – vodovod Horní Třešňovec – Dolní Třešňovec – Lanškroun [13]

Řad	materiál	DN	délka [km]	Řad	materiál	DN	délka [km]
LA	azbestocement	400	3,41	DT	litina	150	1,774
LA	litina	300	3,033	DT	PVC	90	0,229
LA	litina	200	2,345	HT	litina	150	2,304
LA	litina	150	7,156	HT	litina	100	1,296
LA	litina	125	0,257	HT	PVC	110	0,979
LA	litina	100	1,269				
LA	litina	80	9,223				
LA	litina	60	0,468				
LA	PVC	315	0,123				
LA	PVC	225	1,034				
LA	PVC	160	4,250				
LA	PVC	110	3,441				
LA	PVC	90	1,326				
LA	rPE	60	0,126				

Vodovod Horní Čermná – Dolní Čermná – Nepomuky – Petrovice

Obce Dolní Čermná a Petrovice jsou zásobovány pitnou vodou z pásmového vodojemu Dolní Čermná. Do vodojemu Dolní Čermná dopravuje vodu přiváděcí řad z vodojemu Stěžník. Celková délka rozvodné sítě bez přípojek je 11,296 km v Dolní Čermné a 3,600 km v Petrovicích. Obec Horní Čermná je zásobována z vodojemu Stěžník. Ze sítě v Horní Čermné je pomocí čerpací stanice ATS Nepomuky zásobovaná i obec Nepomuky. Pro výtlač vody je ve stanici osazeno čerpadlo, jehož charakteristika je uvedena v Tab. 3.17. Celková délka rozvodné sítě v Horní Čermné a Nepomukách je 10,165 km. Podrobnější informace o zastoupení materiálů a dimenzí jsou uvedeny v Tab. 3.18. [11, 12]

Tab. 3.17 Charakteristika čerpadla – ATS Nepomuky [15]

Typ čerpadla	čerpané množství Q [l/s]	dopravní výška H [m]
50-CVX-3	3,5	50

Tab. 3.18 Materiál, dimenze – vodovod H. Čermná – D. Čermná – Nepomuky – Petrovice [13]

Řad	materiál	DN	délka [km]	Řad	materiál	DN	délka [km]
HČ	litina	200	1,473	DČ	PVC	160	2,945
HČ	litina	150	1,156	DČ	PVC	110	3,153
HČ	litina	100	0,453	DČ	litina	150	1,152
HČ	PVC	225	0,630	DČ	litina	100	1,440
HČ	PVC	160	1,854	DČ	litina	80	0,331
HČ	PVC	110	1,214	NEP	PVC	160	0,370
HČ	PVC	90	1,632	NEP	PVC	110	0,931
PET	PVC	160	2,873	NEP	PVC	90	0,452
PET	PVC	110	0,727				

Vodovod Albrechtice – Sázava – Lubník – Žichlínek

Obce Albrechtice, Sázava, Lubník a Žichlínek jsou situovány západně od Lanškrouna. Vodovod je zásobovaný z vodojemu v Albrechticích, do kterého natéká voda z pramenních jímek a studny v severozápadní části Albrechtic. Celková délka rozvodných řadů je 26,619 km. Podrobnější informace o zastoupení materiálů a dimenzích jsou uvedeny v Tab. 3.19. [11, 14]

Tab. 3.19 Materiál, dimenze – vodovod Albrechtice – Sázava – Lubník – Žichlínek [13]

Řad	materiál	DN	délka [km]
	litina	200	2,815
	litina	150	7,298
	litina	100	0,84
	azbestocement	200	2,815
	PVC	160	3,905
	PVC	110	5,311

3.2.7 Hygienické zabezpečení vodovodu

Pro zabezpečení vodovodu Lanškroun – Horní Třešňovec – Dolní Třešňovec je voda ze zdroje V-4 a V-4b upravována na úpravně vody v Horní Čermné. Úpravna slouží především ke snížení obsahu železa, oxidu uhličitého a sulfátů. Maximální výkon úpravny je 30 l/s. Dále je voda zabezpečena předchlorací. Tím je současně hygienicky zabezpečena i voda z vrtů V-2 a V-3, která se s vodou z úpravny promíchává v akumulární nádrži vedle úpravny. Dávkování plynného chlóru je prováděno přístrojem ADVANCE.

Do akumulace u vrtu V-2 je dávkován chlornan sodný zařízením D. Č. JESCO pro hygienické zabezpečení vodovodu Horní Čermná – Dolní Čermná – Nepomuky – Petrovice.

Hygienické zabezpečení vody pro spotřebiště Kalhoty zajišťuje dávkovací čerpadlo Magdos, které dodatečně dávkuje chlornan sodný v prostorách ATS Kalhoty.

Pro hygienizaci vodovodu Albrechtice – Sázava – Žichlínek – Lubník je instalováno dávkovací čerpadlo JESCO, které dávkuje do řadu chlornan sodný v armaturní komoře v Sázavě. Zdroj v Albrechticích je dezinfikován pomocí zařízení Šléz, které dávkuje chlornan sodný do vodojemu.

Obsah volného chlóru ve vodovodní síti je sledován pomocí digitálního přístroje od společnosti VITRUM. Výsledky se zapisují do provozního deníku obsahu volného chlóru v síti. [14]

3.2.8 Spotřeba vody

Podle údajů z dispečinku společnosti Vodovody a kanalizace Jablonné nad Orlicí, a.s. za rok 2018 je celková spotřeba vody pro skupinový vodovod Lanškroun 934 824 m³. Průměrné hodnoty denní spotřeby Q_p a maximální denní spotřeby Q_d pro dílčí části skupinového vodovodu Letohrad jsou uvedeny v Tab. 3.20.

Tab. 3.20 Spotřeba SV Lanškroun

Vodovod	Roční			
	spotřeba [m ³ /rok]	Q_p [m ³ /den]	Q_p [l/s]	Q_d [l/s]
Lanškroun	612 861	1 679	19,4	26,0
H. + D. Třešňovec	56 614	155	1,8	2,9
Albrechtice + Sázava	116 308	319	3,7	5,2
Žichlínek	44 756	123	1,4	2,3
Lubník	10 220	28	0,3	0,7
H. Čermná + Nepomuky	34 037	93	1,1	4,0
D. Čermná + Petrovice	60 028	164	1,9	2,1

4 PROPOJENÍ SV LANŠKROUN A SV LETOHRAD

Podnětem pro vypracování této studie je skutečnost, že vydatnost v současnosti využívaných zdrojů vody pro zásobování skupinového vodovodu Lanškroun, který zásobuje pitnou vodou obce Horní a Dolní Třešňovec, Horní a Dolní Čermná, Nepomuky, Petrovice, Sázava, Žichlínek, Lubník a Albrechtice, neposkytuje vzhledem k potřebě vody ve spotřebištích téměř žádnou rezervu a případný výpadek nebo snížení vydatnosti některého ze zdrojů by představoval značný problém při uspokojení poptávky po pitné vodě v zásobovaných obcích.

Naopak při porovnání vydatnosti jednotlivých zdrojů a spotřeby vody v lokalitách zásobovaných skupinovým vodovodem Letohrad, konkrétně se jedná o obce Letohrad, Jankovice, Červená, Písečná, je patrný nezanedbatelný přebytek.

Při propojení skupinových vodovodů Lanškroun a Letohrad by zde byla možnost převádět určité množství vody mezi výše popsány vodárenskými soustavami, což by mohlo představovat možné řešení nebo zmírnění následků v případě vzniku výše zmíněných obávaných situací.

4.1 BILANCE VYDATNOSTI ZDROJŮ A SPOTŘEBY VODY

Skupinový vodovod Letohrad je napájen především ze zdrojů na území obce Letohrad, konkrétně ze studny se štolou a vrtů LT-1, LT-2, LT-5, ale část spotřeby zásobovaných sídelních jednotek pokrývají také vrty J-1 a J-2 situované v lokalitě Jablonský les. Všechny tyto zdroje jsou podobněji popsány v kapitole 3.1.3. Informace získané z dispečinku společnosti Vodovody a kanalizace Jablonné nad Orlicí, a.s. o vydatnosti jednotlivých vrtů a hodnoty povolené Městským úřadem Letohrad jsou uvedeny v Tab. 4.1. Celkové množství vody, které je možné čerpat do systému, dosahuje 1 934 480 m³/rok.

Tab. 4.1 Vydatnost zdrojů SV Letohrad

Zdroj	povolení k odběru [m ³ /rok]	denní průměr [m ³ /den]	vydatnost dle povolení [l/s]	reálná vydatnost [l/s]
Štola	643 200	1 762	20,4	27,3
LT-1	315 360	864	10,0	20,0
LT-2	145 200	398	4,6	30,0
LT-5	630 720	1 728	20,0	20,0
J-1 a J-2	200 000	548	6,3	6,3

Informace o spotřebě vody skupinového vodovodu Letohrad – Kunčice – Orlice – Jankovice – Písečná jsou uvedeny v Tab. 3.9 v kapitole 3.1.8. Celková roční spotřeba vody skupinového vodovodu činí 467 851 m³. Z porovnání vydatnosti jímacích území se

spotřebou vody v Tab. 4.2 vychází roční přebytek přibližně na 1 466 000 m³, což odpovídá množství 47 l/s.

Tab. 4.2 Bilance vydatnost – spotřeba SV Letohrad

vydatnost	povolení k odběru [m ³ /rok]	denní průměr [m ³ /den]	dle povolení [l/s]	reálná [l/s]
	1 934 480	5 300	61	104
spotřeba	roční [m ³ /rok]	Q _p [m ³ /den]	Q _p [l/s]	∅ Q _d [l/s]
	467 851	1 282	15	24
přebytek	[m ³ /rok]	[m ³ /den]	[l/s]	
	1 466 629	4 018	47	

Skupinový vodovod Lanškroun je zásobován vodou ze zdrojů v jímacím území Horní Čermná, Horní Třešňovec a Albrechtice. Konkrétně se jedná o vrty V-2, V-3, V-4 a V-4b, dále o jímací zářezy a pramenní jímky. Všechny zdroje jsou podrobněji popsány v kapitole 3.2.3. Informace získané z dispečinku společnosti Vodovody a kanalizace Jablonné nad Orlicí, a.s. o vydatnosti jednotlivých zdrojů a hodnoty povolené Městským úřadem Lanškroun jsou uvedeny v Tab. 4.3. Celkové množství vody, které je možné čerpat do systému, dosahuje 1 446 256 m³/rok.

Tab. 4.3 Vydatnost zdrojů SV Lanškroun

Zdroj	povolení k odběru [m ³ /rok]	denní průměr [m ³ /den]	vydatnost dle povolení [l/s]	reálná vydatnost [l/s]
V-2	504 576	1 382	16,0	11,0
V-3	530 000	1 452	16,8	20,0
V-4 a V-4b	157 680	432	5,0	9,0
H. Třešňovec -zářezy	49 000	134	1,6	1,0
Albrechtice -prameniště	150 000	411	4,8	2,7
Albrechtice -studna	55 000	151	1,7	2,0

Informace o spotřebě vody skupinového vodovodu Lanškroun – Albrechtice – Sázava – Žichlínek – Lubník – Dolní a Horní Třešňovec – Dolní a Horní Čermná – Nepomuky – Petrovice jsou uvedeny v Tab. 3.20 v kapitole 3.2.8. Celková roční spotřeba vody skupinového vodovodu činí 934 824 m³. Z bilance celkové vydatnosti jímacích území a

spotřeby vody uvedené v Tab. 4.4 vychází roční přebytek přibližně na 511 400 m³, toto množství odpovídá 16 l/s.

Tab. 4.4 Bilance vydatnost – spotřeba SV Lanškroun

vydatnost	povolení k odběru	denní průměr	dle povolení	reálná
	[m³/rok]	[m³/den]	[l/s]	[l/s]
	1 446 256	3 962	46	46
spotřeba	roční	Q_p	Q_p	∅ Q_d
	[m³/rok]	[m³/den]	[l/s]	[l/s]
	934 824	2 561	30	43
přebytek	[m³/rok]	[m³/den]	[l/s]	
	511 432	1 401	16	

Případný výpadek jednoho z vydatnějších zdrojů v jímacím území Horní Čermná, konkrétně vrt V-2 nebo V-3 s reálnou vydatností 11 l/s a 20 l/s, představuje problém ohledně zajištění dostatečného množství pitné vody pro uspokojení poptávky ve spotřebišťích zásobovaných lanškrounským skupinovým vodovodem. Naopak v soustavě skupinového vodovodu Letohrad tvoří přebytek značné množství vody, konkrétně 47 l/s. Při úvaze zachování rezervy, která by pokryla 100 % maximální denní spotřeby vody pro Letohradsko, lze stále variantně využít poměrně významné množství kolem 23 l/s, které by mohlo kompenzovat ztrátu, pokles vydatnosti či dočasný výpadek jednoho z hlavních zdrojů v jímacím území Horní Čermná.

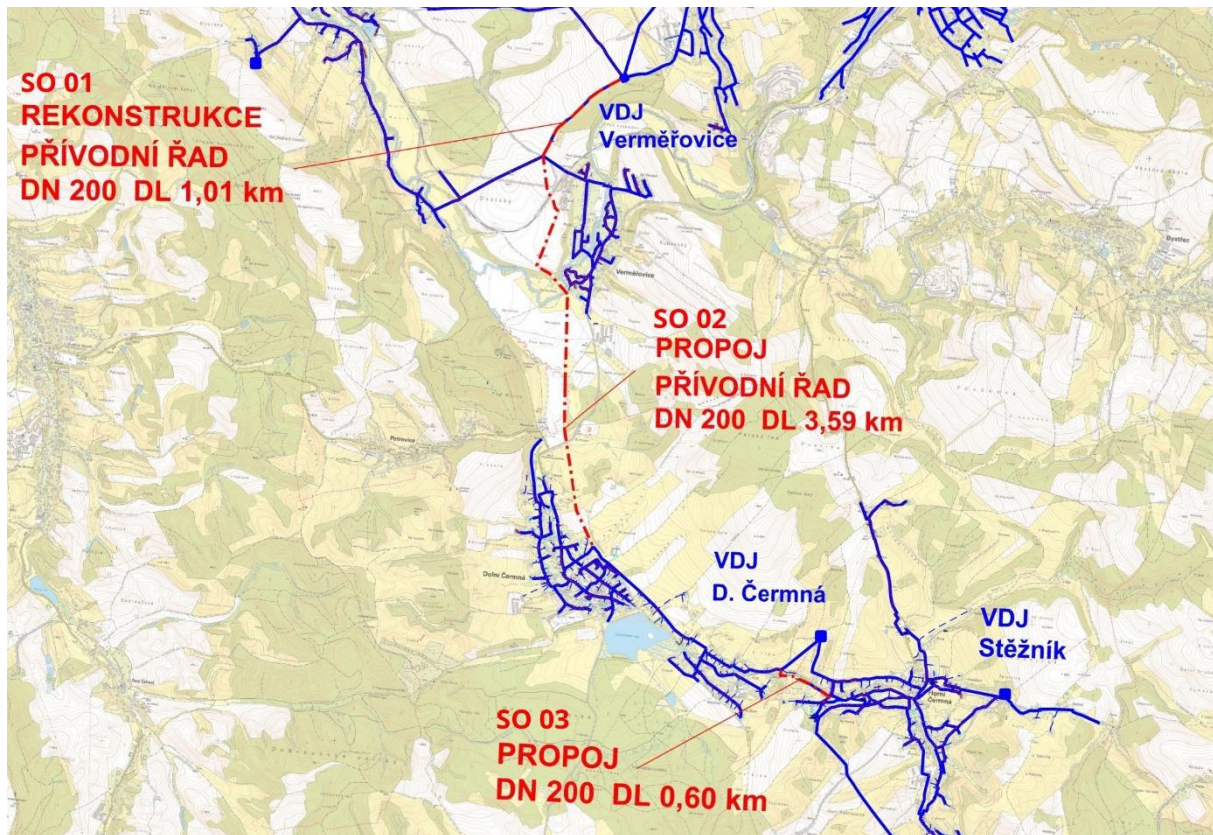
4.2 ZÁKLADNÍ KONCEPCE

Trasa propojení skupinových vodovodů Lanškroun a Letohrad je navržena mezi vodojemem ve Verměřovicích a akumulací u úpravny vody v Horní Čermné, odkud je voda čerpána dále do vodojemu pro město Lanškroun. Souhrnné informace o výškové poloze a objemu propojovaných akumulací jsou uvedeny v Tab. 4.5. Podrobněji jsou jednotlivé objekty popsány v kapitolách 3.1.5 a 3.2.5.

Tab. 4.5 Propojené akumulace

Akumulace	objem [m³]	poloha [m n. m.]
VDJ Verměřovice	2 × 90	468,35
Akumulace u ÚV	700	414,00
VDJ Lanškroun	1 500	431,90

Směrový návrh propojení byl konzultován s provozovatelem dotčených skupinových vodovodů Vodovody a kanalizace Jablonné nad Orlicí, a.s. Navrhované řešení patrné z Obr. 4.1 je pro přehlednější orientaci rozděleno na tři dílčí části – stavební objekty.



Obr. 4.1 Propojení SV Letohrad a SV Lanškroun – situace

Informace o výškových poměrech v místě návrhového stavu jsou čerpány z geodetického zaměření poskytnutého společností Vodovody a kanalizace Jablonné nad Orlicí, a.s. nebo z mapového podkladu ZM10, který je dostupný na webu ČUZK. Stejný zdroj byl využit pro získání informací o dotčených pozemcích. Materiály a dimenze byly konzultovány a navrženy s ohledem na *Technický standard vodohospodářských staveb v působnosti společnosti Vodovody a kanalizace Jablonné nad Orlicí, a.s.*

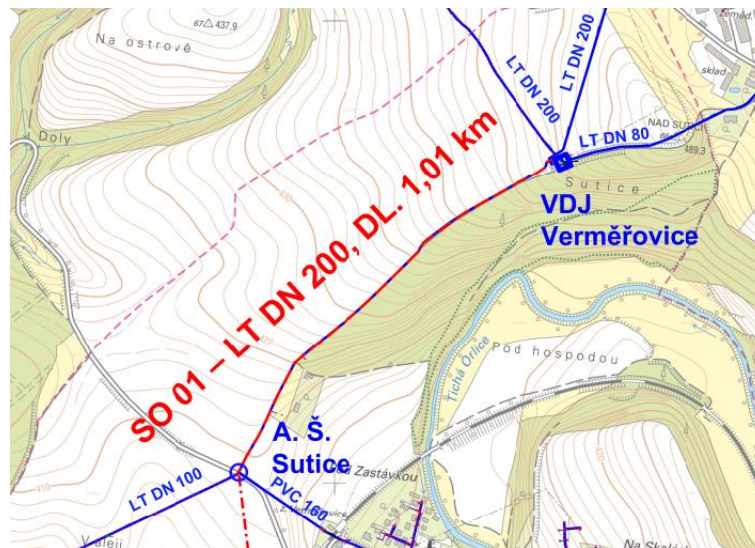
SO 01 – Úprava stávajícího vodovodu – VDJ Verměřovice – armaturní šachta Sutice

V případě realizace návrhu je uvažováno s rekonstrukcí stávajícího úseku vodovodu z vodojemu Verměřovice po stávající armaturní šachtu Sutice, která je umístěna v krajské komunikaci III. třídy č. 3141 na katastrálním území obce Verměřovice. Jedná se o výměnu litinového potrubí DN 100 na úseku o délce 1,01 km za větší profil, konkrétně je pro zkapacitnění této části vodovodu navržena litina DN 200.

V armaturní šachtě Sutice je umístěn kromě již zmíněného potrubí z vodojemu také stávající řad z litiny DN 200, který vede směrem na Kunčice (městská část Letohradu), a zásobní řad pro obec Verměřovice z PVC 160.

Výšková úroveň řadu se pohybuje v rozmezí mezi 468,40 m n. m. v místě vodojemu a 408,20 m n. m. v místě armaturní šachty. Potrubí v celém úseku klesá s průměrným sklonem dna potrubí $i = 0,059$. Poměry v bezprostředním okolí návrhového stavu jsou patrné ze situace na Obr. 4.2.

Na základě dotčených pozemků vypsanych v příloze č. 7 lze říct, že převážná část trasy vodovodního řadu prochází po okraji zemědělsky obdělávaných pozemků ve vlastnictví soukromníků nebo některé z firem. Přibližně třetina délky vodovodního potrubí leží v obecních pozemcích, především v prostoru obecní komunikace. Samotná armaturní šachta Sutice na konci úseku SO 01 je umístěna v krajské komunikaci.



