

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ  
V PRAZE**

Fakulta stavební

Katedra zdravotního a ekologického inženýrství



**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**MOŽNOSTI NÁHRADNÍHO ZÁSOBOVÁNÍ  
PITNOU VODOU**

Kristýna Svitavská

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Iva Čiháková, CSc.

květen 2017



## I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Svitavská** Jméno: **Kristýna** Osobní číslo: **423769**  
Fakulta/ústav: **Fakulta stavební**  
Zadávající katedra/ústav: **Katedra zdravotního a ekologického inženýrství**  
Studijní program: **Stavební inženýrství**  
Studijní obor: **Vodní hospodářství a vodní stavby**

## II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

**Možnosti náhradního zásobování pitnou vodou**

Název bakalářské práce anglicky:

**The alternatives of drinking water supply**

Pokyny pro vypracování:

Studentka vypracuje rešerši stávajících aktuálních požadavků (literatura, zákony, vyhlášky a předpisy). Dále se seznámí s aktuálním řešením a provozováním vybrané lokality. Posoudí možnosti (kapacitu) stávajícího řešení, vytypuje možná úskalí (kapacita, tlak, topologie sítě) a navrhne možnosti alternativního zásobování. Posoudí navržené řešení a to jednak z pohledu současného stavu, tak i výhledu (zvýšení/ snížení spotřeby vody, kvality vody - změny kvality).

Seznam doporučené literatury:

Tesařík I. a kol.: Vodárenství , Aktuální legislativa jako je: Zákon o vodovodech a kanalizacích a prováděcí vyhláška, ČSN a EN, Pražské předpisy a požadavky, stávající dokumentace v řešeném regionu (výkresová a textová)

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:

**doc. Ing. Iva Čiháková CSc., Katedra zdravotního inženýrství**

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: **20.02.2017** Termín odevzdání bakalářské práce: **28.05.2017**

Platnost zadání bakalářské práce: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Podpis vedoucí(ho) práce

\_\_\_\_\_  
Podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

\_\_\_\_\_  
Podpis děkana(ky)

## III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Studentka bere na vědomí, že je povinna vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v bakalářské práci.

\_\_\_\_\_  
Datum převzetí zadání

\_\_\_\_\_  
Podpis studentky



## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracovala samostatně a že jsem uvedla veškeré použité informační zdroje v souladu s metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

V Praze dne 26. 5. 2017

Podpis autora práce.....

## **Poděkování**

Ráda bych poděkovala paní doc. Ing. Ivě Čihákové, CSc. za její odborné vedení, užitečné rady a nápady při zpracování této bakalářské práce.

Velké poděkování patří panu Ing. Michalu Skalickému za to, že mi umožnil pracovat na zajímavém projektu a podporoval mě při jeho tvorbě.

Největší poděkování patří mým rodičům, kteří nikdy nepochybovali o tom, že dokážu vše, co přeji a v každém mém nápadu mě plně podporovali.

**MOŽNOSTI NÁHRADNÍHO ZÁSOBOVÁNÍ  
PITNOU VODOU**

THE ALTERNATIVES OF DRINKING WATER  
SUPPLY

## **Abstrakt a klíčová slova**

Tato bakalářská práce je rozdělena do dvou částí, teoretické a praktické. V teoretické části je popsána vodárenská soustava, výpočet potřeby vody, směrový a výškový návrh vodovodního řadu, používané materiály pro vodovodní potrubí a výpočet tlakových ztrát v potrubí.

Praktická část popisuje nynější stav (možnosti) vodovodního zásobování, navrhuje nové řešení náhradního zásobování v případě poruchy či plánované odstávky. Toto řešení je ověřeno výpočtem a posouzeno z hlediska možné funkčnosti.

**Klíčová slova:** pitná voda, vodovod, potrubí, tlak, vodní zdroj, vodojem, tlakové pásmo, spotřeba vody

## **Abstract and keywords**

This Bachelor thesis is divided into two parts, theoretical and practical. In the first one, water-supply system is described, also calculation of water consumption is done, furthermore reader is introduced into projection of elevated main pipeline and goes through used materials for main pipeline. This part also covers calculations of head loss in pipelines.

Practical part of this thesis describes current state and possibilities in water supply problematics, and introduces new solution of reserve water delivery in case of failure or planned shut-down of pipeline. Presented solution is verified by calculation and it is also examined from point of possible functionality.

**Keywords:** drinking water, water mains, water pipe, pressure, water source, water reservoir, water zone, water consumption



## Obsah

1. Úvod .....	11
A. TEORETICKÁ ČÁST .....	13
2. Vodárenská soustava .....	13
2.1. Prvky vodovodu .....	13
2.2. Územní působnost vodárenských soustav.....	14
2.3. Rozdělení vodovodů podle výškového uspořádání.....	16
3. Výpočet potřeby vody .....	18
3.1. Maximální denní potřeba .....	18
3.2. Maximální hodinová potřeba .....	18
4. Rozvodné vodovodní sítě .....	19
4.1. Uspořádání vodovodních sítí.....	19
4.2. Směrový návrh .....	20
4.3. Výškový návrh .....	20
4.4. Ochranná pásma .....	21
5. Tlaková pásma.....	21
5.1. Maximální a minimální tlaky v potrubí .....	21
6. Trubní materiály .....	22
6.1. Požadavky .....	22
6.2. Kovové materiály .....	22
6.3. Nekovové materiály .....	23
7. Armatury na vodovodní síti.....	27
8. Vodojemy .....	29
9. Ztráty vody v rozvodných systémech.....	32
B. PRAKTICKÁ ČÁST .....	34
10. Jednotlivá pásma.....	38
10.1. Pásmo P1 .....	38

10.2.	Pásmo P2 .....	40
10.3.	Pásmo P3 .....	42
10.4.	Pásmo P4 .....	44
10.5.	Pásmo P5 .....	48
10.6.	Pásmo P6 .....	52
10.7.	Pásmo P7 .....	56
10.8.	Pásmo P8 .....	58
10.9.	Pásmo P9 .....	62
10.10.	Pásmo P10 .....	70
10.11.	Pásmo P11 .....	75
10.12.	Pásmo P12 .....	77
	Závěr .....	79
	Seznam použité literatury.....	83
	Seznam obrázků .....	86
	Seznam tabulek .....	88

# 1. Úvod

Voda je jedna ze základních potřeb pro existenci života na Zemi. Díky své nenahraditelnosti se jí již od nepaměti snažíme držet v oblastech našich domovů, případně ji uměle přivést, a především chceme zachovat její nejvyšší kvalitu. Tato nejcennější látka nejen pro člověka, ale pro vše živé na Zemi, není v každém koutě světa samozřejmostí, proto bychom ji měli chránit jak z hlediska kvality, tak množství.

S vývojem vodárenských soustav časem přichází složitější vývoj vodovodních sítí, které se snažíme sofistikovaně propojovat, abychom vytvořili funkční cyklický systém. Okružová síť je výhodná z hlediska možných nežádoucích poruch či plánovaných odstávek, protože s ní jsme schopni odstavit pouze malé množství obyvatel a minimálně narušujeme chod domácností či důležitých odběratelů (nemocnice, školy, průmysl, velvyslanectví...).

Snaha o udržení pitné vody ve vodovodním řadu nesouvisí pouze s pohodlím obyvatel. Pokud není vodovodní řad naplněn, musí se před dalším užíváním provést řádný proplach a laboratorní měření, které kontroluje dostatečnou kvalitu vody z hlediska zdravotní nezávadnosti. Tyto procesy jsou finančně náročné, a proto se jim snažíme vyhnout. Poruchy na vodovodní síti se dají minimalizovat správným provozem a kontrolou řadů, avšak pravděpodobnost jejich naprostého vymizení je velmi nízká. Z tohoto důvodu, je nutné navržení náhradní varianty pro zásobování, které nám poskytne rychlou reakci na vzniklý problémový stav a zajistí nejvhodnější řešení pro danou lokalitu.

Cílem této práce je seznámení se s dosavadní fungující vodovodní sítí, prozkoumání propojení pásem a nových variant propojení, aby v případě havárie či plánované odstávky bylo možné obyvatele zásobovat jiným způsobem. Pro navržení náhradního zásobování je důležité počítat s tlakovými ztrátami (ztrátami třením), které mohou znemožnit zachování dostatečného minimálního tlaku v pásmu. Dalším důležitým kritériem je umístění nového vodovodního potrubí tak, aby byl zachován vhodný výškový a směrový návrh.

Tato práce pojednává jak o rekonstrukci a následném využití stávajících vodovodních úseků, které propojují jednotlivá pásma, tak o výstavbě úseků nových. Na všechny návrhy by se mělo nahlížet jak z hlediska využitelnosti a prospěšnosti, tak z hlediska ekonomické výnosnosti.