Obr. 4.2 Situace SO 01

SO 02 – Nový řad – armaturní šachta Sutice – vodovod Dolní Čermná

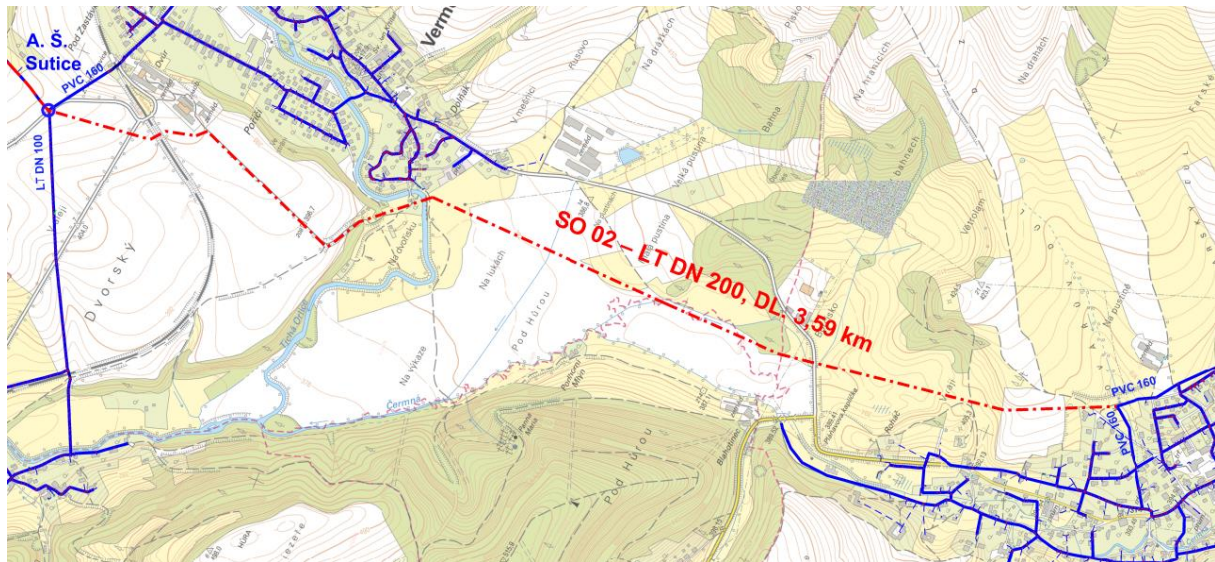
Druhá část návrhu zahrnuje vybudování nového vodovodního řadu z litiny DN 200, který vychází z armaturní šachty Sutice umístěné v krajské silnici III. třídy č. 3141 v katastrálním území Verměřovice a napojuje se na potrubí PVC 160 stávajícího vodovodního řadu v obci Dolní Čermná. Délka nového vodovodního řadu je 3,59 km. Okolní poměry trasy jsou patrné ze situace na Obr. 4.3. Na trase navrženého řadu dochází ke křížení obecní i krajské komunikace, vodního toku Tichá Orlice a železniční tratě.

Od armaturní šachty Sutice navržený řad klesá s průměrným sklonem dna potrubí $i = 0,025$ v úseku cca 330 m k místu, kde dochází ke křížení s železniční tratí. Za křížením vodovod vede 150 m přes zemědělsky obdělávané pozemky a 510 m pokračuje v místní komunikaci s průměrným sklonem dna potrubí $i = 0,012$. Po 350 m vedených trvalým

travním porostem dochází ke křížení s vodním tokem Tichá Orlice. Následuje přibližně 1300 m mírně zvlněným terénem přes pozemky převážně s trvalým travním porostem. Průměrný sklon dna potrubí v tomto úseku se pohybuje kolem $i = 0,005$. Dále dochází ke křížení vodovodního řadu s krajskou komunikací III. třídy č. 3141. Od komunikace po napojení na stávající řad v obci Dolní Čermná vede 940 m vodovodu s průměrným sklonem dna potrubí $i = 0,020$ převážně přes pozemky s ornou půdou.

Výškové poměry trasy se pohybují od 408,20 m n. m. v místě armaturní šachty po nejnižší místo na kótě 380,20 m n. m. Výška napojení návrhového řadu na stávající vodovod v Dolní Čermné je 401,80 m n. m.

Výpis dotčených pozemků v katastrálním území Verměřovice, Petrovice a Dolní Čermná je k nahlédnutí v příloze č. 7 této diplomové práce. V katastrálním území obce Verměřovice převládá druh pozemku trvalý travní porost a orná půda, obdobně je na tom katastrální území Dolní Čermná. V katastrálním území Petrovice výrazně převládá druh trvalý travní porost.

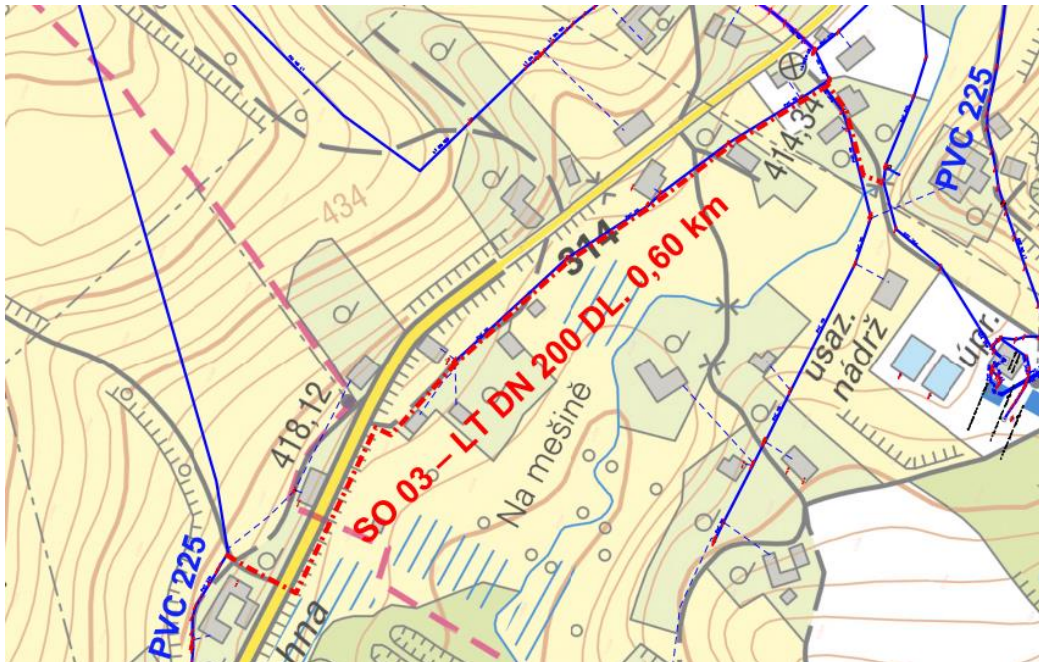


Obr. 4.3 Situace SO 02

SO 03 – Nový řad – pod VDJ Dolní Čermná – před ÚV Horní Čermná

Třetí část návrhu zahrnuje nový vodovodní řad z litiny DN 200 dlouhý 0,6 km. Jedná se o propoj mezi řadem z PVC 225, který v současnosti zásobuje obce Dolní Čermná a Petrovice a řadem z PVC 225, který přivádí vodu od zdroje V-4 do akumulace u úpravy vody v Horní Čermné. Nový řad je navržen v souběhu se stávajícím řadem PVC 110. Ve vzdálenosti 435 m dochází ke křížení s místní komunikací. Poměry v okolí návrhu jsou patrné z Obr. 4.4.

Výškově je tento úsek situován mezi 419,0 m n. m. v místě počátku dílčího propojení a 414,2 m n. m. v místě napojení na stávající řad od vrtu V-4. Průměrný sklon dna potrubí $i = 0,008$.



Obr. 4.4 Situace SO 03

Na základě výpisu dotčených pozemků uvedeného v příloze č. 7 lze říct, že se jedná převážně o druhy pozemků ostatní plocha a trvalý travní porost. Vlastníkem je ve většině případů fyzická osoba nebo obec Horní Čermná.

4.3 HYDRAULICKÉ POSOUZENÍ NÁVRHU POMOCÍ EPANETU 2.0

4.3.1 Epanet 2.0

Pro hydraulické posouzení návrhu základní koncepce byl zvolen software Epanet 2.0 od společnosti United States Environmental Protection Agency (EPA). Jedná se o softwarový nástroj, který se využívá pro statickou či kvazi-dynamickou hydraulickou analýzu tlakových trubních systémů. Model sítě se vytváří pomocí uzlů, potrubí, reservoárů, nádrží, čerpadel a ventilů. Výstupem z modelu může být kromě tlakových poměrů v uzlech, rychlostí proudění a průtoků v potrubí také informace o kvalitativních vlastnostech vody. [16]

Modelování vodovodní sítě probíhá v tomto softwaru obvykle v následujících krocích:

1. Základem je vytvoření modelové sítě, která představuje posuzovanou reálnou distribuční síť, pomocí dostupných objektů – uzel, potrubí, vodojem, nádrž, čerpadlo, ventil. Pro přehlednost lze využít i možnost textových popisků.

2. Jednotlivým objektům v modelu se zadají příslušné vlastnosti. V případě uzlů se vkládají informace o nadmořské výšce (m n. m.), případně o odběru (l/s). U prvku potrubí je nutné zadat dimenzi (mm), drsnost povrchu (mm), délku úseku (m) a počáteční a koncový uzel. V případě vodojemu je vkládán údaj o poloze (m n. m.), minimální, maximální a počáteční hladině (m) a rozměru akumulace (m), který je však nutné přepočítat na průměr válce s objemem a rozpětím hladin shodným s reálnou akumulací nádrží. U nádrže je rozhodující úroveň hladiny (m n. m.). V případě ventilu jsou zadávána obdobná data jako v případě potrubí, navíc je akorát volba typu.
3. Následně je třeba popsat, jak systém nebo prvky systému fungují. Například u čerpadla se jedná o přiřazení příslušné Q-H charakteristiky. V případě kvazi-dynamické analýzy lze zahrnout i denní rozkolísanost odběrů.
4. Před proběhnutím výpočtu je nutné nastavit jednotlivé parametry analýzy. Jedná se například o jednotky průtoků, metodu stanovení ztrát atd.
5. Následuje spuštění výpočtu hydraulického modelu distribuční sítě. V případě bezkolizního nastavení jednotlivých parametrů výpočet proběhne. V opačném případě se objeví chybové hlášení.
6. Výsledky jsou prezentovány buď formou mapy s barevnou stupnicí podle příslušných hodnot, nebo ve formě tabulky. Výstupem v případě hydraulické analýzy vodovodní sítě jsou údaje o tlakových poměrech v uzlech a průtocích nebo rychlostech v potrubí. [16]

4.3.2 Model vodovodní sítě

Model pro posouzení hydraulických poměrů v síti v případě realizace návrhu propojení skupinových vodovodů Letohrad a Lanškroun byl vytvořen pomocí nástrojů, které prostředí výše popsaného programu nabízí. Základní geometrii modelu tvoří 124 uzlů a 127 trubních úseků. Soustavu doplňuje 5 vodojemů – Verměřovice, Dolní Čermná, Stěžník, akumulace u úpravny vody v Horní Čermné a Lanškroun, 1 čerpadlo mezi akumulací u úpravny vody a lanškrounským vodojemem, 2 ventily omezující průtok a 1 redukční ventil upravující tlakové poměry v lokalitě Dolní Čermná. Obr. 4.5 vyobrazuje geometrii modelu návrhového stavu lokality v prostředí softwaru Epanet 2.0 včetně náznaku morfologie terénu.

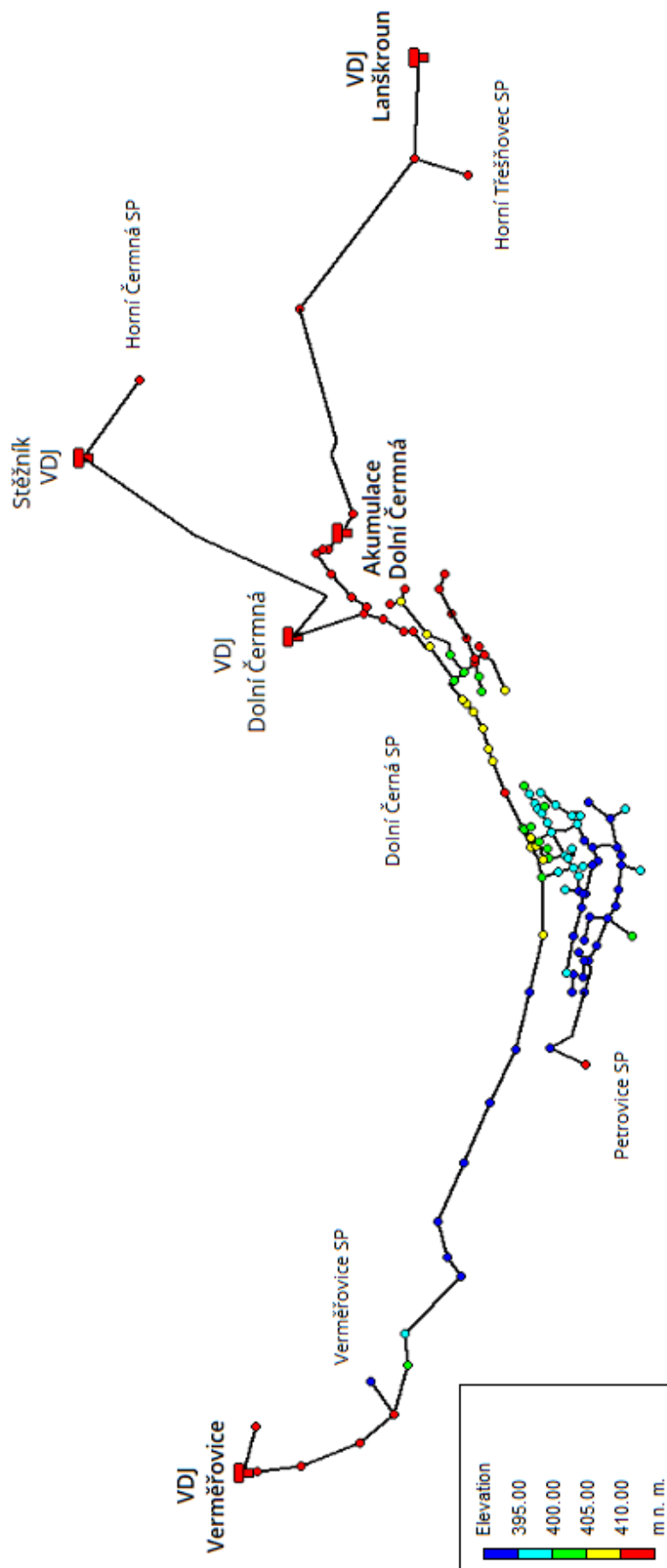
Jako vstupní informace při tvorbě modelu byly v případě uzlů zadány údaje o výškové úrovni, případně o velikosti bodových odběrů v daném uzlu. Odběry jednotlivých spotřebišť jsou v modelu ve většině případů řešeny bodovým odběrem množství vody, které odpovídá hodinovému maximu Q_h pro dané spotřebiště.

$$Q_h = Q_d \cdot k_h$$

Q_h – maximální hodinová potřeba vody

Q_d – maximální denní potřeba vody

k_h – koeficient hodinové nerovnoměrnosti



Obr. 4.5 Hydraulický model v prostředí Epanet 2.0

Hodnota koeficientu hodinové nerovnoměrnosti k_h se v závislosti na typu spotřebiště pohybuje v intervalu od 1,8 do 2,1 [19]. S ohledem na charakter zájmových lokalit a po konzultaci s provozovatelem vodovodu v těchto lokalitách byla pro stanovení hodnot Q_h uvažována hodnota $k_h = 1,8$. Konkrétně byla tímto způsobem zohledněna spotřeba obcí Verměřovice, Petrovice, Horní Čermná, Nepomuky, Horní a Dolní Třešňovec viz Tab. 4.6.

Tab. 4.6 Maximální odběry spotřebišť

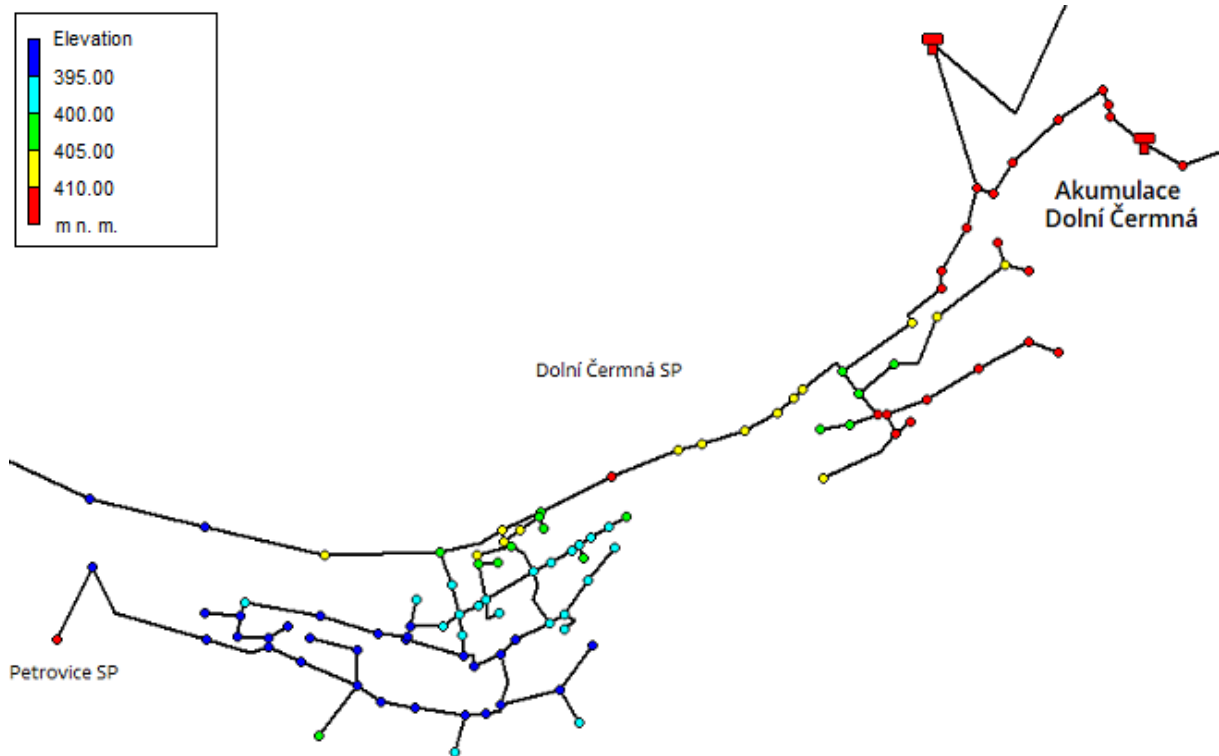
Spotřebiště	Q_d [l/s]	Q_h [l/s]
Verměřovice	1,3	2,4
D. Čermná + Petrovice	2,1	3,8
H. Čermná + Nepomuky	4,0	5,3
H. a D. Třešňovec	2,9	5,2

Každý úsek potrubí byl definován pomocí dimenze, délky úseku a drsnosti povrchu potrubí, díky níž byly do modelu vloženy i informace o použitých materiálech ve stávající i návrhové části vodovodní sítě. Použité hodnoty pro jednotlivé materiály zastoupené v modelu jsou uvedeny v Tab. 4.7.

Tab. 4.7 Hodnoty drsnosti povrchu potrubí [18]

Materiál	drsnost k [mm]
PVC	0,01
litina	0,3
azbestocement	0,6

Větší pozornost při tvorbě modelu byla zaměřena na vodovodní síť spotřebiště Dolní Čermná, ve které by mohlo při návrhovém stavu dojít k výraznému ovlivnění hydraulických poměrů v síti. Detailnější geometrie modelu vodovodní sítě v obci je zobrazena na Obr. 4.6. Odběry v obci byly i v tomto případě řešeny zjednodušením pomocí bodových odběrů v uzlech na konci příslušného úseku. Dílčí bodové odběry v jednotlivých uzlech byly stanoveny s ohledem na počet přípojek v příslušném úseku tak, aby celkový odběr z příváděcího řadu odpovídal $Q_h = 3,8$ l/s.



Obr. 4.6 Hydraulický model spotřebišť Dolní Čermná

Vodojemy byly vymodelovány pomocí údajů o nadmořské výšce dna objektu, úrovni minimální provozní, maximální provozní a počáteční hladiny a rozměrem akumulčního prostoru. Prostředí Epanetu umožňuje zadat rozměr akumulace ve formě průměru válcové nádrže, proto byly reálné rozměry přepočítány podle následující rovnice:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot V}{(h_2 - h_1) \cdot \pi}}$$

D – průměr akumulace v modelu

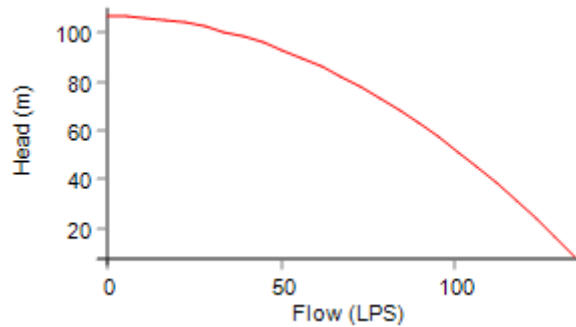
V – objem reálné akumulace

h_1 – minimální provozní hladina

h_2 – maximální provozní hladina

Stávající dvě čerpadla s výtlačnou výškou $H = 80$ m a 81 m při průtočném množství $Q = 35$ l/s jsou modelována pomocí prvku čerpadla s náhradní charakteristikou patrnou z Obr. 4.7. Rovnice Q – H křivky uvažované v modelu:

$$H = 106,67 - 0,005443 \cdot Q^2$$



Obr. 4.7 Q-H křivka

Zadávané bodové odběry a hodnoty vypočítaných průtoků jsou v litrech za sekundu, údaje o délkách či průměrech jsou zadány v metrech, případně v milimetrech. Drsnost potrubí je specifikována v milimetrech (podle přístupu Colebrook-White).

Pro stanovení hodnoty ztrátové výšky h_z třením v potrubí byl zvolen výpočet podle vztahu Darcy-Weisbach [17]:

$$h_z = \lambda \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

λ – ztrátový součinitel

D – průměr potrubí

L – délka úseku potrubí

V – rychlost proudění vody

g – gravitační zrychlení

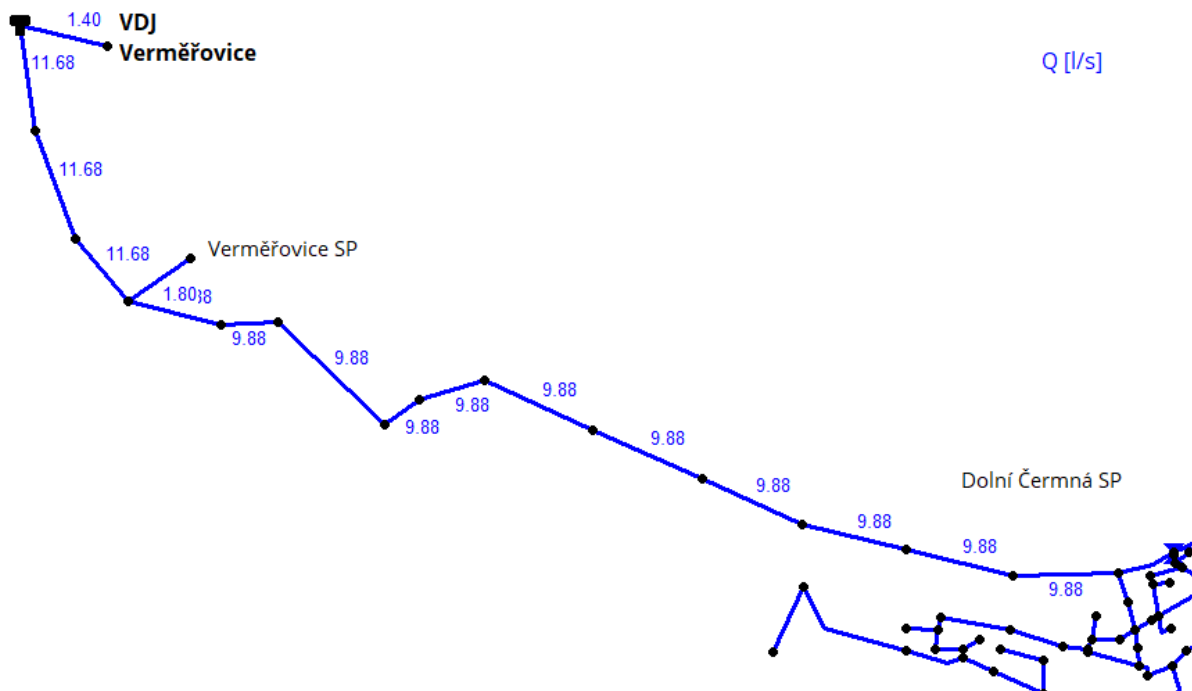
4.3.3 Hydraulická analýza

Z hydraulické analýzy provedené s využitím softwaru Epanet 2.0 vyplývá, že navržený propoj teoreticky (bez ohledu na reálnou vydatnost zdrojů) umožňuje převádět ze soustavy SV Letohrad do soustavy SV Lanškroun množství vody pohybující se kolem hodnoty 35 l/s. Hodnota přebytku vody v SV Letohrad, se kterou lze dle bilance popsané v kapitole 4.1 uvažovat, je 23 l/s. Při nejjednodušší úvaze, která spočívá ve využití stávajícího stavu skupinového vodovodu Letohrad bez jakýchkoliv dalších úprav, lze počítat s průměrnou vydatností zdrojů jímacího území Jablonský les, která dosahuje hodnoty kolem 6 l/s a s možností čerpání pomocí ČS Orlice o výkonu 6 l/s.

VDJ Verměřovice – Dolní Čermná

V základu lze tedy uvažovat s čerpáním 12 l/s z vodojemu ve Verměřovicích směrem do spotřebiště Dolní Čermná. S ohledem na tuto skutečnost byl v modelu navržen ventil, který je umístěn pod vodojemem Dolní Čermná. Ventil omezuje průtok na 5 l/s. Průtokové poměry, tedy hodnoty průtoků Q v l/s, v této části modelu jsou na Obr. 4.8. Z hydraulické

analýzy vyplývá, že množství vody, které je možné přivést do vodovodní sítě obce Dolní Čermná, dosahuje hodnoty $Q = 9,9 \text{ l/s}$.



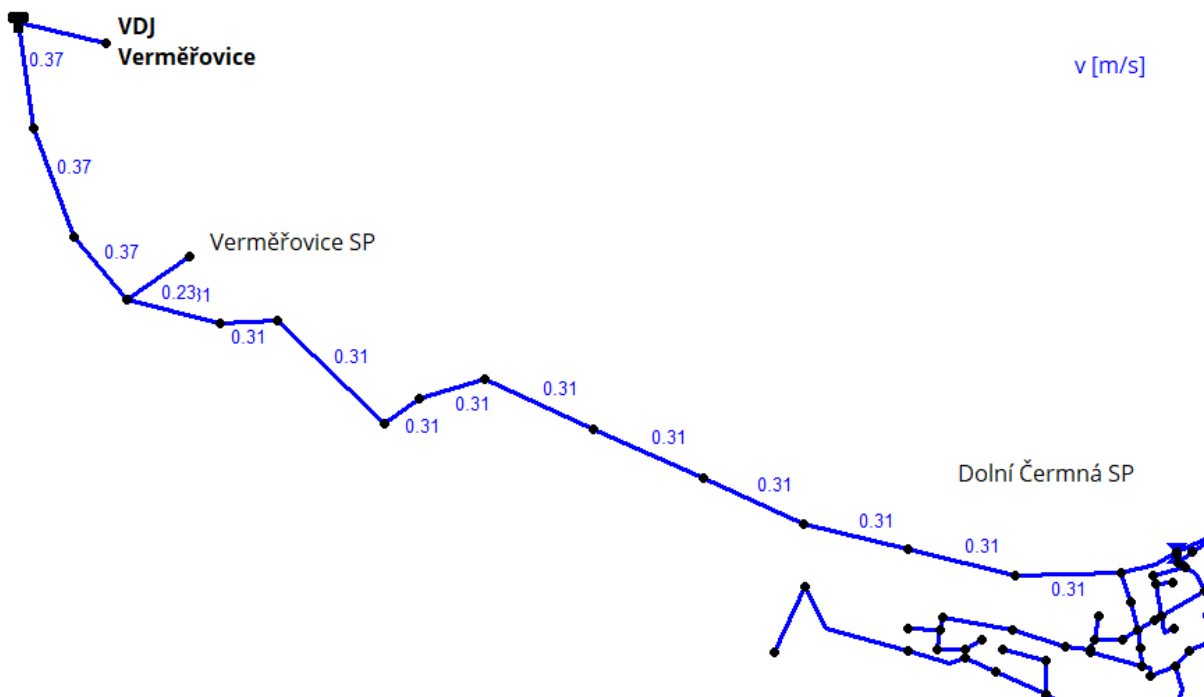
Obr. 4.8 Hydraulická analýza: průtoky VDJ Verměřovice – Dolní Čermná

Pro přehlednost jsou tlakové poměry v této části sítě uvedeny odděleně na Obr. 4.9. Z výstupu je patrné, že v několika místech nově navrženého propojení tlaková výška přesahuje 70 m v. sl., což odpovídá hodnotě 0,7 MPa, která je vyhláškou Ministerstva zemědělství č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích, stanovená jako maximální hodnota přetlaku na vodovodní síti. Avšak vzhledem ke skutečnosti, že se jedná o přiváděcí řad, tedy o řad, na kterém nejsou žádné přípojky, postačí tlakové poměry zohlednit při volbě materiálu a zvolit vhodnou tlakovou třídu.

V rámci hydraulické analýzy vodovodní sítě byla sledována také rychlost proudění vody v potrubí. Rychlostní poměry mezi vodojemem Verměřovice a vodovodem v Dolní Čermné jsou patrné z Obr. 4.10. Rychlost proudění v této části modelu neklesne pod hodnotu 0,3 m/s.



Obr. 4.9 Hydraulická analýza: tlakové poměry VDJ Verměřovice - Dolní Čermná



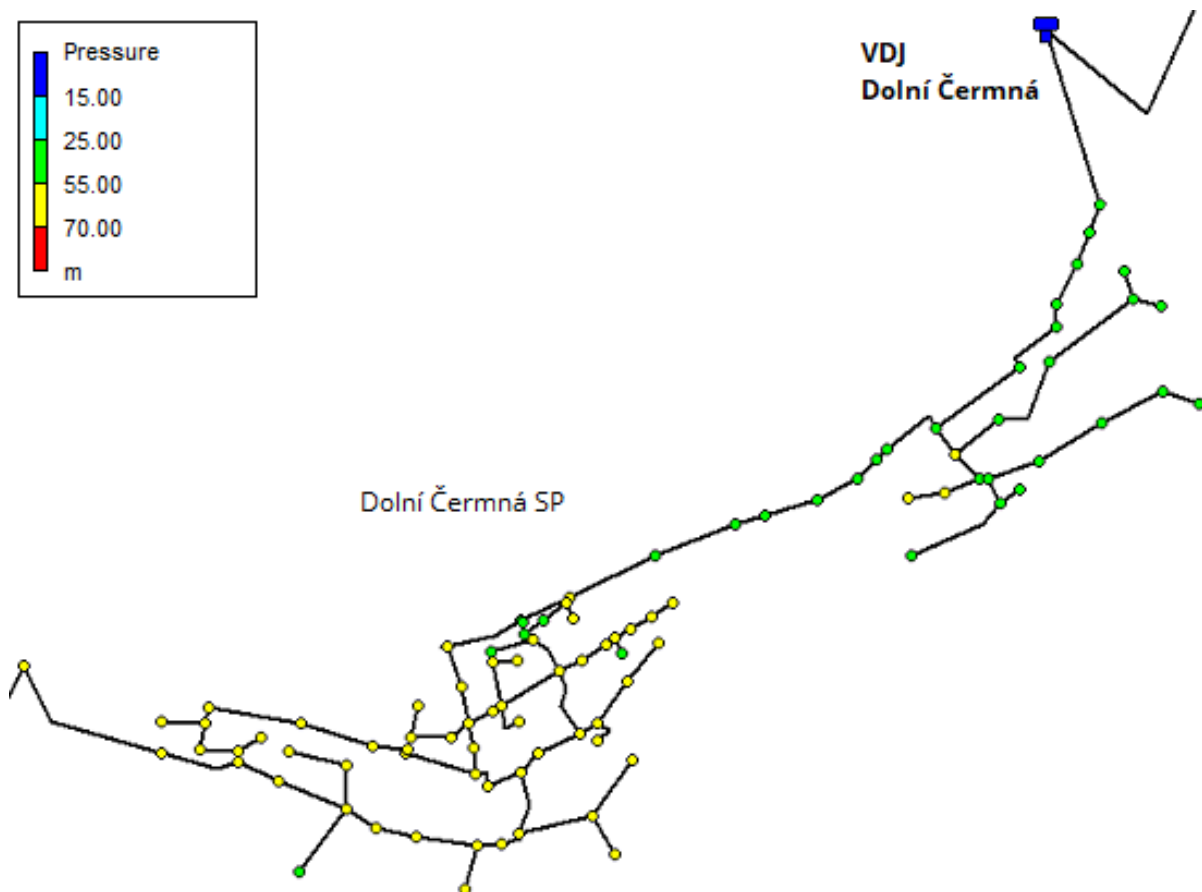
Obr. 4.10 Hydraulická analýza: rychlosti VDJ Verměřovice - Dolní Čermná

Velikost akumulačních nádrží vodojemu Verměřovice je $2 \times 90 \text{ m}^3$, tedy objem akumulace dosahuje 180 m^3 . Při čerpání $11,7 \text{ l/s}$ směrem do spotřebiště Dolní Čermná dojde v případě, že nedochází k doplňování ze zdroje směrem do vodojemu, k vyprázdnění akumulačního objemu za 4,28 h, tedy přibližně za 4 h a 17 min.

Spotřebiště Dolní Čermná

V současnosti spotřebiště Dolní Čermná a Petrovice spadají čistě do tlakového pásma vodojemu Dolní Čermná. Z hydraulického modelu vyplývá, že jsou obyvatelé Dolní Čermné zvyklí na poměrně vysoké tlakové poměry. Jak je patrné z Obr. 4.11, hydrostatický tlak v síti se pohybuje v rozmezí od 39 m v. sl. do 69 m v. sl. (0,39 MPa – 0,69 MPa).

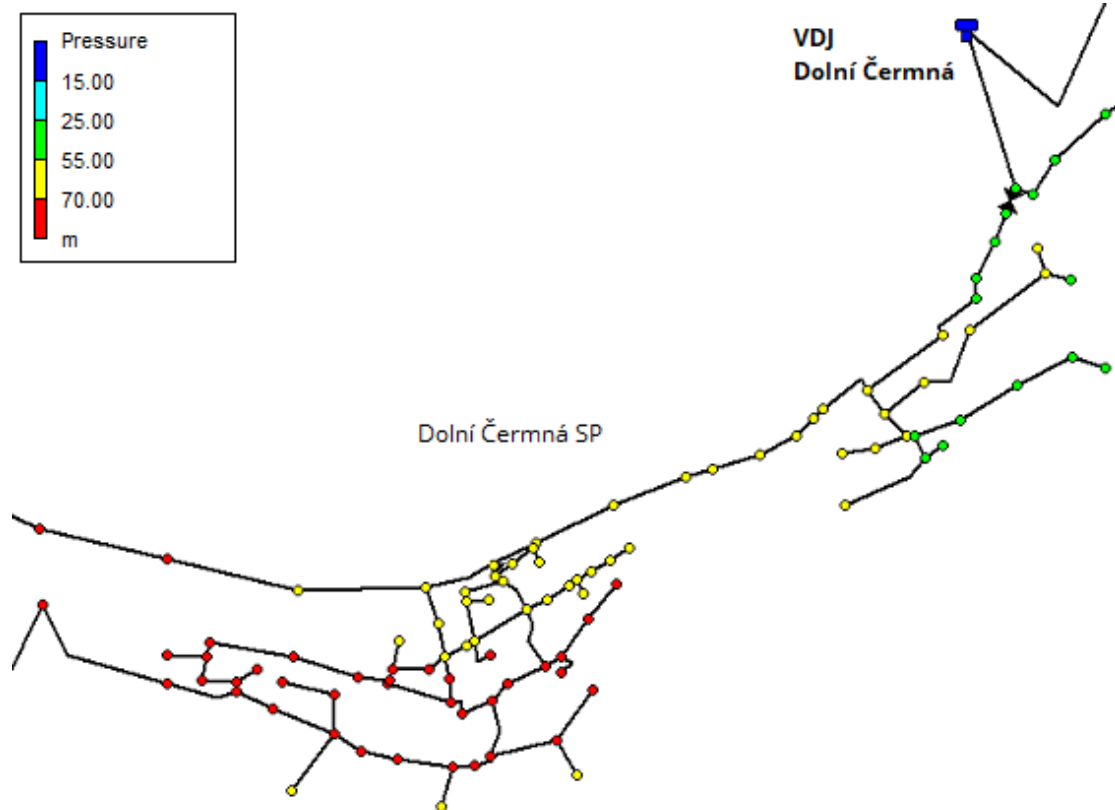
Průtoky v modelu vodovodní sítě se pohybují od $0,65 \text{ l/s}$ až po téměř zanedbatelné hodnoty kolem $0,02 \text{ l/s}$. Rychlosti proudění vody v potrubí spadají do intervalu od $0,01 \text{ l/s}$ po $0,1 \text{ l/s}$. Z hlediska provozu vodovodu se jednoznačně nejedná o optimální stav, avšak daná situace je důsledkem charakteru spotřebiště specifického malými odběry.



Obr. 4.11 Hydraulická analýza: tlakové poměry spotřebiště Dolní Čermná – stávající stav

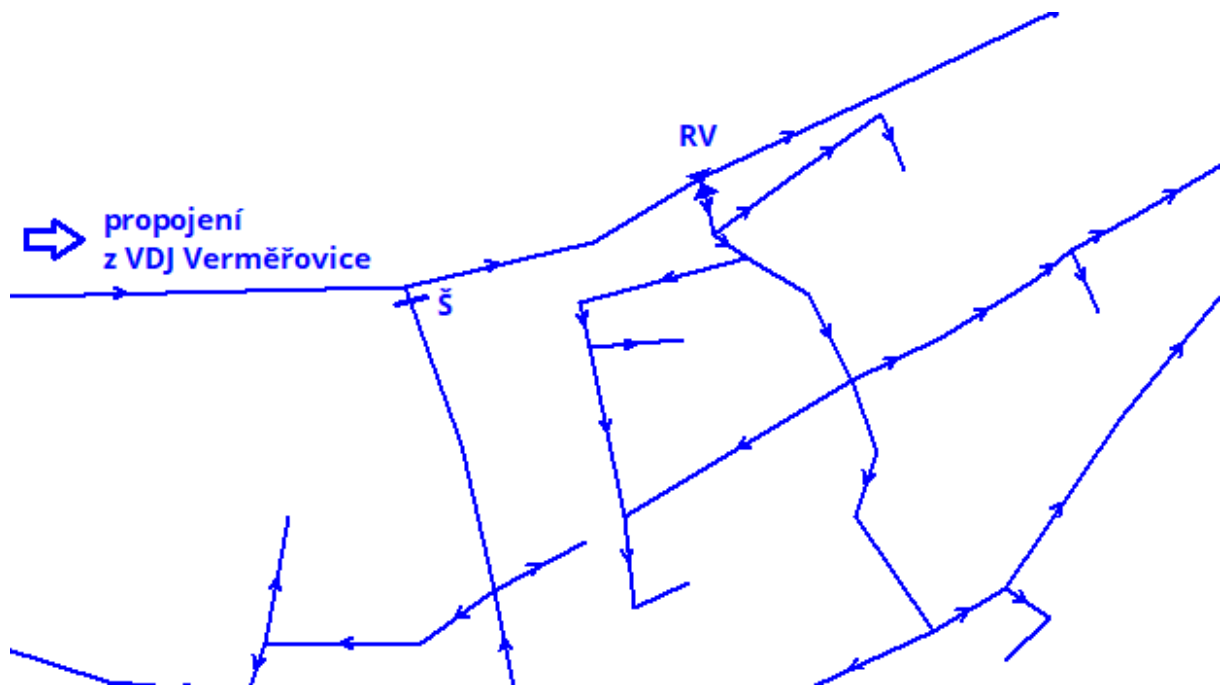
Podle výstupů z hydraulického modelu dojde propojením skupinových vodovodů Letohrad a Lanškroun k ovlivnění tlakových poměrů ve spotřebišti Dolní Čermná vodojemem ve Verměřovicích. Hydrostatický tlak ve vodovodní síti se zvýší v některých

místech až na hodnotu přesahující 76 m v. sl. (0,76 MPa), jak je patrné z Obr. 4.12. Dojde tedy k překročení tlakové výšky 70 m v. sl. (0,7 MPa) stanovené vyhláškou Ministerstva zemědělství č. 428/2001 Sb. jako maximální hodnota přetlaku na vodovodní síti. V tomto případě se však už jedná o řad, na který jsou připojeny vodovodní přípojky nemovitostí, proto je potřeba na síť osadit redukční ventil pro snížení tlaku ve vodovodní síti pod vyhláškou stanovenou hodnotu.