## A. TEORETICKÁ ČÁST

### 2. Vodárenská soustava

„Pod pojmem vodovod rozumíme soubor staveb a zařízení zahrnující vodovodní řady a vodárenské objekty, jimiž jsou zejména stavby pro jímání a odběr povrchové nebo podzemní vody, její úpravu a shromažďování.“ (1)

#### 2.1. Prvky vodovodu

Mezi nezbytné prvky vodovodu řadíme 8 objektů:

**vodní zdroj** - Vodním zdrojem může být povrchová voda (přehrada, nádrž, řeka,...) nebo voda podzemní (studny, vrty).

**jímací objekt** - Druh jímacího objektu závisí na vodním zdroji. Mohou být vertikální, horizontální či kombinované

**čerpací stanice** - Je samostatný objekt, kde se nacházejí čerpadla, pomocí kterých je možné dopravit vodu z níže položeného místa do místa výše položeného. Čerpací stanice můžeme rozdělit podle místa určení dopravované vody nebo dle způsobu provozování a ovládání.

**úpravna vody** - Slouží k úpravě vody z vody surové na vodu pitnou. Vodu upravujeme způsoby mechanickými, chemickými, fyzikálně-chemickými a biologickými.

**příváděcí řad** - Jedná se o řad, který napájí vodárenskou soustavu ze zdrojů a úpraven vody, propojuje vodojemy a nemá přímou vazbu na spotřebiště. Příváděcí řady můžou být gravitační či výtlačné. Tyto řady dimenzujeme na maximální denní potřebu. Dle ČSN 73 6005 se jedná o vedení 1. kategorie (nadřazený systém).

**vodojem** - Vodojem je stavební objekt sloužící ke krátkodobé akumulaci vody. Můžeme je rozdělit dle účelu, umístění, konstrukce, tvaru a umístění akumulární nádrže.

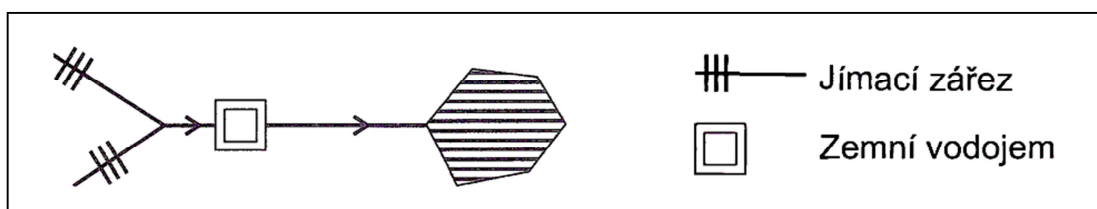
**zásobní řad** - Jedná se o řad, který zajišťuje propojení mezi vodojemy a rozváděcími řady. Tyto řady dimenzujeme na maximální hodinovou potřebu. Dle ČSN 73 6005 se jedná o vedení 2. kategorie.

**rozvodná vodovodní síť** - Je to vodovodní síť s objektovým a provozním příslušenstvím, která zajišťuje vlastní zásobování vodou (uliční rozvody s vazbou na spotřební objekty). Jedná se o vedení 3. kategorie.

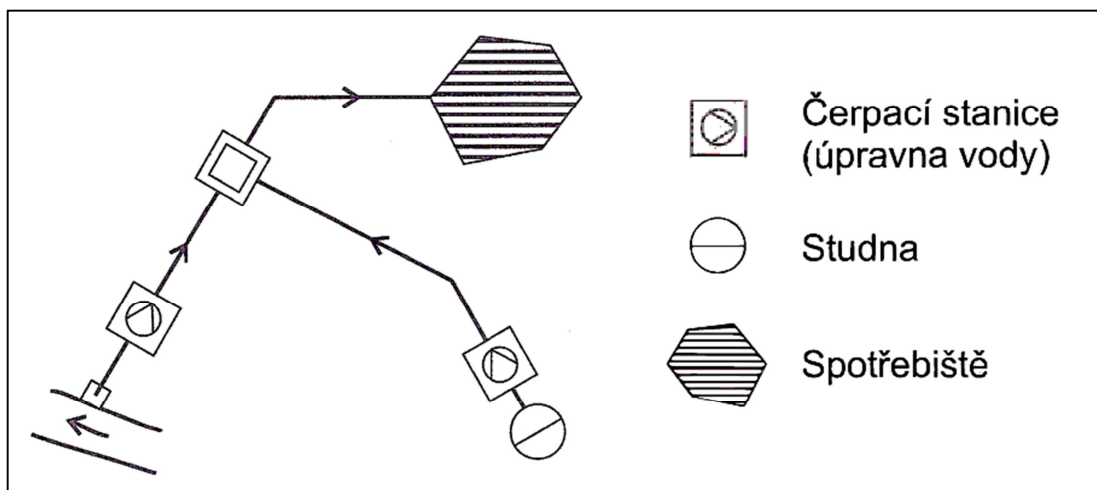
## 2.2. Územní působnost vodárenských soustav

Vodárenskou soustavu můžeme dle územní působnosti rozdělit do 3 typů a to vodovod místní, skupinový a oblastní.

**vodovody místní** - Je to nejstarší typ vodovodů, jehož historie se váže až do vyspělých středověkých měst. „Lze je charakterizovat jako technicky a provozně jednoduchá zařízení zajišťující zásobování jedné obce nebo města z jednoho případně více zdrojů vody.“ (1) Preference byly kladeny na gravitační způsob zásobování.



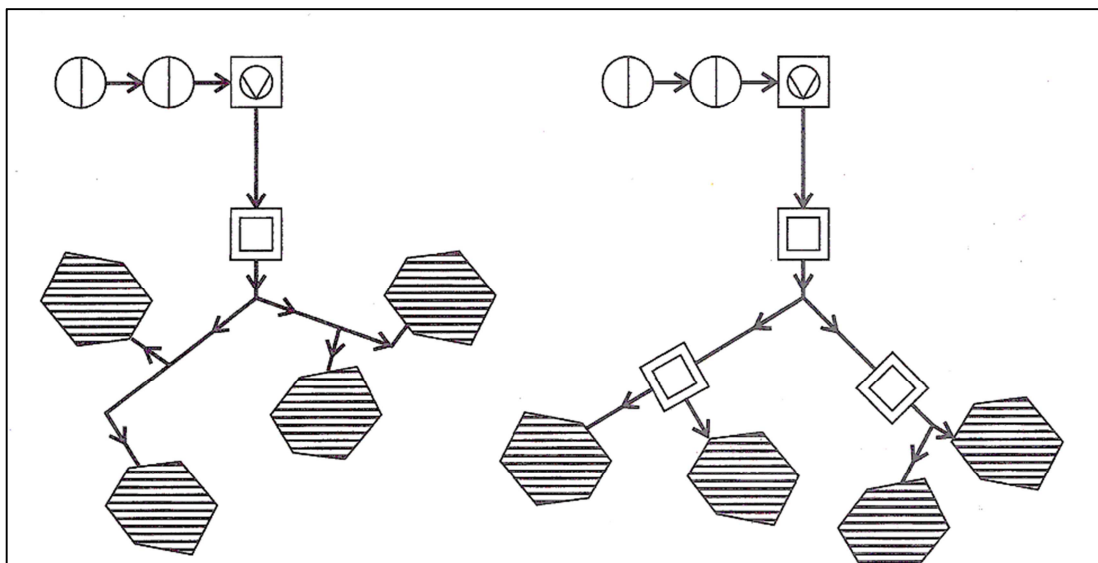
Obr. 1. Vodovod místní s jedním zdrojem (1)



Obr. 2. Vodovod místní se dvěma zdroji (1)

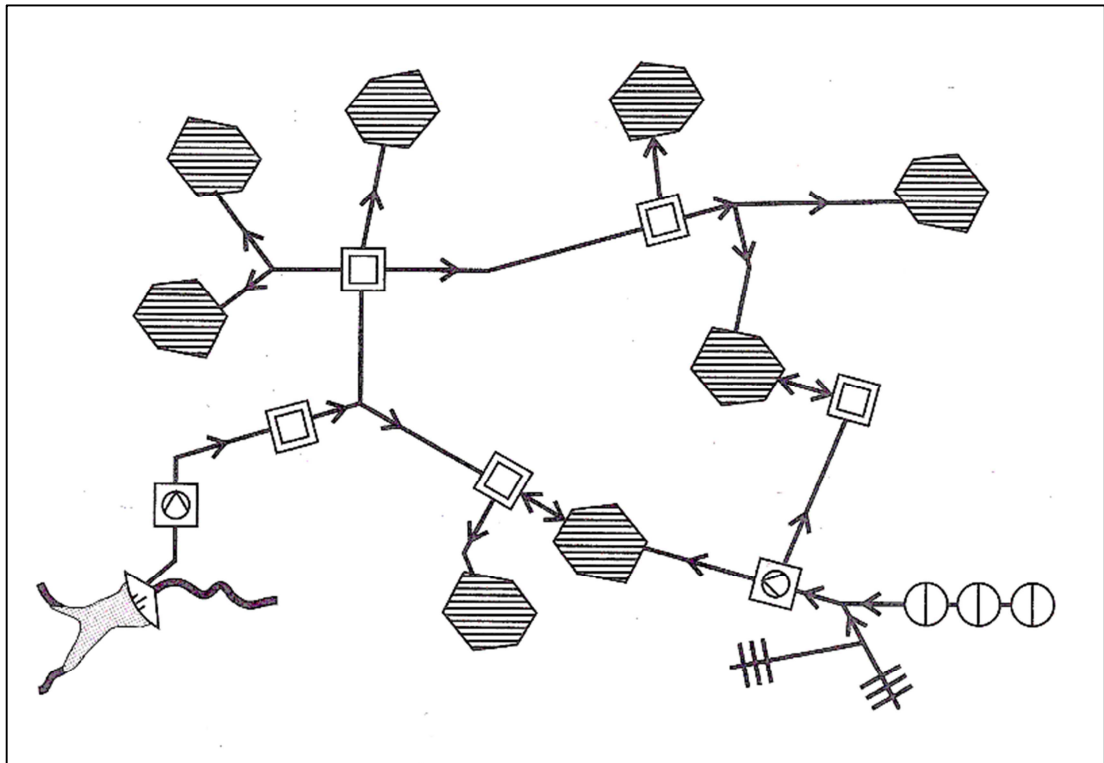
**vodovody skupinové** - Začátek jejich budování spadá do 20 let minulého století, kdy došlo ke zvyšování potřeby vody a rozvoji spotřebišť. Typickým znakem pro skupinový vodovod je ten, že z jednoho nebo více vodních zdrojů zásobujeme několik spotřebišť (několik měst a obcí). Tyto vodovody