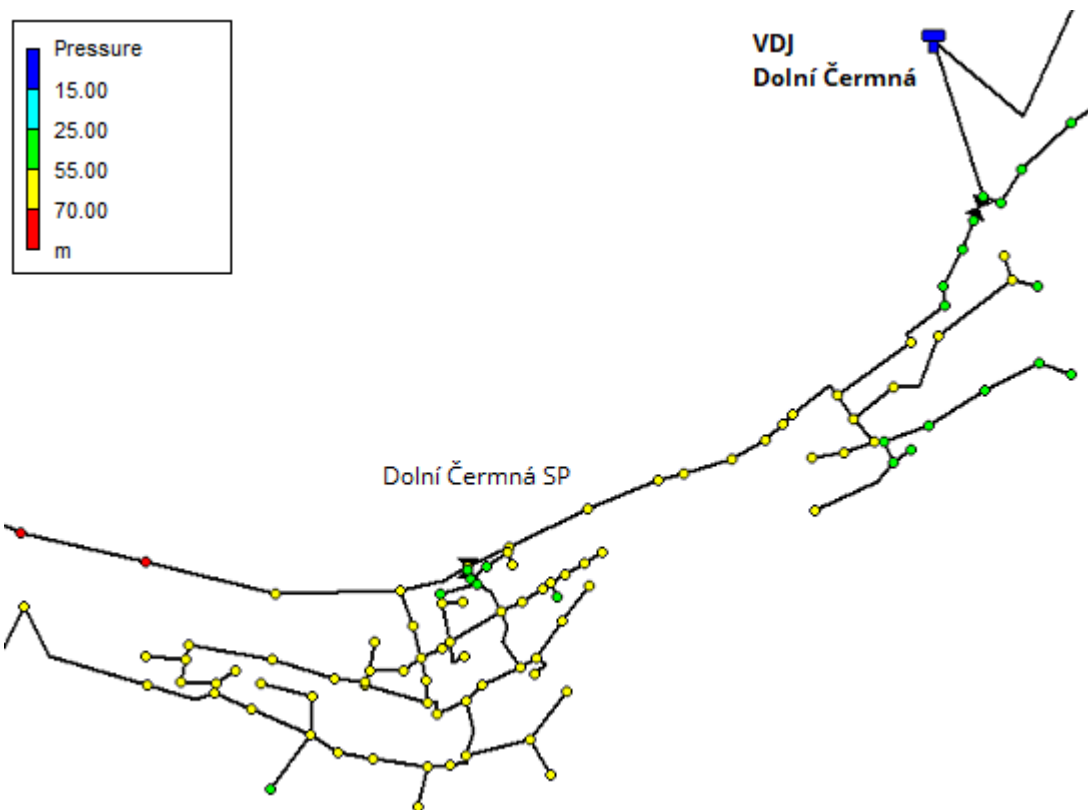


Obr. 4.12 Hydraulická analýza: tlakové poměry spotřebiště Dolní Čermná – propojení

Navržený redukční ventil je umístěn na druhou odbočku z přiváděcího řadu (od propojení z VDJ Verměřovice směrem do spotřebiště), jak znázorňuje schéma na Obr. 4.13. Dále se v návrhu počítá s tím, že během čerpání z letohradského vodovodu bude uzavřena první odbočka do spotřebiště Dolní Čermná. Redukční ventil je nastaven na hodnotu výstupního tlaku 51 m v. sl. (0,51 MPa). Parametr byl volen tak, aby byly, pokud možno, zachovány stejné tlakové poměry ve spotřebišti během i mimo využívání navrženého propojení a nebyl nijak narušen standard, na který jsou obyvatelé v obci zvyklí. Výsledné tlakové poměry návrhového stavu ve spotřebišti Dolní Čermná jsou patrné z Obr. 4.14.



Obr. 4.13 Úprava tlakových poměrů v Dolní Čermné



Obr. 4.14 Hydraulická analýza: tlakové poměry spotřebiště Dolní Čermná - návrhový stav

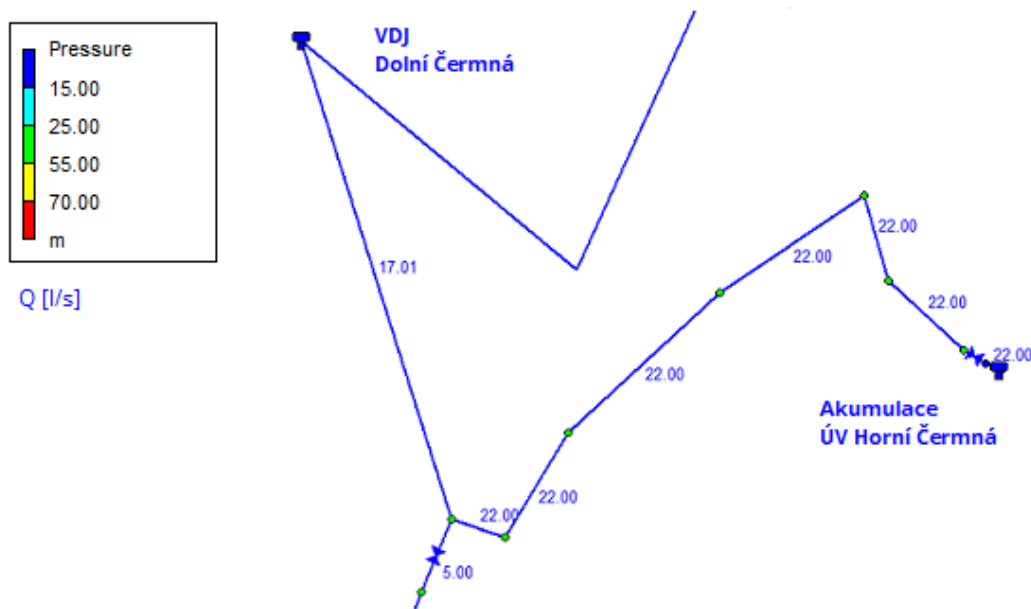
Dolní Čermná – VDJ Lanškroun

V současnosti slouží pro zásobení města Lanškroun především vodojem Lanškroun, který je napájen vrty řady V-4 z jímacího území Horní Čermná. Voda ze zdroje je akumulována u úpravny vody v Horní Čermné a odtud čerpána do vodojemu. Navržený propoj umožňuje přivádět vodu do této akumulace a posílit tak stávající zdroj.

Do modelu byla zahrnuta omezená kapacita zdrojů, které napájí vodojem Dolní Čermná, respektive vodojem Stěžník, ze kterého je voda do VDJ Dolní Čermná přepouštěna. Kapacita zdrojů V-2 a V-3, ze kterých je VDJ Stěžník napájen, dosahuje 31 l/s. Při zohlednění potřeby vody pro obce Horní Čermná a Nepomuky včetně zachování 100% rezervy ($Q_h = 2 \cdot 7,1 \text{ l/s} = 14,2 \text{ l/s}$) lze uvažovat s množstvím vody kolem 17 l/s, které lze přepustit do VDJ Dolní Čermná. S ohledem na tento předpoklad byl před akumulací navržen ventil, který omezuje průtok na hodnotu $Q = 22 \text{ l/s}$.

Na základě hydraulické analýzy, jak je patrné z Obr. 4.15, lze tedy do akumulace u úpravny vody v Horní Čermné přivést 5 l/s přes vodovodní síť obce Dolní Čermná a 17 l/s z VDJ Dolní Čermná. Celkově lze tedy stávající zdroj pro VDJ Lanškroun posílit o množství vody dosahující 22 l/s.

Rychlost proudění vody v řadu z vodojemu dosahuje 0,5 m/s. V potrubí navrženého propojení je rychlost 0,7 m/s. Při přepouštění vody z VDJ Stěžník do VDJ Dolní Čermná voda proudí rychlostí 1,4 m/s.



Obr. 4.15 Hydraulická analýza: průtoky a tlakové poměry VDJ Dolní Čermná – akumulace u ÚV

Objem akumulačního prostoru vodojemu Dolní Čermná je 250 m³. V případě odběru 17 l/s směrem do spotřebiště bez současného dopouštění vody z VDJ Stěžník dojde k úplnému vyprázdnění akumulace za 4,08 h, tedy za 4 hodiny a 5 minut.

Objem akumulární nádrže u úpravny vody Horní Čermná je 700 m^3 . Odtud je voda čerpána dvěma čerpadly do vodojemu Lanškroun. V případě realizace propojení podle návrhu by přítok do nádrže tvořilo množství 22 l/s ze směru spotřebiště Dolní Čermná. Dále lze připočítat stávající zdroj V-4 s průměrnou vydatností 5 l/s . Dohromady je tedy nádrž napájena množstvím kolem 27 l/s . Soustava čerpadel čerpá směrem na Lanškroun množství vody dosahující $86,6 \text{ l/s}$. Objem samotné nádrže je touto sestavou vyčerpán za $2,25 \text{ h}$, tedy za 2 hodiny a 15 minut. V případě, že bude navržený propoj v provozu, prodlouží se doba prázdnění na $3,26 \text{ h}$, tedy na 3 hodiny a 16 minut.

4.3.4 Diskuze výsledků hydraulické analýzy

Hydraulická analýza návrhového stavu propojení skupinových vodovodů Letohrad a Lanškroun, která byla popsána v předchozí kapitole, byla provedena na základě modelu zájmové lokality v prostředí Epanet 2.0. Je důležité si uvědomit, že jako u každého modelu, i zde došlo k určitému zjednodušení reálného stavu a výsledky jsou touto skutečností zatíženy. Další vliv na výsledky má samotný software ve formě postupu při výpočtu, zaokrouhlování pro optimalizaci rychlosti výpočtu atd.

Spotřebiště Verměřovice, Petrovice, Horní Čermná, Nepomuky a Horní Třešňovec byla pro zjednodušení v modelu zastoupena pouze bodovým odběrem s velikostí odběru odpovídající hodinovému maximu Q_h pro dané spotřebiště. Jednotlivé přípojky na vodovodní síti v Dolní Čermné byly taktéž nahrazeny bodovými odběry v uzlech na konci jednotlivých úseků.

Do výpočtu vstupují také hodnoty, které popisují drsnost stěny potrubí. Při tvorbě modelu byly zadávány tabulkové hodnoty podle přístupu Colebrook-White v závislosti na popisovaném materiálu. Jednotlivé hodnoty jsou uvedeny v Tab. 4.7. Drsnost reálného potrubí je s největší pravděpodobností odlišná.

Dále byly při analýze uvažovány průměrné vydatnosti zdrojů z příslušných dostupných podkladů, konkrétně z povolení o nakládání s podzemními vodami, které vydal Městský úřad Žamberk nebo Městský úřad Lanškroun, případně byly využity informace poskytnuté provozovatelem vodovodu. Na základě konzultace s vodohospodářem a údaji z dispečinku provozní společnosti Vodovody a kanalizace Jablonné nad Orlicí, a.s. je nezbytné upozornit na skutečnost, že vydatnost jednotlivých zdrojů může kolísat v závislosti na ročním období, případně na jiných podmínkách ovlivňující úroveň hladiny podzemní vody.

4.4 EKONOMICKÁ ROZVAHA

Pro stanovení pořizovací ceny návrhu propojení podle základní koncepce byl využit *Metodický pokyn pro orientační ukazatele výpočtu pořizovací (aktualizované) ceny objektů do Vybraných údajů majetkové evidence vodovodů a kanalizací, pro Plány rozvoje vodovodů a kanalizací a pro Plány financování obnovy vodovodů a kanalizací*, který byl vydán Ministerstvem zemědělství s účinností ke dni 20. ledna 2010. Stanovení nákladů v této kapitole je však pouze orientační a v případě projektového zpracování návrhu by bylo nutné cenu stanovit pomocí položkového rozpočtu.

Orientační stanovení ceny vychází z technických parametrů, konkrétně z délky, profilu a materiálu potrubí, a z cenového ukazatele uvedeného ve zmíněném metodickém pokynu. Zahrnuta je i skutečnost, zda je potrubí ukládáno ve zpevněném nebo nezpevněném terénu. Výpočet zohledňuje vliv velikosti obce či města na výši pořizovacích nákladů. Cena objektu může být stanovena pomocí měrného cenového ukazatele C_{mu} nebo cenového ukazatele C_m . V tomto případě je cena objektu C_{TO} stanovena podle následujícího vzorce [20]:

$$C_{TO} = k \cdot tp \cdot C_{mu}$$

C_{TO} – cena objektu v Kč

k – koeficient velikosti obce

tp – technický parametr objektu

C_{mu} – měrný cenový ukazatel

Navržené propojení SV Letohrad a SV Lanškroun je umístěno v k. ú. obcí Verměřovice, Petrovice a Dolní Čermná. Podle Tab. 4.8 převzaté z metodického pokynu je tedy hodnota koeficientu velikosti obce $k = 0,85$.

Tab. 4.8 Koeficient velikosti obce [20]

Název, resp. skupiny měst a obcí	koeficient k
Praha, Brno, Ostrava	1,20
Ostatní statutární města a k. ú. Lázeňských míst typu A – uvedená v tab. č. 2 přílohy č. 13 vyhlášky o oceňování majetku	1,10
Města, která byla k 31. prosinci sídly okresních úřadů a k. ú. Lázeňských míst typu B – uvedená v tab. č. 2 přílohy č. 13 vyhlášky o oceňování majetku	1,05
Ostatní města	1,00
Ostatní obce	0,85

V případě všech částí návrhu (SO 01 – SO 03) je uvažováno litinové potrubí s dimenzí DN 200. Hodnota měrného cenového ukazatele C_{mu} podle tabulky č. 7 uvedené v metodickém pokynu (viz příloha č. 9) je stanovena na $C_{mu} = 3\,690$ Kč/bm. Uvedená cena

platí pro vedení vodovodního řadu ve volném terénu a zahrnuje všechny základní objekty, jako jsou armatury pro vypouštění a odvzdušnění potrubí, armaturní šachty, a dále běžné podchody pod vodotečemi, komunikacemi a železničními tratěmi. Cena zahrnuje daň z přidané hodnoty. [20]

Přibližná pořizovací cena navrženého propojení mezi skupinovými vodovody Letohrad a Lanškroun je stanovena podle výše uvedené rovnice na celkovou částku 16 309 800 Kč. Hodnoty vstupující do výpočtu pořizovací ceny návrhu jsou uvedeny v Tab. 4.9.

Tab. 4.9 Stanovení pořizovací ceny

SO	tp	množství	C_{mu} [Kč/bm]	k	C_{TO} [Kč]
01	bm	1 010	3 690	0,85	3 167 865
02	bm	3 590	3 690	0,85	11 260 035
03	bm	600	3 690	0,85	1 881 900
					16 309 800

4.5 ROZŠÍŘENÍ ZÁKLADNÍ KONCEPCE

Základní koncepce uvažuje s co nejmenším zásahem do stávajícího stavu vodárenských soustav SV Letohrad a SV Lanškroun a s tím spojenou nižší pořizovací cenou propojení mezi těmito vodovody. Nejedná se však o maximální využití možností, které propojením vodárenských soustav vzniknou.

Dále je v základní koncepci pro převedení pitné vody z SV Letohrad do SV Lanškroun uvažováno s využitím části stávající vodovodní sítě obce Dolní Čermná. Jedná se o úsek mezi SO 02 a SO 03, jehož délka dosahuje 2,101 km. Zastoupení materiálů zmíněného úseku vodovodního řadu je následující: PVC 160 – 9,7 %, PVC 225 – 52,4 % a LT DN 200 – 37,9 %. Zásahu do stávající vodovodní sítě obce je možné se vyhnout vybudováním nového řadu v souběhu se stávajícím.

4.5.1 Navýšení čerpaného množství do VDJ Verměřovice

Z bilance vydatnosti zdrojů a spotřeby vody popsané v kapitole 4.1 vyplývá, že z letohradského skupinového vodovodu lze teoreticky využít množství až 23 l/s. V současnosti je možné čerpat vodu z letohradského vyššího tlakového pásma do vodojemu ve Verměřovicích přes čerpací stanici Orlice, která však umožňuje čerpat pouze 6 l/s. Pro navýšení množství vody převáděné mezi SV Letohrad a SV Lanškroun je třeba navrhnout výkonnější čerpadla.

Návrh čerpadla

Čerpadlo je navrženo pro osazení do ČS Orlice pro čerpání vody z VTP Letohrad do VDJ Verměřovice.

Výšková úroveň ČS Orlice:	380,8 m n. m.
Výšková úroveň VDJ Verměřovice:	471,0 m n. m.
Geodetická výška H_g :	90,2 m
Materiál výtlačného řadu:	litina DN 200
Délka výtlačného řadu L :	2 455 m

Výpočet ztrát třením po délce na výtlačku je uveden v Tab. 3.10. Ztrátový součinitel λ je stanoven iteračně podle rovnice Colebrook-White:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 2 \cdot \log \left(\frac{2,51}{Re\sqrt{\lambda}} + \frac{k}{3,71d_i} \right)$$

λ – ztrátový součinitel

Re – Reynoldsovo číslo

d_i – dimenze potrubí

k – drsnost stěn potrubí

Drsnost potrubí byla pro litinu uvažována $k = 0,6$ mm, počáteční hodnota $\lambda_0 = 0,03$. Místní ztráty byly zanedbány, ztráty třením po délce Z_T byly stanoveny dle rovnice Darcy-Weisbach:

$$Z_T = \lambda \frac{L \cdot v^2}{D \cdot 2g}$$

λ – ztrátový součinitel

L – délka potrubí

V – rychlost proudění vody

D – průměr potrubí

g – gravitační zrychlení

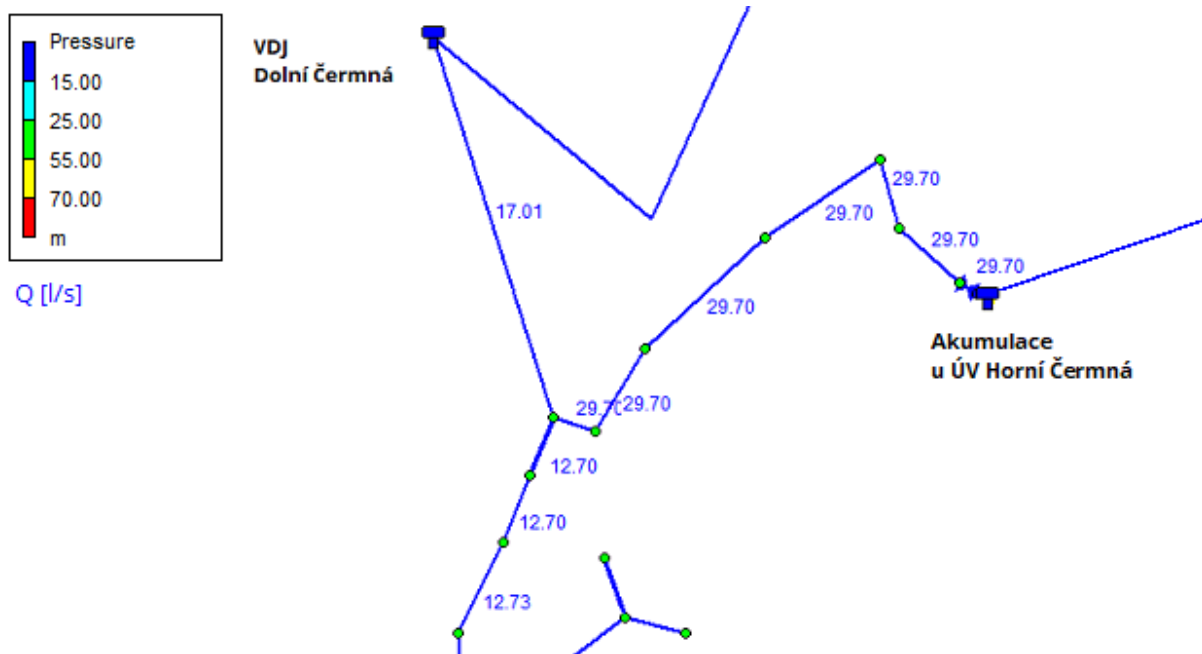
Výsledná výtlačná výška H je součet geodetické výšky H_g a ztrátové výšky Z_T .

Tab. 4.10 Výpočet ztrát třením po délce

v [m/s]	Q [m ³ /s]	Re [-]	λ_1 [-]	λ_2 [-]	λ_3 [-]	Z_T [m]	H [m]
0,27	0,009	41307	0,0290	0,0291	0,0291	1,33	91,53
0,41	0,013	61961	0,0281	0,0282	0,0282	2,91	93,11
0,54	0,017	82615	0,0277	0,0277	0,0277	5,08	95,28
0,68	0,021	103268	0,0274	0,0274	0,0274	7,85	98,05
0,81	0,026	123922	0,0272	0,0272	0,0272	11,23	101,43

Jak je patrné z výstupu na Obr. 4.17, přes spotřebišť Dolní Čermná je možné vodovodní síť převést průtok 12,7 l/s. Propojení, které je v základní koncepci označené jako SO 03, umožňuje do akumulací u úpravny vody v Horní Čermné převádět i s vodou z vodojemu Dolní Čermná celkové množství 29,7 l/s. Hodnota je stanovena s ohledem na vydatnost zdrojů v jímacím území Horní Čermná. Rychlost proudění vody v potrubí dosahuje v této části sítě 0,95 m/s.