můžeme navrhovat s jedním nebo s několika vodojemy. První varianta má výhody v úspoře investičních nákladů na akumulaci a jednoduchosti provozu. Její nevýhody spočívají ve vyšších nákladech na dlouhé zásobní řady, rozkolísanosti tlaků (možnost vzniku vodních rázů) a možné problémy v koncových úsecích. Ve druhé variantě jsou výhody především v nižší investiční náklady na přiváděcí řady a rovnoměrné rozdělení vody ve spotřebištích. Nevýhody jsou vyšší náklady na výstavbu vodojemů a rekonstrukci přiváděcích řadů při vzrůstu potřeby vody.



Obr. 3. Vodovod skupinový s jedním a více zdroji (1)

**vodovody oblastní** - Vznikají v období po 2. světové válce, kdy vzrůstá potřeba zásobení vodou. Principem je zásobování spotřebišť spadajících do různých okresů nebo krajů. Tyto vodovody dopravují vodu na velké vzdálenosti složitým systémem řízení. Také je nazýváme vodárenskými soustavami. K jejich hlavním výhodám patří vyšší zabezpečení dodávky vody, možnost jejího převodu, využití a spolupráce vodních zdrojů a centrální řízení celého systému. Toto uskupení má nedostatky v investičních nákladech na budování sítě, je zde větší riziko zranitelnosti zdrojů vody, poruchy mají dopad na větší území a jsou zde i větší ztráty.

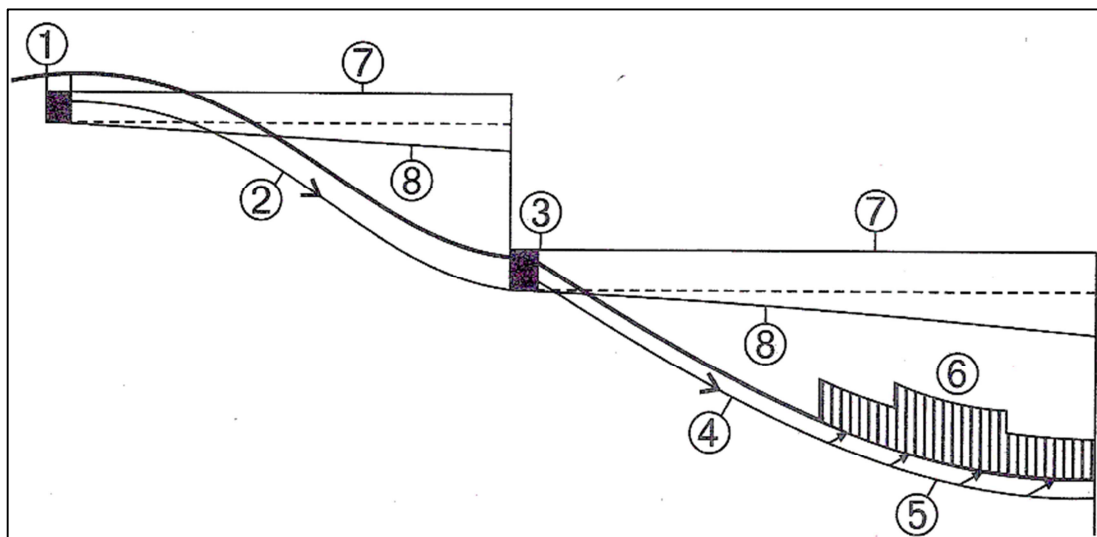


Obr. 4. Vodovod oblastní s několika zdroji (1)

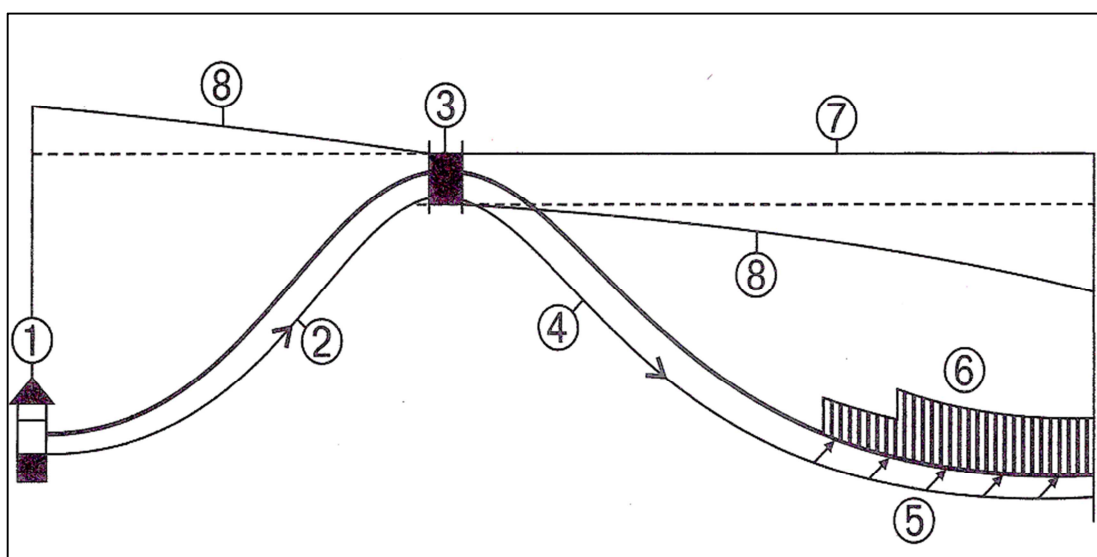
### 2.3. Rozdělení vodovodů podle výškového uspořádání

Výškové uspořádání vodojemu vzhledem k výškovému uspořádání spotřebiště určuje, zdali se jedná o vodovod gravitační či výtlačný. Z hlediska provozně i ekonomického je výhodnější vodovod gravitační. Vodojem je položen výše, voda se do spotřebiště dostává zásobním řadem pomocí samospádu, není nutné použití čerpadel. Tento návrh můžeme použít jen tehdy, dokážeme-li zajistit ve spotřebišti minimální hydrodynamický přetlak v hodnotě 0,25 MPa. Druhá varianta je méně výhodná, avšak je nejpoužívanější variantou. Poloha vodojemu je výškově nižší, na stejné úrovni či o něco málo výše, a vodu musíme přivádět výtlačkem (čerpáním). Mimo ekonomických nevýhod je zde i nevýhoda nedodání dostatečného množství vody do sítě výpadkem elektrického proudu.





Obr. 5. Gravitační vodovod; 1 - vodní zdroj, 2 – přívaděcí řad, 3 – vodojem, 4 – zásobní řad, 5 – rozvodná síť, 6 – spotřebiště, 7 – čáry maximálního hydrostatického tlaku, 8 – čáry minimálního hydrodynamického tlaku (1)



Obr. 6. výtlačný vodovod; 1 - vodní zdroj s čerpací stanicí, 2 – výtlačný řad, 3 – vodojem, 4 – zásobní řad, 5 – rozvodná síť, 6 – spotřebiště, 7 – čára maximálního hydrostatického tlaku, 8 – čára minimálního hydrodynamického tlaku (1)

### 3. Výpočet potřeby vody

Potřeba vody je důležitý faktor pro návrh celé vodovodní sítě. Důležitým ukazatelem je průměrná denní potřeba, která se skládá z potřeby pro obyvatelstvo, zemědělství, průmysl atd. Při návrhu nového vodovodního řadu bychom měli počítat nejen se současnou průměrnou denní potřebou, ale i s jejím nárůstem v budoucnu (stav za 20 – 30 let).

Výpočet průměrné denní potřeby:

$$Q_p = O * q_s \quad [1]$$

kde:

$Q_p$  ... průměrná denní potřeba ( $l.den^{-1}$ )

$O$  ... počet obyvatel v bytech příslušné vybavenosti

$q_s$  ... specifická potřeba vody vycházející ze směrných čísel roční potřeby vody ( $l.ob^{-1}.den^{-1}$ )

#### 3.1. Maximální denní potřeba

Maximální denní potřeba je důležitým ukazatelem při návrhu zařízení na odběr vody ze zdroje a na dimenzování příváděcího potrubí z odběru do vodojemu. Vypočítá se dle vzorce:

$$Q_m = Q_p * k_d \quad [2]$$

kde:

$Q_m$  ... maximální denní potřeba ( $l.s^{-1}$ )

$Q_p$  ... průměrná denní potřeba ( $l.s^{-1}$ )

$k_d$  ... součinitel denní nerovnoměrnosti, který je závislý na počtu obyvatel (-)

#### 3.2. Maximální hodinová potřeba

Potřeba vody se během dne liší, proto je nutné vypočítat maximální hodinovou potřebu, kterou používáme při návrhu zásobního potrubí. Vypočítáme ji pomocí vztahu:

$$Q_h = Q_m * k_h \quad [3]$$

kde:

$Q_h$  ... maximální hodinová potřeba ( $l \cdot s^{-1}$ )

$Q_m$  ... maximální denní potřeba ( $l \cdot s^{-1}$ )

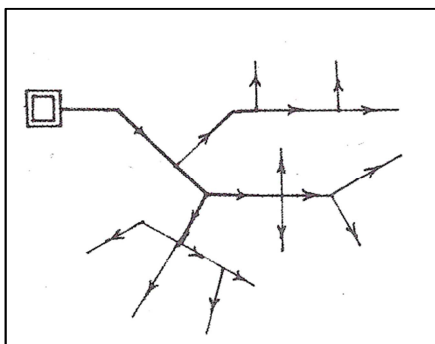
$k_h$  ... součinitel hodinové nerovnoměrnosti, který je závislý na charakteru spotřebiště (-)

## 4. Rozvodné vodovodní sítě

### 4.1. Uspořádání vodovodních sítí

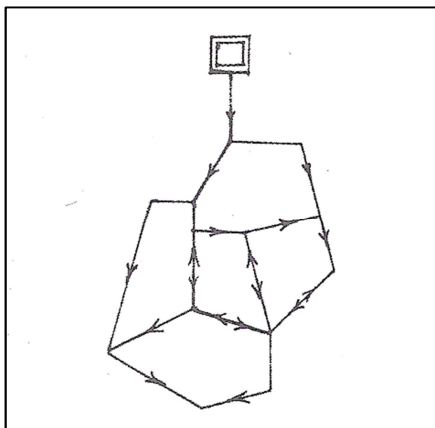
Z hlediska uspořádání sítě máme 3 varianty a to větevnu, okružovou nebo kombinovanou vodovodní síť.

**větevna** - Vodovodní řady jsou napojovány na sebe tak, že vytvářejí rozvětvenou síť bez propojení do jednoho/více okruhů. Výhodami jsou nízké investiční náklady, snadný návrh a jednoduchý provoz. Problémové je toto uspořádání při poruchách a nárazových odběrech. Také je problémové udržení kvality vody v koncových úsecích/uzlech.



Obr. 7. Vítěvná síť (1)

**okružová** - V této možnosti uspořádání se řady navrhují do uzavřených okruhů, které se dotýkají v úsecích a uzlech. Výhodné je hlavně pro vyrovnanost tlaků v síti a pro zmírnění dopadu poruch potrubí (porucha nezasahuje do dalších okruhů). Toto řešení je složitější na projektování a náročnější co se pořizovacích nákladů týče.



Obr. 8. Okruhová síť (1)

**kombinovaná** - Kombinace předchozích dvou možností. Okruhová síť se na koncích/po obvodě spotřebiště doplňuje o síť větevnuou.

#### 4.2. Směrový návrh

**Příváděcí řad** - Směrový návrh trasy by měl být a co nejkratší, z přímého směru se odchylujeme pouze tehdy, pokud investiční náklady na překonání překážek značně překonávají náklady stavební. Především se vyhýbáme inundačním územím a místům s vysokou hladinou podzemní vody v blízkosti řek, rybníků, bahnisek apod. Velmi důležité je vyhnout se znečištěným územím se zdravotně škodlivými látkami (sklárky odpadů, hřbitovy, odkaliště).

**Vodovodní řad** - Přednostně ho umísťujeme na veřejná prostranství především kvůli další dostupnosti. „Potrubí v běžné trati musí být v úsecích po 500m opatřeno šoupátky, aby v případě poruchy nemusel být celý řad vysazen z provozu a ztráta vody nebyla příliš citelná.“ (2)

#### 4.3. Výškový návrh

Návrh zahrnuje především hloubku uložení potrubí a jeho podélný sklon. Krytí má být navrženo především tak, aby se zabránilo možnosti zamrznutí v zimním období, nepřiměřenému ohřívání v letních měsících a mechanickému poškození vnějšími vlivy. Hloubka je závislá na terénu (volný terén versus komunikace) a na vlastnostech základové půdy. Doporučená hloubka krytí se uvádí 1,2 (v hlinitých zeminách) až 1,5 m (ve stěrkových a skalnatých horninách). Potrubí se musí navrhnout v určitém sklonu pro možnost jeho vypuštění. Minimální sklon potrubí se určuje podle

DN. Hodnoty sklonu jsou v rozmezí 0,5‰ (při DN 600 a vyšších) až 3‰ (do DN 200). Maximální sklon není normou dán, ale v případě velkého sklonu je nutnost prokázat stabilitu potrubí proti posunu.

#### 4.4. Ochranná pásma

Vznikem vodovodního řadu vzniká i jeho ochranné pásmo, které slouží k ochraně před jeho poškozením a k zajištění provozuschopnosti. „Ochranná pásma jsou vymezena vodorovnou vzdáleností od vnějšího líce stěny potrubí nebo kanalizační stoky na každou stranu

a) u vodovodních řadů a kanalizačních stok do průměru 500 mm včetně, 1,5 m,

b) u vodovodních řadů a kanalizačních stok nad průměr 500 mm, 2,5 m,

c) u vodovodních řadů nebo kanalizačních stok o průměru nad 200 mm, jejichž dno je uloženo v hloubce větší než 2,5 m pod upraveným povrchem, se vzdálenosti podle písmene a) nebo b) od vnějšího líce zvyšují o 1,0 m.“  
(3)

## 5. Tlaková pásma

Spotřebiště dělíme dle jejich výškového uspořádání a členitosti terénu na jednotlivá tlaková pásma a to především kvůli zajištění ideálního tlaku v celém pásmu.

### 5.1. Maximální a minimální tlaky v potrubí

**Příváděcí řad** - Maximální tlak na příváděcím řadu je dán materiálem potrubí. „Maximální povolené přetlaky v potrubí jsou stanoveny hodnotou PN (jmenovitý tlak) a jsou uvedeny u každého druhu potrubí.“ (4)

**Vodovodní řad** - Ve spotřebišti nesmí tlak přesáhnout hodnotu 0,6 MPa (resp. 0,7 MPa) a nesmí být nižší než 0,25 MPa. Tyto hodnoty jsou stanoveny na základě konstrukce, spolehlivé funkce spotřebních předmětů a zařízení a na základě minimalizace ztrát vody. Při dodržení těchto přetlaků vychází výška jednoho tlakového pásma na 25-30 m. Pokud je výškový rozdíl mezi nejnižše a nejvýše položeným bodem vyšší, musíme navrhnout více tlakových pásem.

## 6. Trubní materiály

Při výběru materiálu se musí uvážit a respektovat řada hledisek a kritérií, podle kterých vybereme nejvhodnější možnost a vyloučíme zcela neefektivní varianty. Rozhodující hlediska pro návrh trubního materiálu jsou:

- kvalita dopravované vody
- požadovaná životnost potrubí
- pracovní přetlak a hydraulické rázy v potrubí
- způsob a druh vnějšího zatížení potrubí
- druh, únosnost a agresivita okolní zeminy
- výskyt bludných proudů
- způsob provádění
- finanční náklady na realizaci a následně na provoz

### 6.1. Požadavky

Jeden z nejdůležitějších požadavků je zdravotní nezávadnost. Materiál nesmí nepříznivě ovlivnit jakost pitné vody dopravované ve vodovodním potrubí. „K jímání, odběru, dopravě k úpravě, úpravě, shromažďování, dodávání a měření dodávky pitné vody mohou osoby uvedené v odstavci 2 a odběratelé pitné vody užívat jen výrobky, které vyhovují hygienickým požadavkům podle § 5.“ (3) Výrobky musí být vyráběny podle platných evropských, případně českých norem a musí být certifikovány pro Českou republiku, pokud nemají platný CE certifikát. Nejmenší profil pro vodovodní řad je uveden profil DN 100, v koncových úsecích s předpokládaným nízkým odběrem lze použít DN 80.