K množství vody, která je přivedená přes vodovodní síť Dolní Čermné a z vodojemu do akumulací u úpravny vody Horní Čermná, je možné připočítat stávající zdroje V-4 s průměrnou vydatností 5 l/s. Dohromady je tedy akumulací napájena množstvím dosahujícím 34,7 l/s. Soustava čerpadel čerpá směrem na Lanškroun množství vody dosahující 86,6 l/s. V případě, že bude navržený propoj v provozu, doba prázdnění akumulace bude 3,75 h, tedy 3 hodiny a 45 minut.

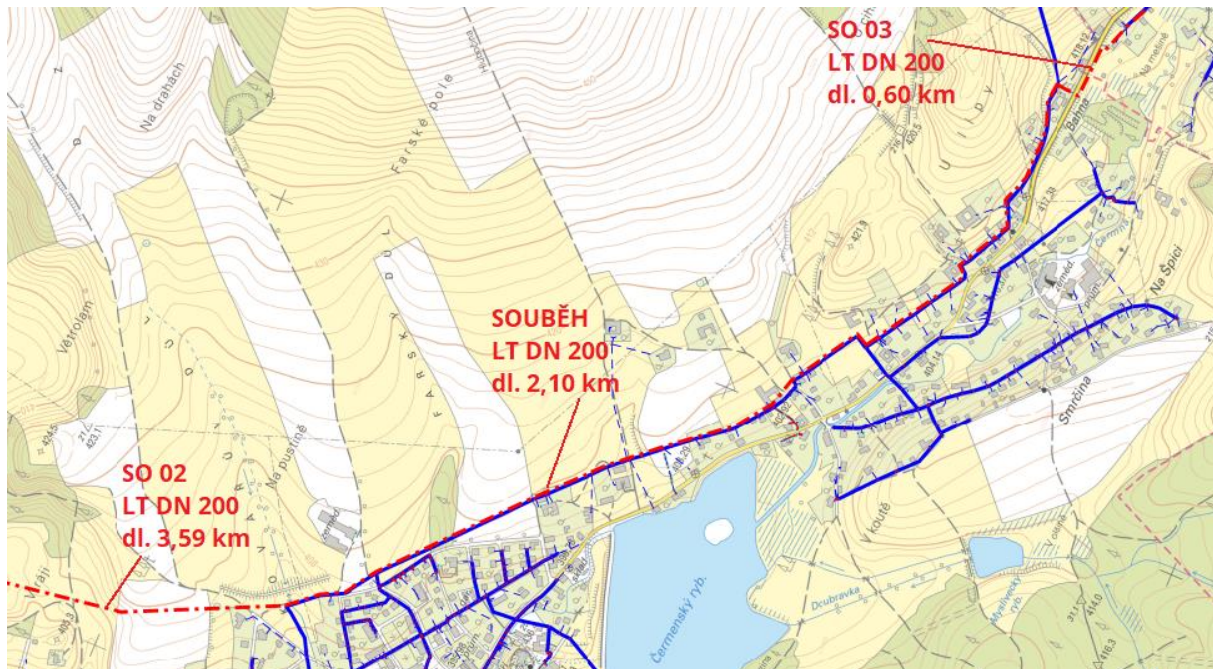


Obr. 4.17 Hydraulické poměry: Dolní Čermná – akumulace u ÚV Horní Čermná, nové čerpadlo

4.5.2 Nový vodovodní řad v souběhu se stávajícím

V případě, že by z nějakého důvodu nebyl zásah do stávající vodovodní sítě obce Dolní Čermná žádoucí, lze do základní koncepce návrhu zakomponovat nové vodovodní potrubí trasované v souběhu se stávajícím řadem v obci a vodu tak převádět přímo do akumulace u úpravny vody v Horní Čermné, odkud je napájen VDJ Lanškroun. Hydraulické poměry v obci by tedy zůstaly nezměněné. Řešení zahrnující souběh vodovodních potrubí mezi SO 02 a SO 03 je na Obr. 4.18.

Výškové poměry samostatného řadu jsou obdobné jako ve stávajícím vodovodu. Hydraulické podmínky lze tedy v tomto případě uvažovat obdobné jako v situaci modelované během hydraulické analýzy v kapitole 4.3.3.



Obr. 4.18 Řešení pomocí souběhu se stávajícím vodovodem Dolní Čermná

V případě průtoku podle základní koncepce, tedy 9,9 l/s, by rychlost proudění vody v souběžném potrubí dosahovala 0,31 m/s, v případě osazení výkonnějšího čerpadla v ČS Orlice by při průtoku 17,6 l/s rychlost proudění dosáhla 0,56 m/s.

V případě realizace se jedná se o další nově budovaný úsek vodovodu dlouhý 2,10 km. Odhad pořizovací ceny, který byl stanoven obdobným způsobem jako ekonomická rozvaha u základní koncepce v kapitole 4.4., činí při uvažovaném materiálu řadu – litina DN 200 včetně zahrnutí DPH 6 602 333 Kč. Podrobnější výpočet je uveden v Tab. 4.12.

Tab. 4.11 Stanovení pořizovací ceny vodovodního řadu v souběhu

SO	tp	množství	C_{mu} [Kč/bm]	k	C_{TO} [Kč]
SOUBĚH	bm	2 105	3 690	0,85	6 602 333

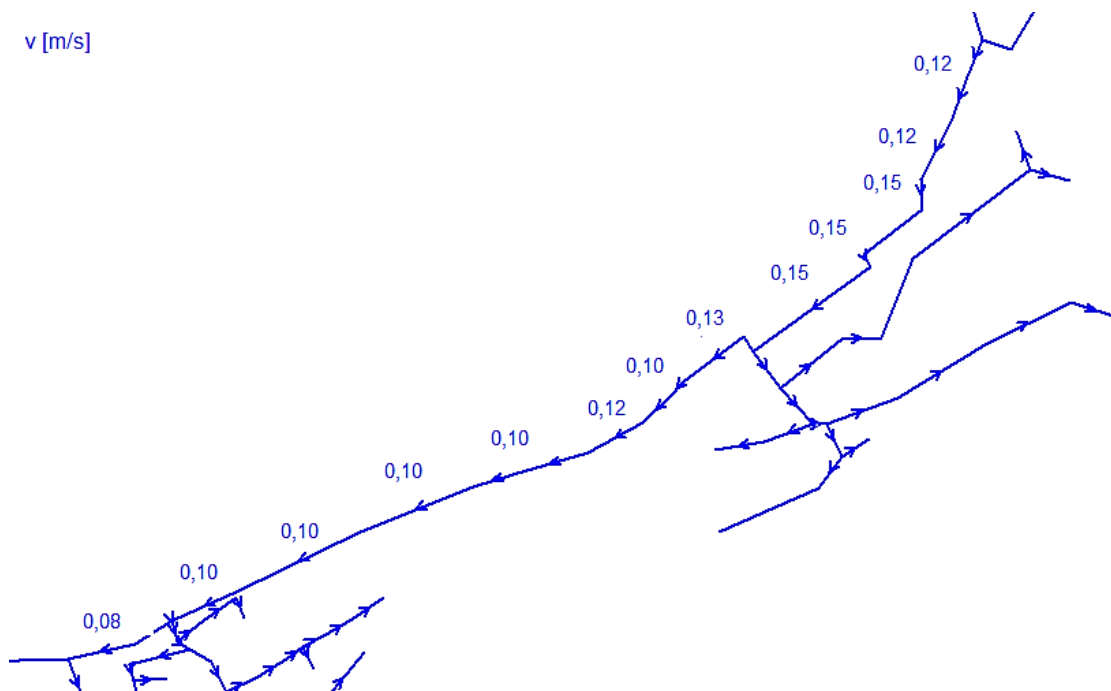
Celkové náklady na propojení vodárenských soustav SV Letohrad a SV Lanškroun, které zahrnuje souběh nového vodovodního řadu se stávajícím, dosahují 22 912 133 Kč.

4.6 DISKUZE

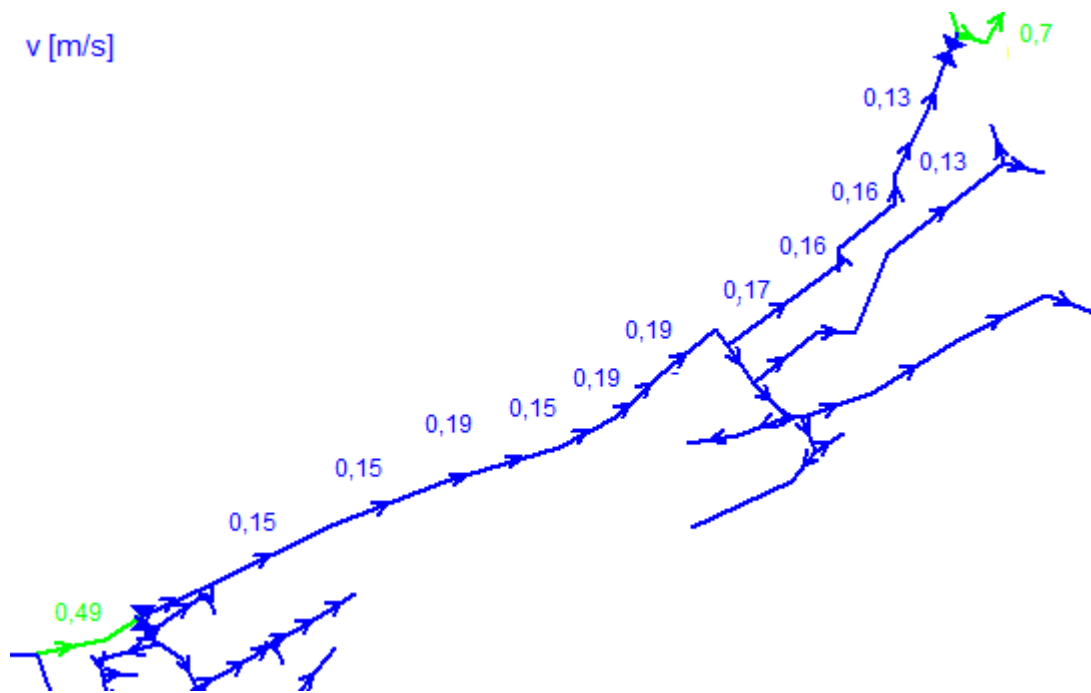
Propojení skupinového vodovodu Letohrad a skupinového vodovodu Lanškroun pro převádění pitné vody mezi těmito vodárenskými soustavami zahrnuje v základní koncepci tři stavební objekty, jak je popsáno v kapitole 4.2. V první části je uvažováno se stavební úpravou stávajícího vodovodního potrubí, druhou část návrhu tvoří nově budovaný přiváděcí řad trasovaný mezi armaturní šachtou Sutice a vodovodní sítí obce Dolní Čermná, třetí část zahrnuje nový řad v oblasti pod vodojemem Dolní Čermná.

Při propojení vodárenských soustav dojde k ovlivnění hydraulických poměrů v síti vodojemem Verměřovice. Konkrétně dojde ke změně tlakových poměrů, průtočného množství vody a rychlosti proudění vody v potrubí.

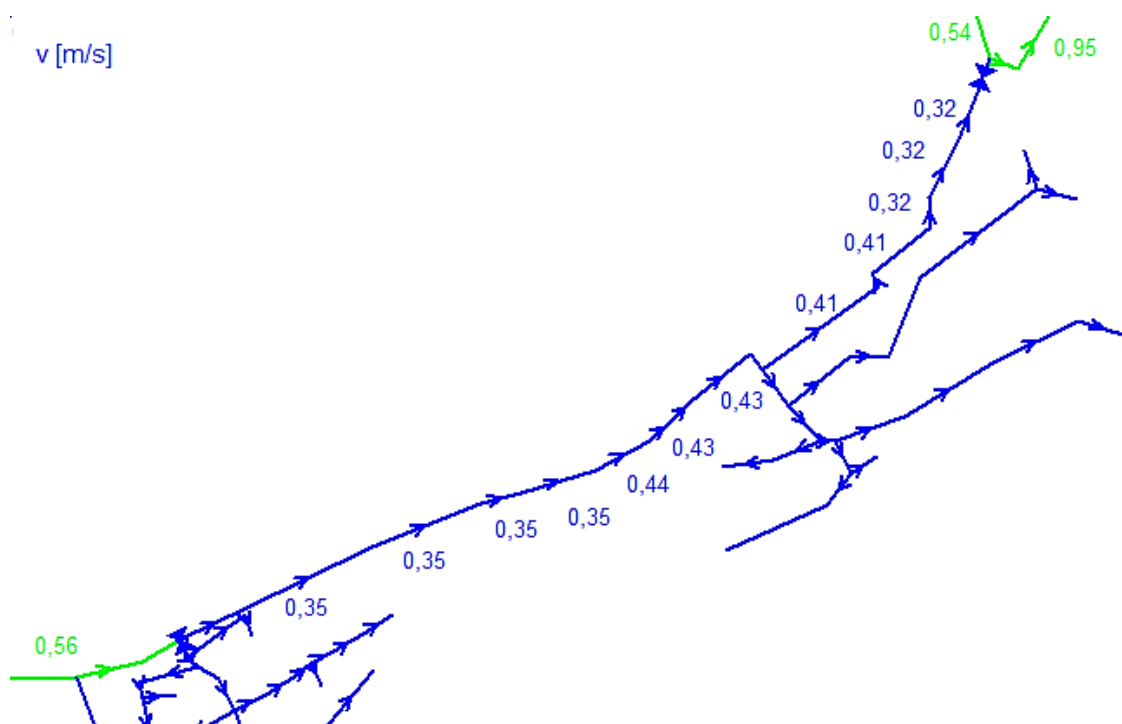
Rychlostní poměry ve stávající vodovodní síti Dolní Čermné podle výstupu z modelu v programu Epanet 2.0 jsou patrné z Obr. 4.19. V dotčeném úseku se hodnoty rychlosti pohybují od 0,08 m/s po 0,12 m/s. Jedná se o velice nízké hodnoty, které jsou důsledkem charakteru a velikosti spotřebišť. V případě realizace návrhu podle základní koncepce dojde k nárustu rychlostí do intervalu hodnot od 0,13 m/s do 0,19 m/s, resp. od 0,32 m/s do 0,44 m/s při osazení nových čerpadel v ČS Orlice. Rychlostní poměry podle hydraulické analýzy návrhového stavu jsou patrné z Obr. 4.20, resp. z Obr. 4.21.



Obr. 4.19 Rychlost proudění vody v potrubí: Dolní Čermná – stávající stav



Obr. 4.20 Rychlost proudění vody v potrubí: Dolní Čermná – základní koncepce



Obr. 4.21 Rychlost proudění vody v potrubí: Dolní Čermná – rozšíření základní koncepce

Změna tlakových poměrů v síti během doby, kdy dochází k převádění vody mezi vodárenskými soustavami, je řešena s ohledem na zachování komfortu spotřebitelů osazením redukčního ventilu na odbočku z přívaděcího řadu do spotřebiště tak, jak je popsáno v kapitole 4.3.3. Změna tlakových podmínek v síti by tedy neměla být pro vlastníky připojených nemovitostí zaznamenatelná a z tohoto hlediska navržený stav nepředstavuje problém.

Problém však může představovat skutečnost, že mimo tlaku dojde i k navýšení rychlosti proudění vody v potrubí. Kromě toho se oproti současnému stavu změní i směr proudění. Tento nově vzniklý stav by mohl mít negativní vliv na kvalitu dodávané vody v případě, že by tato změna měla dopad na nánosy a usazeniny v potrubí.

Podle směrnice od American Water Works Association (AWWA), která se zabývá rychlostmi při proplachování potrubí, je minimální rychlost, při které dochází k odstraňování sedimentů, 0,9 m/s. Vlivem základní koncepce nedojde k výraznému nárůstu rychlostí proudění, v případě rozšířeného řešení je již navýšení výraznější. I přes to však ani v jednom z návrhových stavů nedojde k překročení hodnoty uvedené AWWA. K výraznému pohybu sedimentů by vlivem rychlosti proudění tedy dojít nemělo. Projevit se však může ještě vliv změny směru proudění. [22]

V případě, kdy by mělo dojít ke zhoršení kvality vody po uvedení propojení do provozu, by bylo třeba situaci řešit a předcházet tak stížnostem od vlastníků vodovodních přípojek. Pokud by při propojení soustav mělo dojít k pohybu nečistot v potrubí, jedním z řešení je tyto částice odstranit ještě před uvedením propojení do provozu. Sedimenty a nánosy je možné odstranit řízeným proplachem vodovodní sítě. Doporučená rychlost pro proplach dle AWWA je 1,5 m/s. Při této rychlosti dochází nejen k odstranění sedimentů, ale také k odstranění biofilmu z vnitřního povrchu potrubí. Množství vody, které při proplachu proteče řadem, by mělo odpovídat třem až pěti objemům proplachovaného úseku. Proces by měl být prováděn v době, kdy je daná síť minimálně využívána, tedy ideálně v rozmezí od 22.00 do 6.00 hod. [22, 23]

S ohledem na doporučení uvedená výše byla v Tab. 4.11 odhadnuta spotřeba vody pro případné čištění úseku vodovodní sítě před uvedením návrhového propojení do provozu. Cena stočného pro rok 2020 je podle ceníku vodného a stočného společnosti Vodovody a kanalizace Jablonné nad Orlicí, a.s. 42,78 Kč [24]. Náklady na vodu pro proplach lze tedy odhadem stanovit na 14 082 Kč. Skutečné náklady však budou pravděpodobně vyšší vzhledem k neznámému stavu vodovodního potrubí, množství sedimentů a nánosů. O náročnější řešení se jedná i kvůli možnému dopadu na spotřebiště, kdy může v některých případech dojít k dočasnému přerušování dodávky pitné vody či vniku nečistot do vodovodních přípojek. Tomu je možné částečně zabránit uzavřením hlavního uzávěru vody v nemovitosti.

Tab. 4.12 Odhad potřeby vody pro proplach

Dimenze potrubí	Ø [m]	L [m]	S [m²]	V [m³]	5 × V [m³]
160	0,148	204	0,017	3,49	17,45
225	0,208	1100	0,034	37,31	186,53
200	0,200	797	0,031	25,04	125,19
				Σ	329,17

Jako alternativní řešení je možné zvážit propojení vodárenských soustav novým řadem v souběhu se stávající částí vodovodní sítě obce Dolní Čermná. Tato možnost propojení je popsána v kapitole 4.5.2. Hydraulické podmínky lze v tomto případě uvažovat obdobně jako v situaci modelované během hydraulické analýzy v kapitole 4.3.3. Při volbě tohoto řešení by nebylo potřeba řešit problémy, které souvisí právě se změnou podmínek v síti Dolní Čermné, především s opačným prouděním vody v potrubí. Na druhou stranu se jedná o další 2,1 km nového vodovodního řadu, tedy o navýšení pořizovací ceny o 6 602 333 Kč. Celková pořizovací cena navrhovaného propojení skupinových vodovodů Letohrad a Lanškroun by tedy vzrostla na 22 912 133 Kč.

V neposlední řadě je dobré upozornit na skutečnost, že propojením dvou vodárenských soustav dojde kromě změny hydraulických podmínek také k míchání vody ze zdrojů z různého geologického prostředí, tedy s odlišným chemickým složením. Chemické vlastnosti vody mají vliv na vznik, množství a charakter usazenin či inkrustů ve vodovodním potrubí. Při proudění vody s jiným chemickým složením může dojít například k rozpouštění již přítomných nánosů a tím k negativnímu ovlivnění kvality dopravované vody.

Další problém, který je spojený s distribucí pitné vody z jiného zdroje, může vzniknout přímo u spotřebitelů. Látky obsažené ve vodě mají vliv na senzorké, především chuťové vlastnosti vody, takže v případě, kdy jsou odběratelé zvyklí na určitý standard, mohou tuto změnu vnímat negativně. Jako příklad takových látek lze uvést prvky spojované především s tvrdostí vody – vápník a hořčík.

V Tab. 4.13 jsou pro porovnání uvedené průměrné hodnoty vybraných ukazatelů z rozborů pitné vody v propojovaných skupinových vodovodech provedených za rok 2018. Ve většině případů se hodnoty vybraných ukazatelů nijak zásadně neliší. I přes to by bylo dobré před případnou realizací návrhu provést chemické zkoušky pro stanovení vlivu nově přivedené pitné vody na stávající vodovodní potrubí. Kompletní rozbor pitné vody pro oba skupinové vodovody za rok 2018 jsou v příloze č. 11 a č. 12 této diplomové práce.