### 6.2. Kovové materiály

**šedá litina** - Nejdéle používaný a nejrozšířenější materiál u nás. Jeho hlavní předností je vysoká odolnost proti korozi. Nevýhodou je jejich křehkost a nízká pevnost v tahu, čímž dochází malé odolnosti vůbec nerovnoměrnému venkovnímu zatížení a častým poruchám.

**tvárná litina** - Tato litina má oproti šedé litině lepší mechanické vlastnosti, zejména pevnost a pružnost. Také velmi odolává korozi a má vysokou životnost. Její využití ve větší míře omezuje vysoká cena.



Obr. 9. Část trubního vodovodu z tvárné litiny (5)

**ocel** - patří mezi jedny z nejstarších materiálů vodovodních potrubí. Výhoda oproti litině spočívá ve větší pevnosti proti vnitřnímu namáhání a nerovnoměrnému venkovnímu zatížení. Ocel je snadno opracovatelná a lehce svařitelná, tím je dán i rychlejší postup při montáži. Jejich nevýhoda je malá odolnost proti korozi. Musíme navrhnout vhodnou protikorozi ochranu. „Ocelové potrubí uložené v agresivním prostředí (země, vodě) a nechráněné proti korozi může mít životnost pouze 4 – 5 let.“ (1) Jako povrchovou úpravu můžeme zvolit protikorozi nátěr, pozinkování či asfaltový obal.

### 6.3. Nekovové materiály

**plasty** - Tento materiál se vyrábí spojováním molekul na makromolekuly nebo přetvořením přírodního materiálu jako je kaučuk nebo celulóza. Plasty rozdělujeme na tři základní skupiny. Jednou z nich je skupina termoplastů, které se vyznačují snadným tvarováním pomocí teploty bez změny fyzikálních, chemických či mechanických vlastností. Mezi hlavní výhody plastů patří: malá drsnost, odolnost proti inkrustaci (zarůstáním), malá hmotnost, tvárnost, chemická odolnost vůči chemikáliím a korozi, hygienická

nezávadnost a menší energetická náročnost při výrobě a jejich zpracování. Tento materiál má i značné nevýhody, kterými jsou: malá tepelná odolnost a tepelná roztažnost, malá pevnost v tahu a odolnost vůči mechanickému namáhání a zkrácená životnost. Mezi nejpoužívanější plasty pro vodovodní účely řadíme:

polypropylén (PP)

polyetylen (PE)



Obr. 10. Potrubí z PE 100 s vnějším ochranným pláštěm (6)



## polyvinylchlorid (PVC)



Obr. 11. Potrubí z molekulárně orientovaného PVC (MO-PVC) (6)

**sklolaminát** - Jedná se o materiál s větší hladkostí stěn (lepší hydraulické vlastnosti). Mezi jeho výhody patří vysoká pevnost a pružnost, malá drsnost a odolnost proti agresivním účinkům. „Vyrábějí se navíjením na navíjecích strojích. Mají vícevrstvou stěnu, v níž hlavní nosnou část tvoří tkanina ze skelných vláken napuštěná polyesterovou pryskyřicí.“ (7)

**azbestocement** - Tento materiál se v minulosti hojně využíval, dnes kvůli vážné zdravotní závadnosti (karcinogenní účinky azbestových vláken) je zakázán a všechna již vzniklá potrubí jsou nahrazovány jinými materiály. Azbestocement je druh betonu, jehož pojivem je cement a plnivem azbestová vlákna. K jeho přednostem patřila malá drsnost, menší hmotnost a jednoduchá montáž. K nevýhodám kromě dnes dominantní zdravotní závadnosti patřila malá odolnost proti agresivním účinkům, hydraulickým rázům, směrovým a výškovým pohybům.

**beton, železobeton** - U rozvodných vodovodních sítí se tento materiál příliš nepoužívá, hlavně kvůli jeho velké hmotnosti, robustnosti a velké drsnosti.

K hlavním výhodám patří převážně velká pevnost a únosnost na zatížení. Velké využití tohoto materiálu je u kanalizací.



Obr. 12. Trouby betonové používané u kanalizací (8)

### Porovnání cen různých materiálů potrubí z roku 2010

DN	materiál potrubí											
	litina <sup>4)</sup>		ocel		PVC PE		beton		sklolaminát		azbestocement	
	z <sup>5)</sup>	n <sup>6)</sup>	z	n	z	n	z	n	z	n	z	n
mm	C <sub>mu</sub> v Kč/bm potrubí											
50	3640	2460	2990	1890	2630	1890					2490	1780
80	4000	2890	3410	2170	3190	2200					2750	1920
100	4400	3030	3580	2270	3610	2400					2940	2050
150	4920	3330	3890	2450	4270	2890	4460	3060	4980	3580	3120	2150
200	5460	3690	4380	2730	4930	3380	4630	3120	5420	3980	3250	2260
250	6000	4070	4900	3100	5460	3800	5100	3440	5960	4480	3580	2450
300	6710	4610	5340	3390	6010	4150	5510	3700	6680	4900	3850	2700
400	9010	6560	7220	4880			6880	4750	8630	6150	4810	3520
500	11400	8500	8520	5930			7910	5580	10380	7430	5530	4140
600	13510	10270	10300	7410			9590	6880	12180	8860	6800	5240
800	18320	14440	13870	10490			12280	9080	15360	11770		
1000	23760	19170	17290	13430			15240	11440	19380	15290		
1200	28970	23690	20900	16520			18120	14070	25520	20800		
1400	37760	31520	24320	19430			23170	18700	33260	27490		
1600			28000	22170								

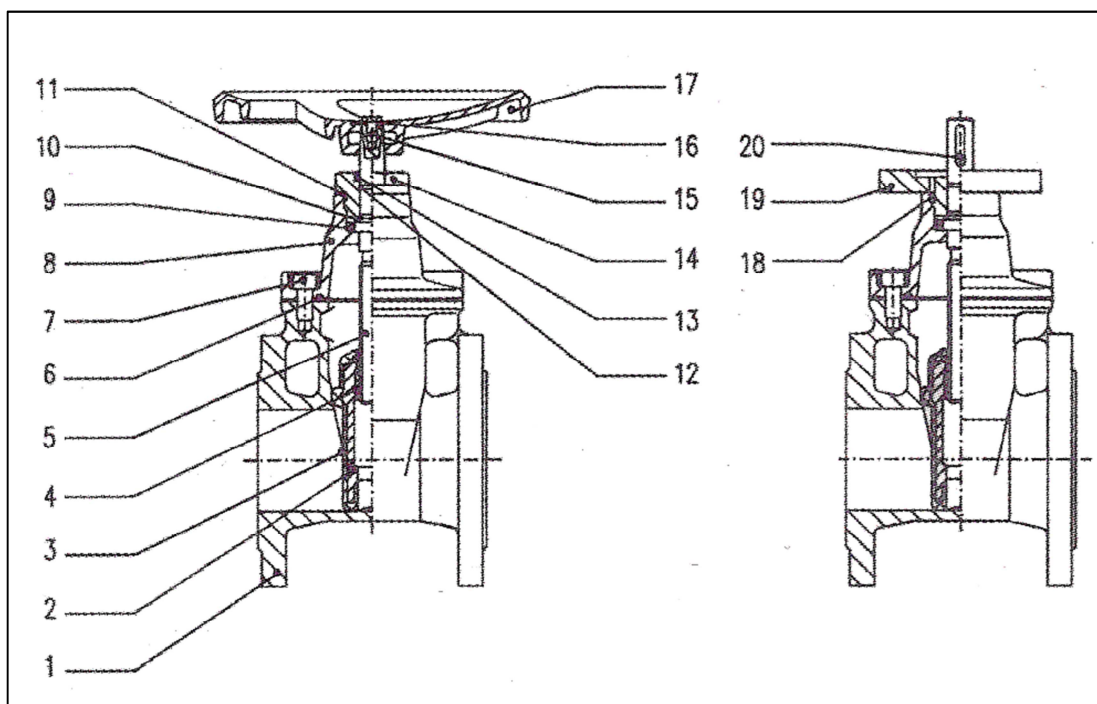
Tab. 1. Měrný cenový ukazatel pro typový objekt vodovodní potrubí; 4 - pro stanovení jednotkové ceny pro potrubí z tvárné litiny s vnější ochranou je třeba uvažovat koeficient k<sub>tv</sub> = 1, 13, 5 - jednotková cena je

určena pro potrubí uložené ve zpevněných plochách 6 - jednotková cena je určena pro potrubí uložené v nezpevněných plochách a v extravilánu (9)

## 7. Armatury na vodovodní síti

Díky armaturám jsme schopni řídit a ovládat provoz vodovodního řadu. „Nejvíce používané armatury jsou uzávěry (šoupátka, klapky, ventily, kohouty), redukční ventily, zpětné klapky, montážní vložky, kompenzátory, hydranty, vzdušníky a kalosvody.“ (1)

**Šoupátka** - Umisťujeme je především v místech odbočných řadů. „Slouží k vyřazování jednotlivých úseků potrubí z provozu z důvodu oprav poruch, rekonstrukcí, údržby.“ (10) Jejich umístění navrhuje projektant dle provozních potřeb. Šoupátka můžeme rozdělit podle druhu materiálu (šedá litina nebo tvárná litina), ale také podle způsobu montážního spoje (přírubová, hrdlová a nátrubková). Ovládání je možné z armaturní komory vodojemů, armaturní části úpraven vod nebo pomocí zemní soupravy (pokud dojde při havárii k zaplavení šachty).