Tab. 4.13 Porovnání vybraných ukazatelů

Ukazatel	jednotka	průměr SV Letohrad	průměr SV Lanškroun
chlor volný	mg/l	0,04077	0,07883
barva	mg/l Pt	5	5
Ca + Mg	mmol/l	2,318	2,305
CO ₂ (agresivní)	mg/l	0	0
CO ₂ vázaný	mg/l	145,5	161,5
CO ₂ volný	mg/l	2,72	1,775
dusičnany	mg/l	28,82	18,63
dusitany	mg/l	0,02	0,02167
pH		7,685	7,842
sírany	mg/l	28,63	46,15
tvrdost celková	° N	12,98	12,9
zákal	ZF(n)	1	1
hořčík	mg/l	4,785	6,107
vápník	mg/l	85,12	82,28
železo	mg/l	0,03308	0,02667

Při volbě finální varianty v případě realizace záležitosti i na tom, jak často bude navržený propoj využíván. Na jedné straně se může jednat o v podstatě výjimečný provoz v případě vzniku nestandardní situace, jako je například porucha na vystrojení jednoho z vrtů, na druhé straně může být propojení využíváno pravidelně, například v případě, kdy dojde k dlouhodobému poklesu vydatnosti jímacího území v Horní Čermné.

5 ZÁVĚR

V rámci diplomové práce byla vypracována studie, ve které je řešena možnost propojení dvou vodárenských soustav – skupinový vodovod Letohrad a skupinový vodovod Lanškroun. Základním podnětem pro vypracování studie byla skutečnost, že vydatnost zdrojů vody pro zásobování SV Lanškroun neposkytuje vzhledem k potřebě vody v zásobovaných obcích téměř žádnou rezervu a případný výpadek nebo snížení vydatnosti některého ze zdrojů by představoval významný problém s dodávkou pitné vody.

Na základě výstupů z hydraulické analýzy, která byla provedena v rámci diplomové práce, je možné díky navrženému propojení vodárenských soustav zásobovat spotřebišť Dolní Čermná a Petrovice vodou z SV Letohrad a alespoň částečně tak ulevit zdrojům v jímacím území Horní Čermná nebo je možné vodu ze SV Letohrad převést až do VDJ Lanškroun, ze kterého je zásobováno město Lanškroun.

Základní koncepce návrhu propojení SV Letohrad a SV Lanškroun je tvořena třemi dílčími objekty. V prvním případě se jedná o stavební úpravy vodovodu, kdy je uvažováno se zkapacitněním vodovodního potrubí z DN 100 na DN 200. Druhá část návrhu zahrnuje nový vodovodní řad mezi armaturní šachtou a vodovodní sítí obce Dolní Čermná. V třetí části návrhu je uvažováno s novým řadem v oblasti pod vodojemem Dolní Čermná. Ve všech případech je v návrhovém stavu uvažováno s litinovým potrubím o dimenzi DN 200. V případě realizace této varianty návrhu je možné z VDJ Verměřovice do vodovodní sítě spotřebišť Dolní Čermná převádět 9,9 l/s. Množství vody na přítoku do akumulace u ÚV, odkud je voda čerpána do VDJ Lanškroun, se díky propojení navýší na 27 l/s. Přibližná pořizovací cena návrhu základní koncepce je 16 309 800 Kč.

Z bilance vydatnosti zdrojů a spotřeby vody ve spotřebišťích vyplývá, že je možné z letohradského skupinového vodovodu převádět až 23 l/s. Pro maximální využití potenciálu propojení je však třeba osadit výkonnější čerpadla v ČS Orlice. Osazení navržených čerpadel Grundfos v sestavě 1+1 představuje navýšení pořizovacích nákladů o 497 630 Kč.

V rámci základní koncepce je uvažováno s využitím části stávající vodovodní sítě v obci Dolní Čermná. Tato skutečnost je spojená s možnými komplikacemi v souvislosti se změnou hydraulických podmínek vlivem vodojemu Verměřovice. Alternativní variantu představuje nový vodovodní řad vybudovaný souběžně se stávající částí vodovodní sítě v Dolní Čermné mezi SO 02 a SO 03. Tento návrh umožňuje převedení vody z SV Letohrad přímo do akumulace u ÚV v Horní Čermné, odkud je napájen VDJ Lanškroun, bez ovlivnění hydraulických podmínek ve spotřebišti Dolní Čermná. Celkové investiční náklady tohoto návrhu jsou 22 912 133 Kč.

Za předpokladu, že by navržené propojení mezi vodárenskými soustavami sloužilo pouze jako rezerva pro případ dočasného výpadku některého ze zdrojů v jímacím území Horní

Čermná a jednalo by se tedy o občasné využití, nejefektivnější by byla realizace pouze základní koncepce s nejnižšími pořizovacími náklady. Pokud by však navržené propojení mělo být v provozu pravidelně, nebo by přímo mělo nahradit některý ze zdrojů v jímacím území Horní Čermná, stojí za úvahu některé z rozšířených řešení i přes vyšší ekonomickou náročnost. Volba finální varianty návrhu v případě realizace závisí na preferencích společnosti Vodovody a kanalizace Jablonné nad Orlicí, a.s.

POUŽITÁ LITERATURA

- [1] Vývoj stavů hladin a odběrů z vybraných zdrojů podzemních vod k 31. 12. 2018. In: *Vodovody a kanalizace Jablonné nad Orlicí, a.s.* [online]. 2019. Dostupné z: https://www.vak.cz/soubory/Hladiny_odbery_vrty_2018.pdf
- [2] *Zákon č. 254/2001 Sb.: o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon).*
- [3] *Zákon č. 274/2001 Sb.: o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích).* In: . Sběrka zákonů, 2001.
- [4] *Zákon č. 183/2006 Sb.: o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon).* In: . Sběrka zákonů, 2006.
- [5] *Zákon č. 258/2000 Sb.: o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů.* In: . Sběrka zákonů, 2000.
- [6] *Vyhláška č. 428/2001 Sb.: Vyhláška Ministerstva zemědělství, kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích).* In: . Sběrka zákonů, 2001.
- [7] *Vyhláška č. 409/2005 Sb.: Vyhláška o hygienických požadavcích na výrobky přicházející do přímého styku s vodou a na úpravu vody.* In: . Sběrka zákonů, 2005.
- [8] *Technický standard vodohospodářských staveb: v působnosti společnosti Vodovody a kanalizace Jablonné nad Orlicí, a.s.* [online]. září 2019 [cit. 2019-12-10]. Dostupné z: https://www.vak.cz/soubory/t_standard_VH_staveb_v9.pdf
- [9] *Plán rozvoje vodovodů a kanalizací Pardubického kraje: Letohrad* [online]. 2018. Dostupné také z: <http://prvk.pardubickykraj.cz/karty-obci/80667-letohrad?type=stav>
- [10] *Provozní řád skupinového vodovodu Letohrad – Kunčice – Orlice – Jankovice – Písečná.* Jablonné nad Orlicí, 2013.
- [11] *Provozní řád skupinového vodovodu Lanškroun.* Jablonné nad Orlicí, 2012.
- [12] *Provozní řád skupinového vodovodu Orlická skupina.* Jablonné nad Orlicí, 2012.
- [13] *Program rozvoje vodovodů a kanalizací územního celku okresu Ústí nad Orlicí: B.1 Souhrnný popis vodovodů.* Ústí nad Orlicí, 2001.
- [14] *Plán rozvoje vodovodů a kanalizací Pardubického kraje: Horní Čermná* [online]. 2014. Dostupné také z: <http://prvk.pardubickykraj.cz/karty-obci/42692-horni-cermna?type=stav>
- [15] *Geografický informační systém Vodovody a kanalizace Jablonné nad Orlicí, a.s., 2019.*
- [16] ROSSMAN, Lewis A. *EPANET 2: Users manual.* Cincinnati, OH: National Risk Management Research Laboratory, Office of Research and Development, U.S. Environmental Protection Agency, 2000

- [17] JANDORA, Jan. *Hydraulika a hydrologie: Studijní opora pro programy s kombinovanou formou studia*. Vysoké učení technické v Brně, 2005.
- [18] Drsnost potrubí. *Vodovod.info* [online]. 2013 [cit. 2019-11-10]. Dostupné z: <http://vodovod.info/index.php/extra/tabulky/196-drsnost-potrubu#.XcfnBzNKjIU>
- [19] Potřeba vody – koeficienty nerovnoměrnosti. *Vodovod.info* [online]. 2013 [cit. 2019-11-22]. Dostupné z: <http://vodovod.info/index.php/extra/tabulky/217-potreba-vody-koeficienty-nerovnomernosti#.XdeoluhKjIU>
- [20] *Metodický pokyn pro orientační ukazatele výpočtu pořizovací (aktualizované) ceny objektů do Vybraných údajů majetkové evidence vodovodů a kanalizací, pro Plány rozvoje vodovodů a kanalizací a pro Plány financování obnovy vodovodů a kanalizací*. Ministerstvo zemědělství, 2010. Dostupné také z: http://eagri.cz/public/web/file/40871/Methodicky_pokyn_CENY___2009.pdf
- [21] *Grundfos Ceník 2019: vytápění, chlazení, větrání, vodní hospodářství, průmysl, dávkování* [online]. 2019 [cit. 2019-12-05]. Dostupné z: <https://cz.grundfos.com/content/dam/GCZ/novinky/Grundfos%20Cen%C3%ADk%202019%20-%20souhrn%C3%BD.pdf>
- [22] *Voda Zlín 2014: Sborník příspěvků*. Zlín: Moravská vodárenská, a.s., 2014. ISBN 978-80-905716-0-0.
- [23] Dezinfekce vodovodních řadů. *Vodovod.info* [online]. 11. prosinec 2013 [cit. 2019-12-09]. Dostupné z: <http://www.vodovod.info/index.php/extra/tema/232-dezinfekce-vodovodnich-radu#.Xe6h1-hKjIU>
- [24] Vodovody a kanalizace Jablonné nad Orlicí, a.s.: Ceník vodného a stočného. *Vak.cz* [online]. 2019 [cit. 2019-12-21]. Dostupné z: <https://www.vak.cz/index.php?id=3030&lang=cze>

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

VAK	vodovody a kanalizace
PRVKÚC	plán rozvoje vodovodů a kanalizací územního celku
PRVK	plán rozvoje vodovodů a kanalizací
GIS	geografický informační systém
a.s.	akciová společnost
Sb.	sbírka zákonů
č.	číslo
dl.	délka
VTP	vyšší tlakové pásmo
NTP	nižší tlakové pásmo
SO	stavební objekt
SV	skupinový vodovod
ČS	čerpací stanice
VDJ	vodojem
ATS	automatická tlaková stanice
Q	průtok
Q_p	průměrná potřeba
Q_d	maximální denní potřeba
H	dopravní výška
PVC	polyvinylchlorid
PE	polyethylen
LT	litina
DPH	daň z přidané hodnoty

SEZNAM TABULEK

Tab. 3.1 Počet zásobovaných obyvatel – SV Letohrad	8
Tab. 3.2 Charakteristika čerpadel v ČS Štola	9
Tab. 3.3 Charakteristika čerpadla u LT-2	11
Tab. 3.4 Charakteristika čerpadla v ČS Jablonský les	11
Tab. 3.5 Materiál, dimenze – vodovod Letohrad – Jankovice – Červená	15
Tab. 3.6 Materiál, dimenze – vodovod Kunčice	16
Tab. 3.7 Materiál, dimenze – vodovod Orlice	16
Tab. 3.8 Materiál, dimenze – vodovod Písečná	17
Tab. 3.9 Spotřeba vody SV Letohrad	18
Tab. 3.10 Počet zásobovaných obyvatel – SV Lanškroun	19
Tab. 3.11 Charakteristika čerpadla v ČS u V-2.....	20
Tab. 3.12 Charakteristika čerpadla u V-3.....	21
Tab. 3.13 Charakteristika čerpadel u V-4 a V-4b	21
Tab. 3.14 Materiál, dimenze – přívodní řady SV Lanškroun	30
Tab. 3.15 Charakteristiky čerpadel v ČS u úpravny vody	30
Tab. 3.16 Materiál, dimenze – vodovod Horní Třešňovec – Dolní Třešňovec – Lanškroun.....	31
Tab. 3.17 Charakteristika čerpadla – ATS Nepomuky	31
Tab. 3.18 Materiál, dimenze – vodovod H. Čermná – D. Čermná – Nepomuky – Petrovice	32
Tab. 3.19 Materiál, dimenze – vodovod Albrechtice – Sázava – Lubník – Žichlínek.....	32
Tab. 3.20 Spotřeba SV Lanškroun.....	33
Tab. 4.1 Vydatnost zdrojů SV Letohrad	34
Tab. 4.2 Bilance vydatnost – spotřeba SV Letohrad.....	35
Tab. 4.3 Vydatnost zdrojů SV Lanškroun	35
Tab. 4.4 Bilance vydatnost – spotřeba SV Lanškroun	36
Tab. 4.5 Propojené akumulace	36
Tab. 4.6 Maximální odběry spotřebišť	43
Tab. 4.7 Hodnoty drsnosti povrchu potrubí	43
Tab. 4.8 Koeficient velikosti obce.....	53
Tab. 4.9 Stanovení pořizovací ceny	54
Tab. 4.10 Výpočet ztrát třením po délce	55
Tab. 4.12 Stanovení pořizovací ceny vodovodního řadu v souběhu	58
Tab. 4.11 Odhad potřeby vody pro proplach	62
Tab. 4.13 Porovnání vybraných ukazatelů	63

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1.1 SV Letohrad a SV Lanškroun	3
Obr. 3.1 a) Studna se štolou (vlevo), b) štola (vpravo).....	9
Obr. 3.2 ČS "štola"	10
Obr. 3.3 a) Vodojem Letohrad – NTP (vlevo); b) Vodojem Letohrad – VTP (vpravo).....	13
Obr. 3.4 a) Vodojem Ovčín (vlevo); b) vodojem Písečná (vpravo)	14
Obr. 3.5 Vodojem Verměřovice.....	14
Obr. 3.6 a) Vrt V-2 (vlevo); b) stavba ČS u vrtu V-2 (vpravo).....	20
Obr. 3.7 Stavba nad V-3	21
Obr. 3.8 Vodní zdroj V-4.....	22
Obr. 3.9 Sběrná jímka v Albrechticích	23
Obr. 3.10 Jímací území H. Třešňovec a) sběrná jímka (vlevo); b) stavba čerpací stanice (vpravo) ...	23
Obr. 3.11 Vodojemy Horní Čermná a) pásmový (vlevo) b) Stěžník (vpravo)	27
Obr. 3.12 Vodojem Lanškroun	28
Obr. 3.13 Vodojemy Horní Třešňovec a) starý (vlevo), b) nový (vpravo).....	28
Obr. 3.14 Vodojemy Albrechtice a) akumulace 2 × 250 m ³ (vlevo); b) akumulace 2 × 390 m ³ (vpravo)	29
Obr. 4.1 Propojení SV Letohrad a SV Lanškroun – situace	37
Obr. 4.2 Situace SO 01	38
Obr. 4.3 Situace SO 02.....	39
Obr. 4.4 Situace SO 03.....	40
Obr. 3.5 Hydraulický model	42
Obr. 4.6 Hydraulický model spotřebiště Dolní Čermná.....	44
Obr. 4.7 Q-H křivka	45
Obr. 4.8 Hydraulická analýza: průtoky VDJ Verměřovice – Dolní Čermná.....	46
Obr. 4.9 Hydraulická analýza: tlakové poměry VDJ Verměřovice – Dolní Čermná	47
Obr. 4.10 Hydraulická analýza: rychlosti VDJ Verměřovice – Dolní Čermná	47
Obr. 4.11 Hydraulická analýza: tlakové poměry spotřebiště Dolní Čermná – stávající stav	48
Obr. 4.12 Hydraulická analýza: tlakové poměry spotřebiště Dolní Čermná – propojení..	49
Obr. 4.13 Úprava tlakových poměrů v Dolní Čermné.....	50
Obr. 4.14 Hydraulická analýza: tlakové poměry spotřebiště Dolní Čermná – návrhový stav.....	50
Obr. 4.15 Hydraulická analýza: průtoky a tlakové poměry VDJ Dolní Čermná – akumulace u ÚV...51	
Obr. 4.16 Hydraulické poměry: VDJ Verměřovice – Dolní Čermná, nové čerpadlo	56
Obr. 4.17 Hydraulické poměry: Dolní Čermná – akumulace u ÚV Horní Čermná, nové čerpadlo..57	
Obr. 4.18 Řešení pomocí souběhu se stávajícím vodovodem Dolní Čermná.....	58
Obr. 4.19 Rychlost proudění vody v potrubí: Dolní Čermná – stávající stav	59
Obr. 4.20 Rychlost proudění vody v potrubí: Dolní Čermná – základní koncepce	60
Obr. 4.21 Rychlost proudění vody v potrubí: Dolní Čermná – rozšíření základní koncepce.....	60

SUMMARY

The submitted diploma thesis describes the study of interconnection of Letohrad and Lanškroun water distribution systems. The study was created because there is lack of water in Lanškroun water system. On the other hand, there is excess of water in Letohrad water system. The first part of this diploma thesis contains an overview of legislative regulations and technical standards related to the construction, design and directional solution of water supply systems. The second part describes affected water distribution systems. In the third part there are possible solutions of interconnection included.

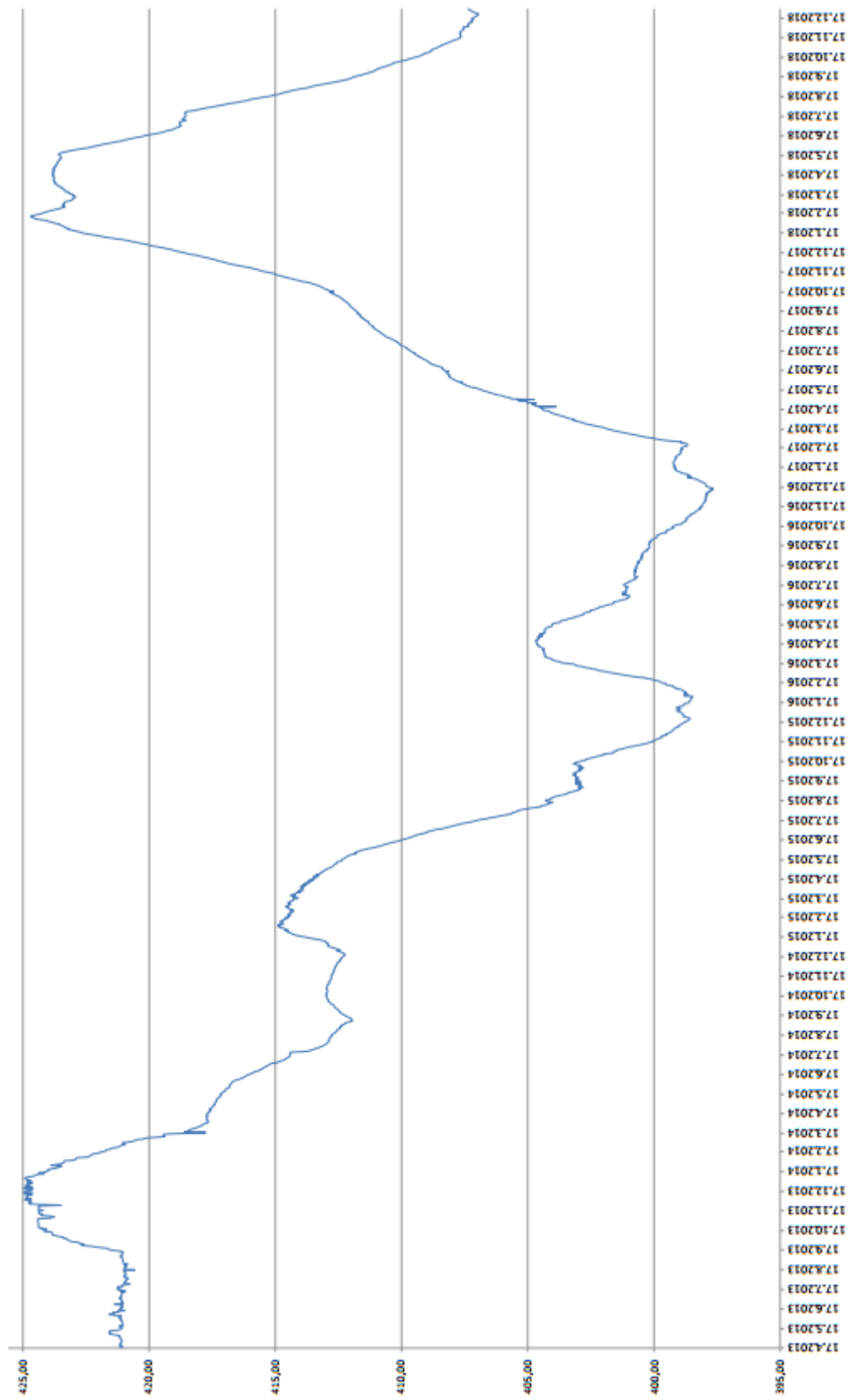
Based on the results of hydraulic analysis made in the submitted diploma thesis, it is possible to supply Dolní Čermná and Petrovice by water from Letohrad and partially reduce the load on water sources in Horní Čermná region. There is also a possibility to transfer water from Letohrad to reservoir, from which Lanškroun is supplied. Basic concept of connecting Letohrad and Lanškroun water distribution systems is divided into three parts. First part is exchange of already existing pipeline with larger pipes dimensions. Second part is making a new water supply line from the tank in Verměřovice to water supply network in Dolní Čermná. Third part is making a new water supply line from Dolní Čermná network to reservoir in Horní Čermná. This project would raise the amount of water charged into water tank in Lanškroun up to 27 lps.

It is possible to transfer about 23 lps from Letohrad water supply network, based on balance between capacity of water sources and water consumption. New pumps were designed for pumping station Orlice to utilize this connection with maximum efficiency. Alternative solution in which installation of designed pumps is included increases the cost of this project. Basic solution is also based on using an already existing pipeline in Dolní Čermná. Alternative solution to this problem is building new pipeline right next to the existing one and connecting tank Verměřovice with tank Lanškroun directly, without influencing water supply system in Dolní Čermná. The final solution depends on the preferences of the water distribution systems owner.

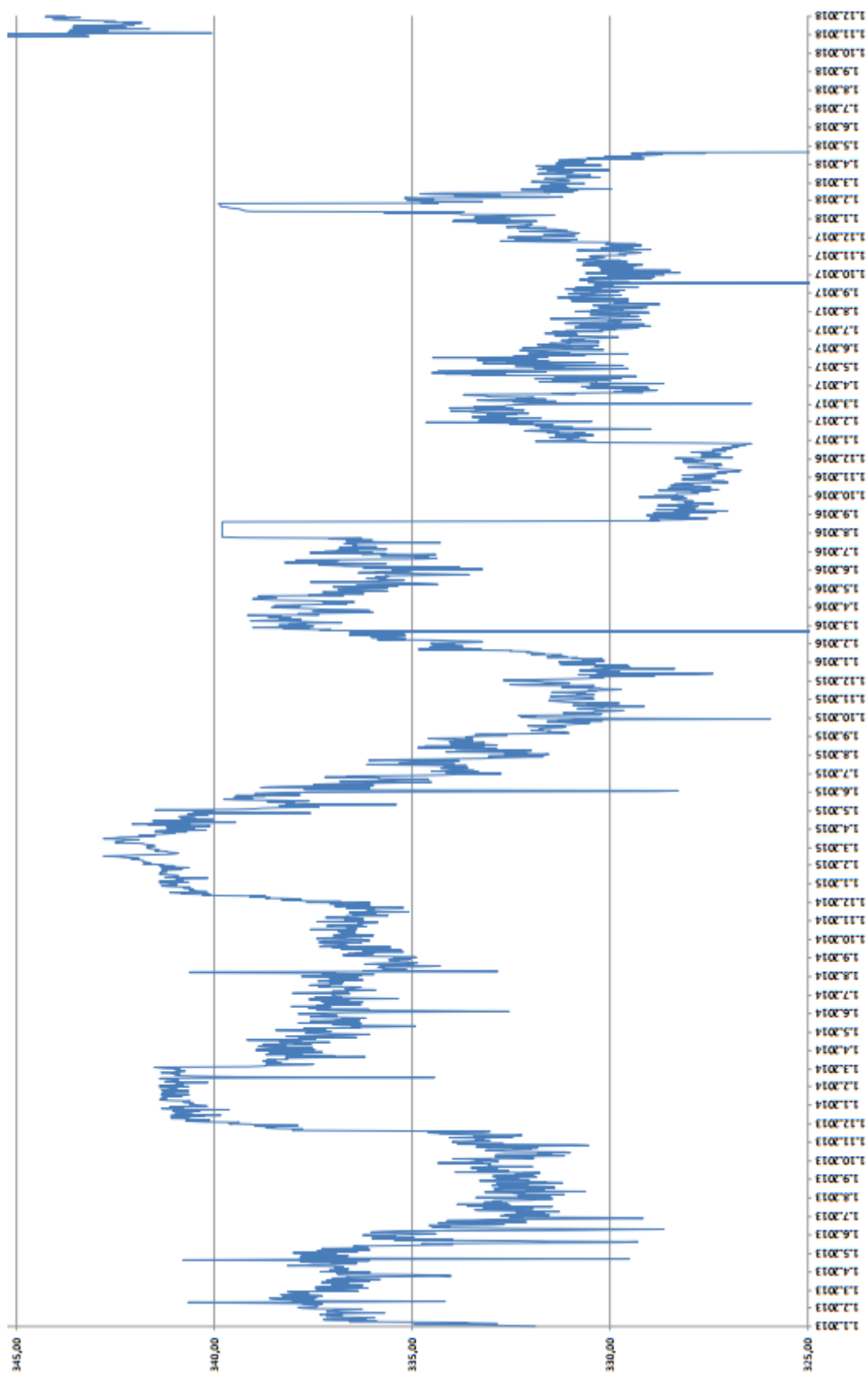
SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha č. 1 Vývoj hladiny podzemní vody vrtu V-2 Horní Čermná v m n. m.
- Příloha č. 2 Vývoj hladiny podzemní vody vrtu V-3 Horní Čermná v m n. m.
- Příloha č. 3 Průtokové schéma skupinového vodovodu Letohrad
- Příloha č. 4 Výškové schéma skupinového vodovodu Letohrad
- Příloha č. 5 Průtokové schéma SV Lanškroun
- Příloha č. 6 Výškové schéma SV Lanškroun
- Příloha č. 7 Výpis dotčených pozemků
- Příloha č. 8 Schéma návrhového stavu
- Příloha č. 9 Měrný cenový ukazatel pro typový objekt vodovodní potrubí
- Příloha č. 10 Technický list čerpadla Grundfos NB 65-250/269
- Příloha č. 11 Rozbor pitné vody Horní Čermná – Dolní Čermná – Petrovice 2018
- Příloha č. 12 Rozbor pitné vody Letohrad – Červená – Orlice – Písečná 2018

Příloha č. 1 – Vývoj hladiny podzemní vody vrtu V-2 Horní Čermná v m n. m.



Příloha č. 2 – Vývoj hladiny podzemní vody vrtu V-3 Horní Čermná v m n. m.



Příloha č. 7 – Výpis dotčených pozemků

SO 01

č. parcely	druh	vlastník
<i>k. ú. Verměřovice</i>		
1174	ostatní plocha	Vodovody a kanalizace Jablonné nad Orlicí, a.s., Slezská 350, 56164 Jablonné nad Orlicí
879/3	orná půda	Vodovody a kanalizace Jablonné nad Orlicí, a.s., Slezská 350, 56164 Jablonné nad Orlicí
879/5	orná půda	Vodovody a kanalizace Jablonné nad Orlicí, a.s., Slezská 350, 56164 Jablonné nad Orlicí
879/32	orná půda	Bureš Zdeněk Ing., Koněvova 2366/191, Žižkov, 13000 Praha 3
879/82	orná půda	Valenta Jaroslav Ing., CSc., U Náhona 317/29, Plotiště nad Labem, 50301 Hradec Králové
879/81	orná půda	Faltusová Božena, č. p. 120, 56164 Mistrovice
		Novotná Terezie, č. p. 158, Mistrovice
		Novotný Mikuláš, č. p. 158, Mistrovice
879/80	orná půda	PODORLICKO a.s. MISTROVICE, č. p. 172, 56164 Mistrovice
879/79	orná půda	Pozemky UNICAPITAL s.r.o., tř. Svobody 1194/12, 77900 Olomouc
879/78	orná půda	VVS Verměřovice s.r.o., č. p. 225, 56152 Verměřovice
899	ostatní plocha	Obec Verměřovice, č. p. 14, 56152 Verměřovice
879/72	orná půda	Gärtner Josef, Školní 43, 51761 Rokytnice v Orlických horách
879/71	orná půda	BOCUS, a.s., Ve svahu 482/5, Podolí, 14700 Praha 4
879/70	orná půda	Gärtner Josef, Školní 43, 51761 Rokytnice v Orlických horách
879/69	orná půda	Kristek Tomáš, č. p. 174, 56152 Verměřovice
879/68	orná půda	Jelínek František, UL. SNP 734, 56151 Letohrad
874/2	lesní pozemek	Obec Mistrovice, č. p. 138, 56164 Mistrovice
896/1	ostatní plocha	Pardubický kraj, Komenského náměstí 125, Pardubice-Staré Město, 53002 Pardubice

SO 02

č. parcely	druh	vlastník
<i>k. ú. Verměřovice</i>		
896/1	ostatní plocha	Pardubický kraj, Komenského náměstí 125, Pardubice-Staré Město, 53002 Pardubice
863/37	orná půda	PODORLICKO a.s. MISTROVICE, č. p. 172, 56164 Mistrovice
863/41	orná půda	PODORLICKO a.s. MISTROVICE, č. p. 172, 56164 Mistrovice
895	ostatní plocha	Obec Verměřovice, č. p. 14, 56152 Verměřovice
859/30	orná půda	VVS Verměřovice s.r.o., č. p. 225, 56152 Verměřovice
858/7	ostatní plocha	Obec Verměřovice, č. p. 14, 56152 Verměřovice
1136/1	ostatní plocha	Správa železniční dopravní cesty, státní organizace, Dlážďená 1003/7, Nové Město, 11000
858/1	orná půda	Jiří Sklenář s.r.o., č. p. 239, 56152 Verměřovice
858/39	orná půda	Jiří Sklenář s.r.o., č. p. 239, 56152 Verměřovice
858/9	zahradka	Gronych Martin, č. p. 8, 56152 Verměřovice
894/5	ostatní plocha	Státní pozemkový úřad, Husinecká 1024/11a, Žižkov, 13000 Praha 3
888/2	ostatní plocha	Obec Verměřovice, č. p. 14, 56152 Verměřovice
		Balcarová Marie, č. p. 188, 56152 Verměřovice
856/16	orná půda	Faltusová Alena, č. p. 190, 56152 Verměřovice
		Horák Václav, Barákova 562/81, Božkov, 32600 Plzeň
856/3	trvalý travní porost	Free Real Invest a.s., Pod Kopečkem 33, 56164 Jablonné nad Orlicí
813/1	trvalý travní porost	Obec Verměřovice, č. p. 14, 56152 Verměřovice
792	trvalý travní porost	Obec Verměřovice, č. p. 14, 56152 Verměřovice
793/1	trvalý travní porost	Obec Verměřovice, č. p. 14, 56152 Verměřovice
793/2	trvalý travní porost	Obec Verměřovice, č. p. 14, 56152 Verměřovice
970/10	vodní plocha	Povodí Labe, státní podnik, Víta Nejedlého 951/8, Slezské Předměstí, 50003 Hradec Králové
944/3	ostatní plocha	Obec Verměřovice, č. p. 14, 56152 Verměřovice
351/29	trvalý travní porost	Dolečková Naděžda, č. p. 57, 56152 Verměřovice
		Marková Miloslava, č. p. 143, 56301 Žichlínek
351/65	trvalý travní porost	SJM Formánek Vladimír a Formánková Růžena, č. p. 216, 56152 Verměřovice
351/31	trvalý travní porost	Formánek Petr, č. p. 9, 56152 Verměřovice
		Formánek Vladimír, č. p. 216, 56152 Verměřovice
464/1	trvalý travní porost	Adamec Martin, č. p. 116, 56152 Verměřovice
464/3	trvalý travní porost	Malý Josef Ing., č. p. 211, 56164 Mistrovice
463/1	trvalý travní porost	Malý Josef Ing., č. p. 211, 56164 Mistrovice
351/7	trvalý travní porost	Obec Verměřovice, č. p. 14, 56152 Verměřovice
1074	trvalý travní porost	Faltus Jaroslav, č. p. 45, 56152 Verměřovice
1077	trvalý travní porost	Motyčka Oldřich, č. p. 46, 56152 Verměřovice
1078	trvalý travní porost	Motyčka Oldřich, č. p. 46, 56152 Verměřovice
1079	trvalý travní porost	Motyčka Oldřich, č. p. 46, 56152 Verměřovice

422	trvalý travní porost	SJM Výprachtický Emil a Výprachtická Miluška, č. p. 22, 56152 Verměřovice
417/2	trvalý travní porost	Vacek Miloš, č. p. 13, 56152 Verměřovice Vacková Jarmila, č. p. 13, 56152 Verměřovice
351/25	trvalý travní porost	Mikula Aleš Ing. MBA, Schwantnerova 898, Střední Předměstí, 54101 Trutnov
1171/17	vodní plocha	Mikula Aleš Ing. MBA, Schwantnerova 898, Střední Předměstí, 54101 Trutnov
351/54	trvalý travní porost	Mikula Aleš Ing. MBA, Schwantnerova 898, Střední Předměstí, 54101 Trutnov
391/3	trvalý travní porost	Mikulová Lenka, č. p. 235, 56102 Dolní Dobrouč
392	trvalý travní porost	Rous Gustav, č. p. 2, 56152 Verměřovice
380	trvalý travní porost	Faltus Jaroslav, č. p. 45, 56152 Verměřovice
356	trvalý travní porost	Marek Jan, č. p. 5, 56152 Verměřovice
359	trvalý travní porost	PODORLICKO a.s. MISTROVICE, č. p. 172, 56164 Mistrovice
346	trvalý travní porost	SJM Klouček Lubomír a Kloučková Anuška, č. p. 64, 56152 Verměřovice
1000/1	trvalý travní porost	Mačát Jaroslav, č. p. 153, 56152 Verměřovice Mačát Jiří, č. p. 156, 56152 Verměřovice Sklenářová Blanka, č. p. 10, 56152 Verměřovice
351/47	trvalý travní porost	Hubálek Libor, č. p. 81, 56152 Verměřovice SJM Petr Pavel a Petrová Alena, č. p. 83, 56152 Verměřovice Petrová Alena, č. p. 83, 56152 Verměřovice Vágner Robert, č. p. 85, 56152 Verměřovice Vágnerová Marie, č. p. 85, 56152 Verměřovice Vašíček Josef, č. p. 87, 56152 Verměřovice
351/5	trvalý travní porost	Hubálek Libor, č. p. 81, 56152 Verměřovice SJM Petr Pavel a Petrová Alena, č. p. 83, 56152 Verměřovice Petrová Alena, č. p. 83, 56152 Verměřovice Vágner Robert, č. p. 85, 56152 Verměřovice Vágnerová Marie, č. p. 85, 56152 Verměřovice Vašíček Josef, č. p. 87, 56152 Verměřovice
351/6	trvalý travní porost	Hubálek Libor, č. p. 81, 56152 Verměřovice SJM Petr Pavel a Petrová Alena, č. p. 83, 56152 Verměřovice Petrová Alena, č. p. 83, 56152 Verměřovice Vágner Robert, č. p. 85, 56152 Verměřovice Vágnerová Marie, č. p. 85, 56152 Verměřovice Vašíček Josef, č. p. 87, 56152 Verměřovice
965/7	vodní plocha	Státní pozemkový úřad, Husinecká 1024/11a, Žižkov, 13000 Praha 3
965/3	vodní plocha	Státní pozemkový úřad, Husinecká 1024/11a, Žižkov, 13000 Praha 3
1026	trvalý travní porost	VVS Verměřovice s.r.o., č. p. 225, 56152 Verměřovice
965/1	vodní plocha	Státní pozemkový úřad, Husinecká 1024/11a, Žižkov, 13000 Praha 3
1036/1	trvalý travní porost	Obec Verměřovice, č. p. 14, 56152 Verměřovice
1021/6	trvalý travní porost	Záleský Josef, č. p. 154, 56152 Verměřovice

č. parcely druh vlastník

k. ú. Petrovice u Lanškrouna

347/6	ostatní plocha	Lesy České republiky, s.p., Přemyslova 1106/19, Nový Hradec Králové, 50008 Hradec Králové
255/53	trvalý travní porost	ZEFA HČ, spol. s r.o., č. p. 172, 56164 Mistrovice
255/54	trvalý travní porost	Vašátko Ladislav, Teslov 337, 56164 Jablonné nad Orlicí Vašátková Jaroslava, č. p. 47, 56301 Petrovice
255/55	trvalý travní porost	Státní pozemkový úřad, Husinecká 1024/11a, Žižkov, 13000 Praha 3
255/56	trvalý travní porost	Marek Karel, č. p. 52, 56301 Petrovice
347/4	ostatní plocha	Lesy České republiky, s.p., Přemyslova 1106/19, Nový Hradec Králové, 50008 Hradec Králové
255/60	trvalý travní porost	ZEFA HČ, spol. s r.o., č. p. 172, 56164 Mistrovice
255/61	trvalý travní porost	Chaloupka Lubomír, Potoční 10, 56164 Jablonné nad Orlicí
255/62	trvalý travní porost	Adamec Jaroslav, č. p. 36, 56301 Petrovice
255/63	trvalý travní porost	Fišerová Pavla, Dis., č. p. 92, 56301 Petrovice
347/1	trvalý travní porost	SJM Klouček Lubomír a Kloučková Anuška, č. p. 64, 56152 Verměřovice

č. parcely druh vlastník

k. ú. Dolní Čermná

3001/4	trvalý travní porost	Jansa & synové s.r.o., Malátova 461/17, Smíchov, 15000 Praha 5
--------	----------------------	--

3001/26	trvalý travní porost	Jansa & synové s.r.o., Malátova 461/17, Smíchov, 15000 Praha 5
3001/25	trvalý travní porost	Jansa & synové s.r.o., Malátova 461/17, Smíchov, 15000 Praha 5
4106/103	ostatní plocha	Pardubický kraj, Komenského náměstí 125, Pardubice-Staré Město, 53002 Pardubice
4106/67	ostatní plocha	Pardubický kraj, Komenského náměstí 125, Pardubice-Staré Město, 53002 Pardubice
8022	trvalý travní porost	Jansa & synové s.r.o., Malátova 461/17, Smíchov, 15000 Praha 5
8654	vodní plocha	Státní pozemkový úřad, Husinecká 1024/11a, Žižkov, 13000 Praha 3
8650	ostatní plocha	Městys Dolní Čermná, č. p. 76, 56153 Dolní Čermná
8000	trvalý travní porost	Městys Dolní Čermná, č. p. 76, 56153 Dolní Čermná
8002	trvalý travní porost	Adamec Jaroslav, č. p. 36, 56301 Petrovice
8015	trvalý travní porost	ZEFA HČ, spol. s r.o., č. p. 172, 56164 Mistrovice
8018	trvalý travní porost	Kubová Hana, Dolní cesta 280, Orlice, 56151 Letohrad
8655	ostatní plocha	Městys Dolní Čermná, č. p. 76, 56153 Dolní Čermná
8156	trvalý travní porost	Pecháček Bohuslav, č. p. 330, 56153 Dolní Čermná
8157	trvalý travní porost	Městys Dolní Čermná, č. p. 76, 56153 Dolní Čermná
8160	orná půda	Městys Dolní Čermná, č. p. 76, 56153 Dolní Čermná
8162	orná půda	Městys Dolní Čermná, č. p. 76, 56153 Dolní Čermná
8662	ostatní plocha	Městys Dolní Čermná, č. p. 76, 56153 Dolní Čermná
8185	orná půda	Marek Martin Ing., č. p. 168, 56153 Dolní Čermná
4190/1	ostatní plocha	SJM Nikl Josef a Niklová Alena, č. p. 245, 56153 Dolní Čermná
3172/2	trvalý travní porost	SJM Nikl Josef a Niklová Alena, č. p. 245, 56153 Dolní Čermná
3187/3	trvalý travní porost	SJM Nikl Josef a Niklová Alena, č. p. 245, 56153 Dolní Čermná
4184/2	ostatní plocha	Městys Dolní Čermná, č. p. 76, 56153 Dolní Čermná
3216/49	orná půda	Městys Dolní Čermná, č. p. 76, 56153 Dolní Čermná
3216/1	orná půda	Pecháček Bohuslav, č. p. 330, 56153 Dolní Čermná
8659	ostatní plocha	Městys Dolní Čermná, č. p. 76, 56153 Dolní Čermná
8183	ostatní plocha	Městys Dolní Čermná, č. p. 76, 56153 Dolní Čermná
8670	ostatní plocha	Městys Dolní Čermná, č. p. 76, 56153 Dolní Čermná
3218/1	orná půda	Nágl Milan Ing., č. p. 13, 56153 Dolní Čermná