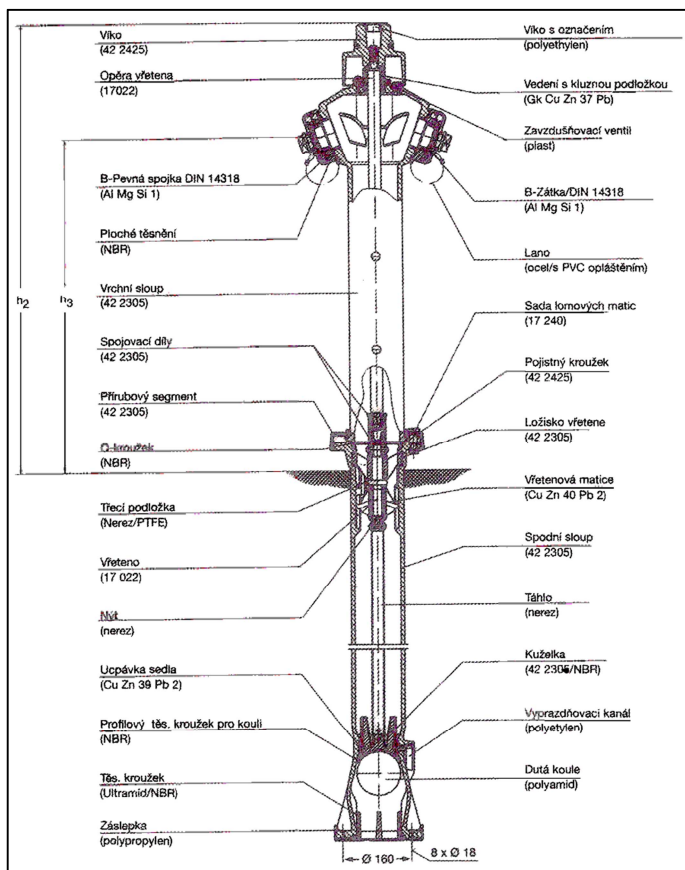


Obr. 13. Přírubová šoupátka PN 10 a PN 16; 1 – těleso, 2 – klín, 3 – pryž, 4 – vřetenová matice, 5 – vřeteno, 6 – profilové těsnění, 7 – šroub, 8 – víko, 9, 12 – „O“ kroužek, 10 – třecí podložka, 11 – těsnění, 13 – stírací kroužek, 14 – ucpávkový šroub, 15 – šroub, 16 – podložka, 17 – ruční kolo, 18 – kolík, 19 – příruba, 20 – pero (1)

**Hydranty** - Slouží k odběru vody z vodovodní sítě pro požární účely, pro proplachování trubních úseků, odvzdušňování a odkalování potrubí. Hydranty rozdělujeme na podzemní, nadzemní a šachtové. „Nadzemní

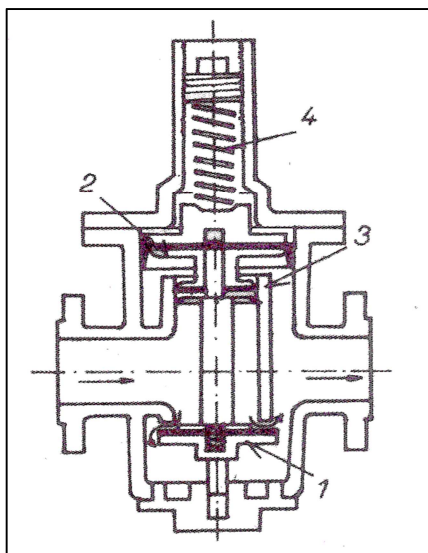


hydrant se liší od podzemního zejména tím, že ústí odboček pro připojení hadic jsou nad terénem.“ (1)



Obr. 14. Nadzemní hydrant PN 16 DN 80 (1)

**Redukční ventily** - Slouží k regulaci tlaku v potrubí. Jejich použití je u přiváděcích a zásobních potrubí a v úsecích rozdělující jednotlivá tlaková pásma. Při zvýšení tlaku tlak stlačuje pružinu a přitlačuje škrťací ventil k sedlu, čímž se přítok vody částečně či zcela uzavře. Při poklesu je postup opačný.



*Obr. 15. Redukční ventil; 1 – škrťící ventil, 2 – regulační píšť, 3 – odlehčovací píšť, 4 – pružina (1)*

## **8. Vodojemy**

Hlavní rozdělení vodojemů je podle jejich stavební konstrukce na vodojemy zemní a věžové. U zemních vodojemů je dno založeno pod úroveň terénu (využívá se zde tepelně izolačních schopností zeminy), či na úrovni terénu. Skládají se ze dvou účelově odlišných částí a to z vodní nádrže a manipulační (armaturní) komory, ve které jsou umístěna veškerá ovládací zařízení vodojemu.



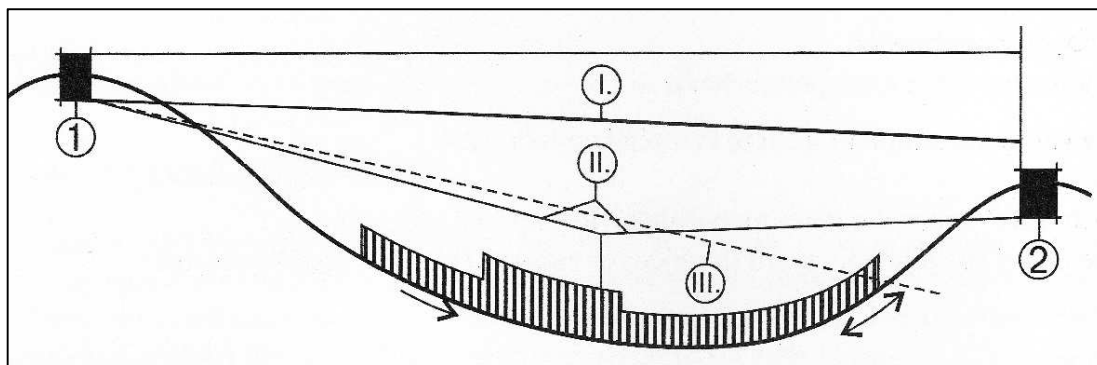
*Obr. 16. Zemní vodojem Fulnek (11)*

Věžové vodojemy se staví převážně v rovinatých územích a pro zásobování menších spotřebišť. Jejich náklady na výstavbu značně převyšují náklady vodojemu zemního a jsou složitě začleňovány do krajiny z hlediska estetiky. Tyto důvody vedou k malému využívání věžových vodojemů.