SO 03

č. parcely	druh	vlastník
<i>k. ú. Dolní Čermná</i>		
8753	ostatní plocha	Městys Dolní Čermná, č. p. 76, 56153 Dolní Čermná
4106/1	ostatní plocha	Pardubický kraj, Komenského náměstí 125, Pardubice-Staré Město, 53002 Pardubice
3886/3	ostatní plocha	Motlová Věra, č. p. 233, 56156 Horní Čermná Šustr Lukáš, č. p. 233, 56156 Horní Čermná
<i>k. ú. Horní Čermná</i>		
3885/1	zahrada	Lorenc Jiří, č. p. 218, 56156 Horní Čermná
4296	ostatní plocha	Obec Horní Čermná, č. p. 1, 56156 Horní Čermná
1227/2	trvalý travní porost	Schlegelová Lea, č. p. 77, 56153 Dolní Čermná
1227/1	ostatní plocha	Schlegelová Lea, č. p. 77, 56153 Dolní Čermná
1922/1	zahrada	Majvald Michal, č. p. 213, 56156 Horní Čermná
4071	ostatní plocha	Obec Horní Čermná, č. p. 1, 56156 Horní Čermná
1703/2	trvalý travní porost	SJM Langr Sergej a Langrová Marta, č. p. 228, 56156 Horní Čermná
4070	ostatní plocha	SJM Langr Sergej a Langrová Marta, č. p. 228, 56156 Horní Čermná
1702	trvalý travní porost	Langr Sergej, č. p. 228, 56156 Horní Čermná Langrová Marta, č. p. 228, 56156 Horní Čermná
1701	trvalý travní porost	SJM Kropáček Josef a Kropáčková Michaela, č. p. 231, 56156 Horní Čermná
1700	trvalý travní porost	SJM Kropáček Josef a Kropáčková Michaela, č. p. 231, 56156 Horní Čermná
4068/1	trvalý travní porost	Obec Horní Čermná, č. p. 1, 56156 Horní Čermná
1711/2	zahrada	Krafková Jarmila, č. p. 232, 56156 Horní Čermná
1708	trvalý travní porost	SJM Tetur Aleš a Teturová Monika Mgr., Kachlíkova 884/6, Bystrc, 63500 Brno
4275/4	ostatní plocha	Obec Horní Čermná, č. p. 1, 56156 Horní Čermná
4275/29	vodní plocha	Obec Horní Čermná, č. p. 1, 56156 Horní Čermná

Projekt: Propojení SV Letohrad a SV Lanškroun
Reference č.:

Zákazník:
Číslo zákazníka:
Kontakt:

Popis	Hodnota
Frekvenční měnič:	NENÍ
Jiné:	
Minimum efficiency index, MEI ≥:	0.57
Net weight:	522 kg
Gross weight:	547 kg
Shipping volume:	0.821 m ³
Pipe connection standard:	EN 1092-2

Příloha č. 11 – Rozbor pitné vody Horní Čermná – Dolní Čermná – Petrovice 2018



Dolní a Horní Čermná - Petrovice - 2018

Název	Jednotky	Počet	Průměr	Minimum	Maximum	počet vyhov.	počet nevyh.	% vyhov.	% nevyh.
abioseston	%	2	1,5	1	2	2	0	100	0
enterokoky	KTJ/100ml	2	0	0	0	2	0	100	0
Escherichia coli	KTJ/100ml	6	0	0	0	6	0	100	0
koliformní	KTJ/100ml	6	0	0	0	6	0	100	0
kultiv při 22	KTJ/ml	6	1	0	6	6	0	100	0
kultiv při 36	KTJ/ml	6	3,167	0	16	6	0	100	0
počet organismů	jedinci/ml	2	0	0	0	2	0	100	0
živé organismy	jedinci/ml	2	0	0	0	2	0	100	0
chlor volný	mg/l	6	0,07833	0,03	0,24	0	0	0	0
teplota	°C	6	12,13	6,6	17,8	0	0	0	0
amonné ionty	mg/l	6	0,05	0,05	0,05	6	0	100	0
barva	mg/l Pt	6	5	5	5	6	0	100	0
bromičnany	µg/l	2	2,5	2,5	2,5	2	0	100	0
Ca + Mg	mmol/l	6	2,305	2,25	2,36	0	0	0	0
CO2 agresivní (dop.)	mg/l	4	0	0	0	0	0	0	0
CO2 vázaný	mg/l	4	161,5	145	207	0	0	0	0
CO2 volný	mg/l	4	1,775	1,3	2,2	0	0	0	0
dusičnany	mg/l	6	18,63	15,7	20,1	6	0	100	0
dusičnany+dusitany		6	0,3733	0,31	0,41	6	0	100	0
dusitany	mg/l	6	0,02167	0,02	0,03	6	0	100	0
fluoridy	mg/l	2	0,18	0,17	0,19	2	0	100	0
chlorečnany	µg/l	1	40,8	40,8	40,8	1	0	100	0
chloridy	mg/l	2	6,4	6,4	6,4	2	0	100	0
chloritany	µg/l	1	10	10	10	1	0	100	0
chloritany+chlorečna	µg/l	1	40,8	40,8	40,8	1	0	100	0
KNK 4,5	mmol/l	4	3,67	3,3	4,7	0	0	0	0
konduktivita	mS/m	6	44,12	43,8	44,4	6	0	100	0
kyanidy celkové	mg/l	2	0,003	0,003	0,003	2	0	100	0
pH		6	7,842	7,75	7,93	6	0	100	0
sířany	mg/l	2	46,15	44,6	47,7	2	0	100	0
TOC	mg/l	6	1,09	1	1,54	6	0	100	0
tvrdost celková	st. N	4	12,9	12,6	13,2	0	0	0	0
tvrdost neuhličitán.	st. N	4	2,625	0	3,6	0	0	0	0
tvrdost uhlíčitánová	st. N	4	10,28	9,2	13,2	0	0	0	0
zákal	ZF(n)	6	1	1	1	6	0	100	0
ZNK 8,3	mmol/l	4	0,04	0,03	0,05	0	0	0	0
antimon	µg/l	2	0,8	0,8	0,8	2	0	100	0
arsen	µg/l	2	1	1	1	2	0	100	0
beryllium	µg/l	2	0,2	0,2	0,2	2	0	100	0
bór	mg/l	2	0,025	0,02	0,03	2	0	100	0
hliník	mg/l	2	0,02	0,02	0,02	2	0	100	0
hořčík	mg/l	6	6,107	6	6,23	0	0	0	0
chrom celkový	µg/l	2	1	1	1	2	0	100	0
kadmium	µg/l	2	0,5	0,5	0,5	2	0	100	0
mangan	mg/l	2	0,01	0,01	0,01	2	0	100	0
měď	µg/l	2	10	10	10	2	0	100	0
nikl	µg/l	2	1	1	1	2	0	100	0
olovo	µg/l	2	1	1	1	2	0	100	0
rtuť	µg/l	2	0,2	0,2	0,2	2	0	100	0
selen	µg/l	3	8,333	5	12	2	1	66,667	33,333
sodík	mg/l	2	5,15	5,1	5,2	2	0	100	0
uran	µg/l	1	2	2	2	1	0	100	0
vápník	mg/l	6	82,28	80,3	84,2	0	0	0	0
železo	mg/l	6	0,02667	0,02	0,06	6	0	100	0
benzen	µg/l	2	0,1	0,1	0,1	2	0	100	0
benzo(a)pyren	µg/l	2	0,002	0,002	0,002	2	0	100	0

benzo(b)fluoranthen	µg/l	2	0,002	0,002	0,002	0	0	0	0
benzo(g,h,i)perylene	µg/l	2	0,002	0,002	0,002	0	0	0	0
benzo(k)fluoranthen	µg/l	2	0,002	0,002	0,002	0	0	0	0
bromdichlormethan	µg/l	2	1,75	1	2,5	0	0	0	0
bromoform	µg/l	2	0,3	0,3	0,3	0	0	0	0
dibromchlormethan	µg/l	2	0,595	0,2	0,99	0	0	0	0
chlorethen	µg/l	2	0,17	0,17	0,17	2	0	100	0
chloroform	µg/l	2	0,85	0,8	0,9	2	0	100	0
indeno(1,2,3-cd)pyre	µg/l	2	0,002	0,002	0,002	0	0	0	0
PAUsuma (4)	µg/l	2	0	0	0	2	0	100	0
TCE+PCE	µg/l	2	0	0	0	2	0	100	0
tetrachloreten	µg/l	2	0,8	0,8	0,8	2	0	100	0
Trihalomethany	µg/l	2	2,85	2,8	2,9	2	0	100	0
trichlorethen	µg/l	2	0,4	0,4	0,4	2	0	100	0
1,2-dichlorethan	µg/l	2	0,3	0,3	0,3	2	0	100	0
acetochlor	µg/l	1	0,005	0,005	0,005	1	0	100	0
acetochlor ESA	µg/l	1	0,02	0,02	0,02	1	0	100	0
acetochlor OA	µg/l	1	0,02	0,02	0,02	1	0	100	0
alachlor	µg/l	1	0,005	0,005	0,005	1	0	100	0
alachlor ESA	µg/l	1	0,02	0,02	0,02	1	0	100	0
alachlor OA	µg/l	1	0,02	0,02	0,02	1	0	100	0
atrazin	µg/l	1	0,005	0,005	0,005	1	0	100	0
bentazon	µg/l	1	0,01	0,01	0,01	1	0	100	0
des-desizopropylatr	µg/l	1	0,05	0,05	0,05	1	0	100	0
desethyl-atrazin	µg/l	1	0,005	0,005	0,005	1	0	100	0
desethylterbuthylazi	µg/l	1	0,05	0,05	0,05	1	0	100	0
desisopropylatrazin	µg/l	1	0,05	0,05	0,05	1	0	100	0
dicamba	µg/l	1	0,03	0,03	0,03	1	0	100	0
dimethachlor	µg/l	1	0,01	0,01	0,01	1	0	100	0
dimethachlor ESA	µg/l	1	0,03	0,03	0,03	1	0	100	0
dimethachlor OA	µg/l	1	0,03	0,03	0,03	1	0	100	0
fenuron	µg/l	1	0,01	0,01	0,01	1	0	100	0
glyfosát	µg/l	1	0,05	0,05	0,05	1	0	100	0
hexazinon	µg/l	1	0,005	0,005	0,005	1	0	100	0
chloridazon	µg/l	1	0,01	0,01	0,01	1	0	100	0
chloridazon desp+met	µg/l	1	0,05	0,05	0,05	1	0	100	0
chloridazon-despheny	µg/l	1	0,03	0,03	0,03	0	0	0	0
chloridazon-desp-met	µg/l	1	0,05	0,05	0,05	0	0	0	0
chlorpyrifos	µg/l	1	0,005	0,005	0,005	1	0	100	0
chlortoluron	µg/l	1	0,01	0,01	0,01	1	0	100	0
isoproturon	µg/l	1	0,01	0,01	0,01	1	0	100	0
linuron	µg/l	1	0,02	0,02	0,02	1	0	100	0
MCPA	µg/l	1	0,01	0,01	0,01	1	0	100	0
metazachlor	µg/l	1	0,005	0,005	0,005	1	0	100	0
metazachlor ESA	µg/l	1	0,02	0,02	0,02	1	0	100	0
metazachlor OA	µg/l	1	0,04	0,04	0,04	1	0	100	0
metolachlor	µg/l	1	0,02	0,02	0,02	1	0	100	0
metolachlor ESA	µg/l	1	0,02	0,02	0,02	1	0	100	0
metolachlor OA	µg/l	1	0,03	0,03	0,03	1	0	100	0
pesticidy celkem	µg/l	1	0	0	0	1	0	100	0
simazin	µg/l	1	0,005	0,005	0,005	1	0	100	0
terbutylazin	µg/l	1	0,005	0,005	0,005	1	0	100	0
terbutryn	µg/l	1	0,005	0,005	0,005	1	0	100	0
2,4-D	µg/l	1	0,01	0,01	0,01	1	0	100	0
2,6 dichlorbenzamid	µg/l	1	0,01	0,01	0,01	1	0	100	0
alfa	Bq/l	1	0,069	0,069	0,069	1	0	100	0
beta	Bq/l	1	0,079	0,079	0,079	1	0	100	0
radon 222	Bq/l	1	6	6	6	1	0	100	0

Příloha č. 12 – Rozbor pitné vody Letohrad – Červená – Orlice – Písečná 2018



Letohrad - Červená - Orlice u Letohradu - Písečná - 2018

Název	Jednotky	Počet	Průměr	Minimum	Maximum	počet vyhov.	počet nevyh.	% vyhov.	% nevyh.
abioseston	%	3	1	1	1	3	0	100	0
enterokoky	KTJ/100ml	3	0	0	0	3	0	100	0
Escherichia coli	KTJ/100ml	13	0	0	0	13	0	100	0
koliformní	KTJ/100ml	13	0	0	0	13	0	100	0
kultiv při 22	KTJ/ml	13	10,69	0	58	13	0	100	0
kultiv při 36	KTJ/ml	13	6,077	0	33	13	0	100	0
počet organismů	jedinci/ml	3	0	0	0	3	0	100	0
živé organismy	jedinci/ml	3	0	0	0	3	0	100	0
chlor volný	mg/l	13	0,04077	0,03	0,09	0	0	0	0
teplota	°C	13	11,47	5,2	17,3	0	0	0	0
amonné ionty	mg/l	13	0,05	0,05	0,05	13	0	100	0
barva	mg/l Pt	13	5	5	5	13	0	100	0
bromičnany	µg/l	3	2,5	2,5	2,5	3	0	100	0
Ca + Mg	mmol/l	13	2,318	2,28	2,36	0	0	0	0
CO2 agresivní (dop.)	mg/l	10	0	0	0	0	0	0	0
CO2 vázaný	mg/l	10	145,5	138	153	0	0	0	0
CO2 volný	mg/l	10	2,72	1,3	4	0	0	0	0
dusičnany	mg/l	13	28,82	28,1	29,7	13	0	100	0
dusičnany+dusitany		13	0,5769	0,56	0,59	13	0	100	0
dusitany	mg/l	13	0,02	0,02	0,02	13	0	100	0
fluoridy	mg/l	3	0,1	0,1	0,1	3	0	100	0
chlorečnany	µg/l	1	13,2	13,2	13,2	1	0	100	0
chloridy	mg/l	3	9,867	9,8	10	3	0	100	0
KNK 4,5	mmol/l	10	3,309	3,13	3,48	0	0	0	0
konduktivita	mS/m	13	43,7	43,2	44,3	13	0	100	0
kyanidy celkové	mg/l	3	0,003	0,003	0,003	3	0	100	0
pH		13	7,685	7,6	7,78	13	0	100	0
sířany	mg/l	3	28,63	28,3	29,1	3	0	100	0
TOC	mg/l	13	1	1	1	13	0	100	0
tvrdost celková	st. N	10	12,98	12,8	13,2	0	0	0	0
tvrdost neuhličitán.	st. N	10	3,73	3,2	4,3	0	0	0	0
tvrdost uhlíčitánová	st. N	10	9,25	8,8	9,7	0	0	0	0
zákal	ZF(n)	13	1	1	1	13	0	100	0
ZNK 8,3	mmol/l	10	0,062	0,03	0,09	0	0	0	0
antimon	µg/l	3	0,8	0,8	0,8	3	0	100	0
arsen	µg/l	3	1	1	1	3	0	100	0
beryllium	µg/l	3	0,2	0,2	0,2	3	0	100	0
bór	mg/l	3	0,02	0,02	0,02	3	0	100	0
hliník	mg/l	3	0,02	0,02	0,02	3	0	100	0
hořčík	mg/l	13	4,758	4,69	4,83	0	0	0	0
chrom celkový	µg/l	4	44,75	1	176	3	1	75	25
kadmium	µg/l	3	0,5	0,5	0,5	3	0	100	0
mangan	mg/l	3	0,01	0,01	0,01	3	0	100	0
měď	µg/l	3	17	10	28	3	0	100	0
nikl	µg/l	3	1	1	1	3	0	100	0
olovo	µg/l	3	1,333	1	2	3	0	100	0
rtuť	µg/l	3	0,2	0,2	0,2	3	0	100	0
selen	µg/l	3	1	1	1	3	0	100	0
sodík	mg/l	3	1,767	1,7	1,8	3	0	100	0
uran	µg/l	1	2	2	2	1	0	100	0
vápník	mg/l	13	85,12	83,7	86,8	0	0	0	0
železo	mg/l	13	0,03308	0,02	0,1	13	0	100	0
benzen	µg/l	3	0,1	0,1	0,1	3	0	100	0
benzo(a)pyren	µg/l	3	0,002	0,002	0,002	3	0	100	0
benzo(b)fluoranthen	µg/l	3	0,002	0,002	0,002	0	0	0	0
benzo(g,h,i)perylene	µg/l	3	0,002	0,002	0,002	0	0	0	0
benzo(k)fluoranthen	µg/l	3	0,002	0,002	0,002	0	0	0	0
bromdichlormethan	µg/l	3	0,5333	0,2	1	0	0	0	0

bromoform	µg/l	3	0,5667	0,3	1,1	0	0	0	0
cis 1,2-dichlorethen	µg/l	10	0,3	0,3	0,3	0	0	0	0
dibromchlormethan	µg/l	3	0,2367	0,2	0,31	0	0	0	0
chlorethen	µg/l	3	0,17	0,17	0,17	3	0	100	0
chloroform	µg/l	3	1,267	0,8	2,2	3	0	100	0
indeno(1,2,3-cd)pyre	µg/l	3	0,002	0,002	0,002	0	0	0	0
PAUsuma (4)	µg/l	3	0	0	0	3	0	100	0
TCE+PCE	µg/l	3	1,567	0	2,6	3	0	100	0
tetrachloreten	µg/l	13	1,777	0,8	2,6	13	0	100	0
tr 1,2-dichlorethen	µg/l	10	0,3	0,3	0,3	0	0	0	0
Trihalomethany	µg/l	3	1,667	0	2,9	3	0	100	0
trichlorethen	µg/l	13	0,4	0,4	0,4	13	0	100	0
1,1-dichlorethen	µg/l	10	0,36	0,1	0,7	0	0	0	0
1,2 dichlorethen-sum	µg/l	3	0,3	0,3	0,3	0	0	0	0
1,2-dichlorethan	µg/l	3	0,3	0,3	0,3	3	0	100	0
acetochlor	µg/l	1	0,005	0,005	0,005	1	0	100	0
acetochlor ESA	µg/l	1	0,02	0,02	0,02	1	0	100	0
acetochlor OA	µg/l	1	0,02	0,02	0,02	1	0	100	0
alachlor	µg/l	1	0,005	0,005	0,005	1	0	100	0
alachlor ESA	µg/l	1	0,02	0,02	0,02	1	0	100	0
alachlor OA	µg/l	1	0,02	0,02	0,02	1	0	100	0
atrazin	µg/l	1	0,005	0,005	0,005	1	0	100	0
bentazon	µg/l	1	0,01	0,01	0,01	1	0	100	0
des-desizopropylatr	µg/l	1	0,05	0,05	0,05	1	0	100	0
desethyl-atrazin	µg/l	1	0,005	0,005	0,005	1	0	100	0
desethylterbuthylazi	µg/l	1	0,05	0,05	0,05	1	0	100	0
desisopropylatrazin	µg/l	1	0,05	0,05	0,05	1	0	100	0
dicamba	µg/l	1	0,03	0,03	0,03	1	0	100	0
dimethachlor	µg/l	1	0,01	0,01	0,01	1	0	100	0
dimethachlor ESA	µg/l	1	0,03	0,03	0,03	1	0	100	0
dimethachlor OA	µg/l	1	0,03	0,03	0,03	1	0	100	0
fenuron	µg/l	1	0,01	0,01	0,01	1	0	100	0
glyfosát	µg/l	1	0,05	0,05	0,05	1	0	100	0
hexazinon	µg/l	1	0,005	0,005	0,005	1	0	100	0
chlolidazon	µg/l	1	0,01	0,01	0,01	1	0	100	0
chlolidazon desp+met	µg/l	1	0,061	0,061	0,061	1	0	100	0
chlolidazon-despheny	µg/l	1	0,061	0,061	0,061	0	0	0	0
chlolidazon-desp-met	µg/l	1	0,05	0,05	0,05	0	0	0	0
chlorypyrifos	µg/l	1	0,005	0,005	0,005	1	0	100	0
chlortoluron	µg/l	1	0,01	0,01	0,01	1	0	100	0
isoproturon	µg/l	1	0,01	0,01	0,01	1	0	100	0
linuron	µg/l	1	0,02	0,02	0,02	1	0	100	0
MCPA	µg/l	1	0,01	0,01	0,01	1	0	100	0
metazachlor	µg/l	1	0,005	0,005	0,005	1	0	100	0
metazachlor ESA	µg/l	1	0,02	0,02	0,02	1	0	100	0
metazachlor OA	µg/l	1	0,04	0,04	0,04	1	0	100	0
metolachlor	µg/l	1	0,02	0,02	0,02	1	0	100	0
metolachlor ESA	µg/l	1	0,02	0,02	0,02	1	0	100	0
metolachlor OA	µg/l	1	0,03	0,03	0,03	1	0	100	0
pesticidy celkem	µg/l	1	0,05	0,05	0,05	1	0	100	0
simazin	µg/l	1	0,005	0,005	0,005	1	0	100	0
terbuthylazin	µg/l	1	0,005	0,005	0,005	1	0	100	0
terbutryn	µg/l	1	0,005	0,005	0,005	1	0	100	0
2,4-D	µg/l	1	0,01	0,01	0,01	1	0	100	0
2,6 dichlorbenzamid	µg/l	1	0,01	0,01	0,01	1	0	100	0
alfa	Bq/l	1	0,05	0,05	0,05	1	0	100	0
beta	Bq/l	1	0,06	0,06	0,06	1	0	100	0
radon 222	Bq/l	1	13,4	13,4	13,4	1	0	100	0