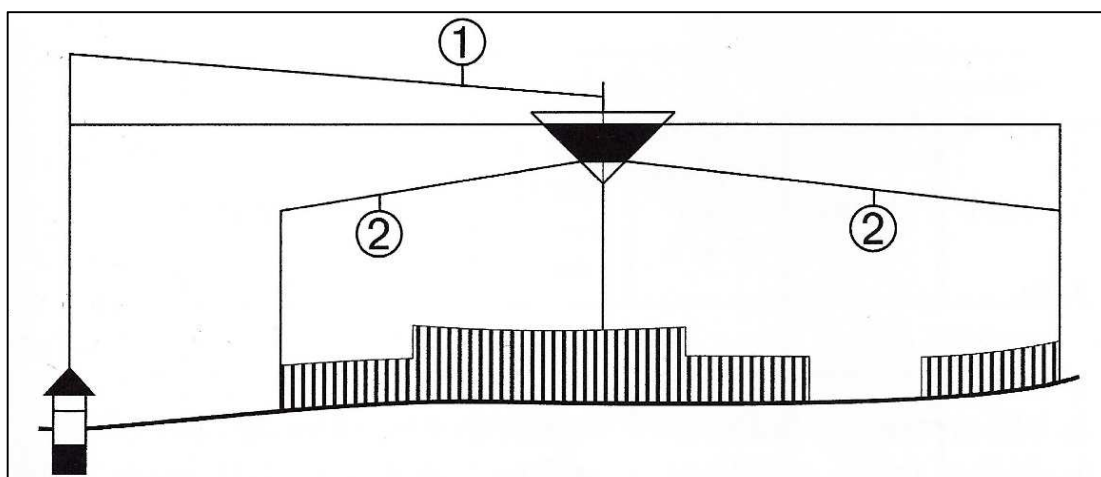


*Obr. 17. Věžový vodojem Jaroměř (12)*

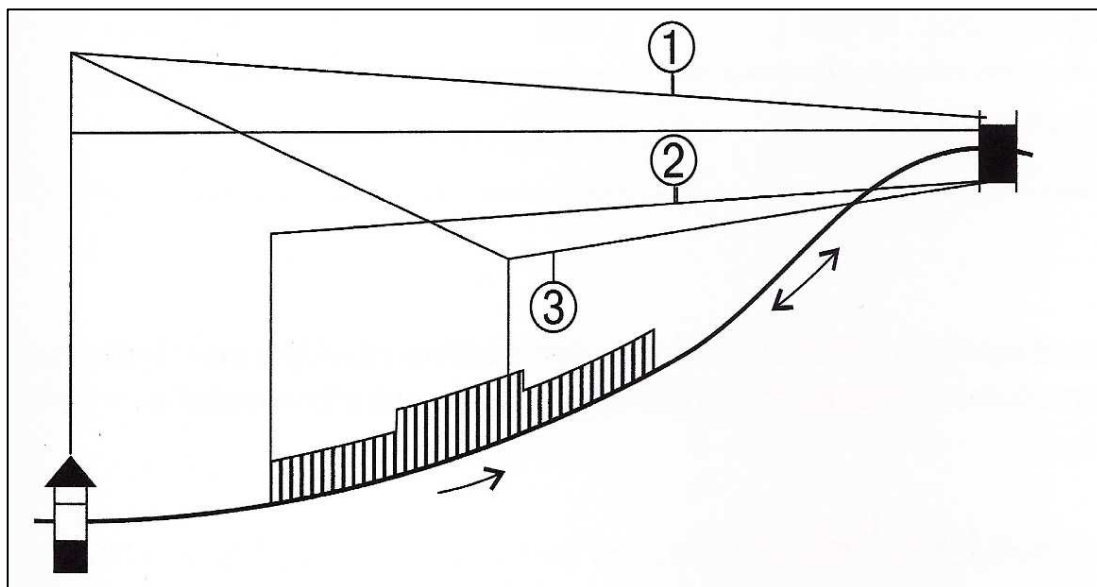
Dále můžeme vodojemy rozlišovat podle jejich umístění na vodojem čelní (před spotřebištěm), vodojem ve spotřebišti, vodojem koncový (za spotřebištěm) a vodojem čelní a koncový (před a za spotřebištěm).



Obr. 18. Vodojem vyrovnávací; 1 – vodojem zásobní, 2 – vodojem vyrovnávací, I – tlaková čára při plnění vyrovnávacího vodojemu, II – tlakové čáry při spolupůsobení obou vodojemů, III – tlaková čára při použití pouze zásobního vodojemu (1)



Obr. 19. Vodojem ve spotřebišti; 1 – tlaková čára při plnění vodojemu, 2 – tlaková čára při zásobení z vodojemu (1)



Obr. 20. Vodojem koncový (za spotřebišťem); 1 – tlaková čára při plnění vodojemu, 2 – tlaková čára při zásobení z vodojemu, 3 – tlakové čáry při současném zásobení z VDJ a ČS (1)

Dle mého názoru je nejčastější využití vodojemu před spotřebišťem a vodojemu ve spotřebišti. Nejvíce vhodná varianta je vodojem před spotřebišťem a to díky energetické výhodnosti (zásobování probíhá gravitačně) a nízké pravděpodobnosti poruchy (není zde závislost na elektrické energii a její výpadek by neovlivnil přítok vody do vodojemu).

## 9. Ztráty vody v rozvodných systémech

Při průtoku vody potrubí vznikají tlakové ztráty, tyto ztráty dělíme na ztráty místní ( $Z_m$ ) a ztráty třením ( $Z_t$ ).

**Místní ztráty** - Vznikají odporem potrubí, který způsobuje vysokou turbulenci. Tento odpor vzniká především u náhlého lomu, zúžení či rozšíření potrubí a při setkání s různými armaturami. Tyto ztráty započítáváme pouze u hydraulicky krátkého potrubí, kdy poměr délky v metrech ku světlosti v metrech je menší než 1000. U hydraulicky dlouhého tyto ztráty nezahrnujeme, jelikož jejich hodnota oproti ztrátám tření je zanedbatelná. Výpočet ztrát místních provádíme pomocí vzorce:



$$Z_m = \xi * \frac{v^2}{2g} \quad [4]$$

kde:

$z_m$  ... místní ztráty

$\xi$ .... součinitel místní ztráty závislý na druhu a rozměru odporu (-)

$v$  ... střední průřezová rychlost ( $m \cdot s^{-1}$ )

$g$ ... tíhové zrychlení ( $m \cdot s^{-2}$ )

**Ztráty třením** - Tyto ztráty vznikají třením kapaliny o stěny potrubí. „Jejich velikost závisí na druhu materiálu potrubí (jeho drsnosti), délce potrubí, průměru potrubí a průtočném množství (resp. průtočné rychlosti  $v$ ).“

(1) Vypočítáme je podle Darcyho – Weissbachovy rovnice.

$$Z_t = \lambda * \frac{L}{d} * \frac{v^2}{2g} \quad [5]$$

kde:

$z_t$  ... ztráty třením

$\lambda$ .... součinitel tření (-)

$L$  ... délka potrubí (m)

$d$ ... vnitřní průměr potrubí (m)

$v$  ... střední průřezová rychlost ( $m \cdot s^{-1}$ )

$g$ ... tíhové zrychlení ( $m \cdot s^{-2}$ )

## **B. PRAKTICKÁ ČÁST**

Cílem práce je návrh náhradního zásobování kvůli možným plánovaným odstávkám potrubí nebo haváriím vody ve dvanácti zadaných pásmech. Jednotlivá pásma byla posouzena dle svého výškového uspořádání a bylo navrženo náhradní zásobování nebo žádné jiné nebylo pro danou oblast vhodné. Vhodnost zásobování bylo vypočítáno podle následujícího postupu.

1. výběr koeficientu hodinové nerovnoměrnosti  $k_h$  (2,3) a koeficientu denní nerovnoměrnosti  $k_d$  1,29
2. výpočet  $Q_m$  a  $Q_h$  dle vzorce 2 a 3 z kapitoly 3.1
3. podle příslušného DN potrubí a  $Q_h$  vyhledání příslušného sklonu čáry energie  $i$  (‰) a rychlosti  $v$  ( $m \cdot s^{-1}$ ) z tabulek pro určitý druh potrubí (zde byly použity tabulky pro litinové a ocelové potrubí dle Ševelevovy rovnice při teplotě vody  $12^\circ C$ )

4. výpočet ztrát ze vztahu

$$Z = i * L \quad [6]$$

$Z$  ... součet ztrát (m)

$i$  ... sklon čáry energie nalezený v tabulce dle průtoku a DN potrubí (‰)

$L$  ... délka úseku (km)

5. výpočet potřebné nadmořské výšky pro pásmo ze vztahu

$$MNV = NVZ - \sum Z - 25 - 5 \quad [7]$$

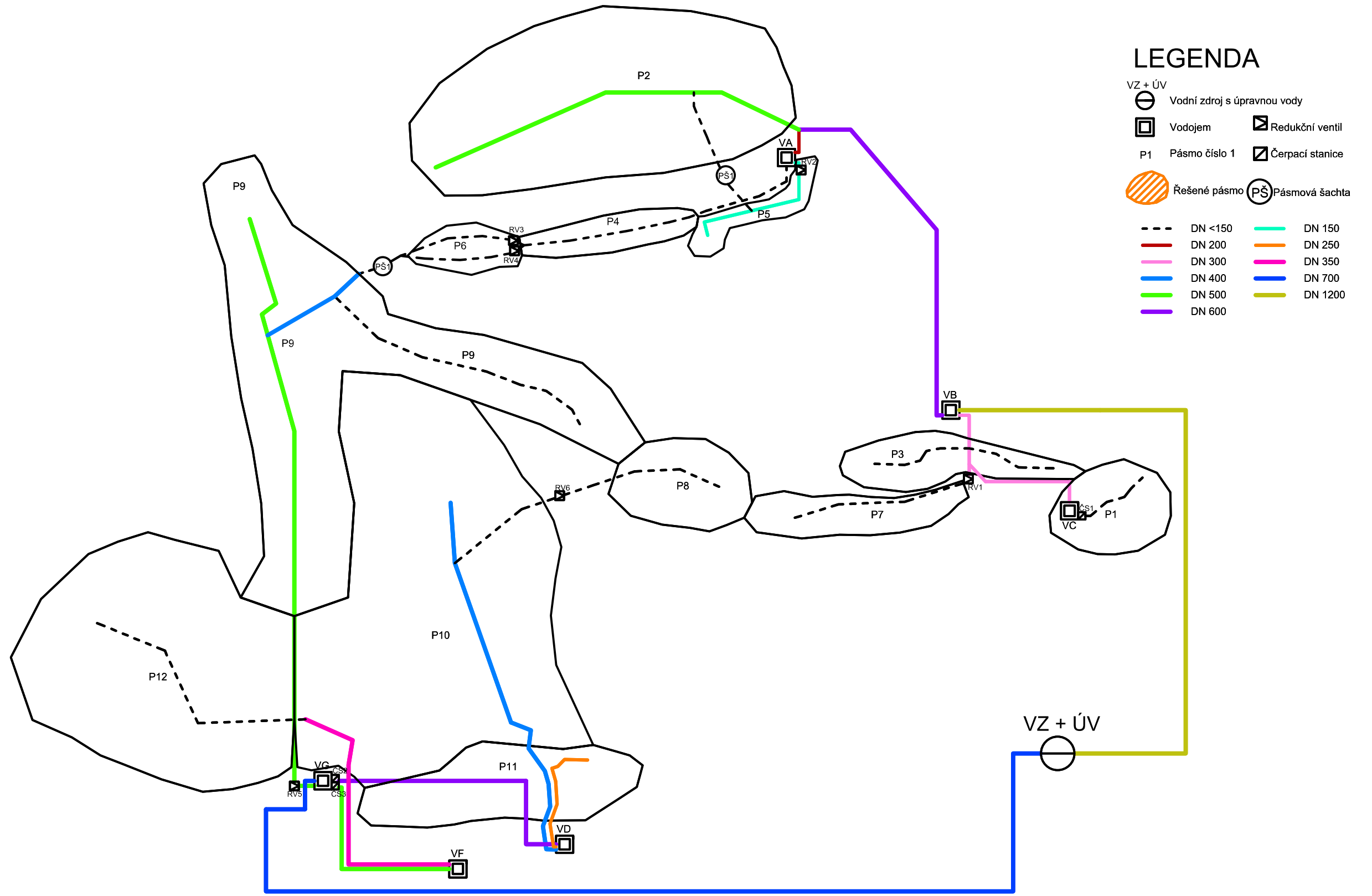
$MNV$  ... maximální možná nadmořská výška, kterou jsme schopni zásobovat (m n. m.)

$\sum Z$  ... součet ztrát (m)

25 ... minimální požadovaný tlak v pásmu (m)

5 ... kolísání vodojemu (m)

6. posouzení maximální možné nadmořské výšky, kterou jsme schopni zásobit s maximální výškou řešeného pásma
  
7. návrh redukčního ventilu v případě, že by byl tlak vyšší než maximální povolený tlak 60 (70) metrů.



# LEGENDA

- VZ + ÚV
- Vodní zdroj s úpravnou vody
  - Vodojem
  - Redukční ventil
  - Čerpací stanice
  - Pásmová šachta
  - Řešené pásmo
- P1 Pásmo číslo 1
- DN <150
  - DN 150
  - DN 200
  - DN 250
  - DN 300
  - DN 350
  - DN 400
  - DN 500
  - DN 600
  - DN 700
  - DN 1200

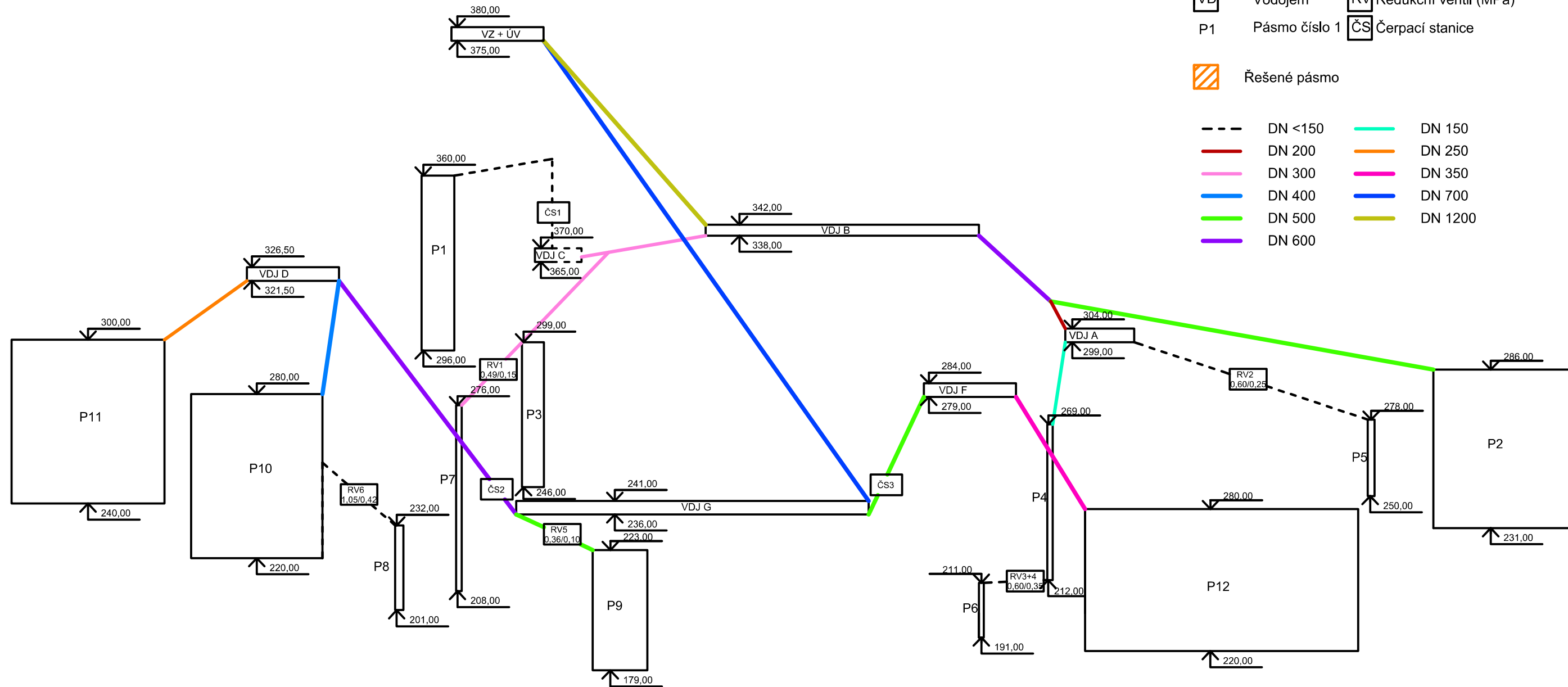
Vypracovala <b>Kristýna Svitavská</b>		Fakulta stavební <b>ČVUT</b>	
Název výkresu: <b>SITUACE STÁVAJÍCÍHO ŘEŠENÍ</b>		Datum: <b>20.05.2017</b>	
		Číslo výkresu: <b>1.</b>	

# LEGENDA

VD Vodojem    RV Redukční ventil (MPa)  
 P1 Pásmo číslo 1    ČS Čerpací stanice

  Řešené pásmo

---	DN <150	—	DN 150
—	DN 200	—	DN 250
—	DN 300	—	DN 350
—	DN 400	—	DN 700
—	DN 500	—	DN 1200
—	DN 600		

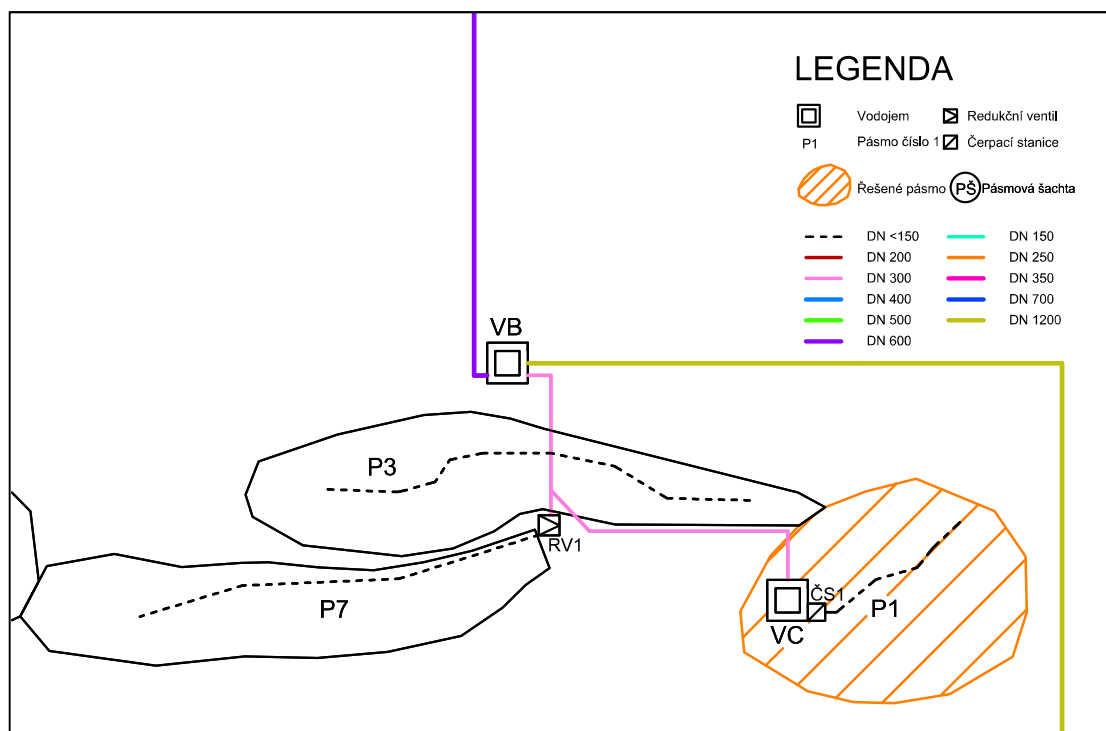


Vypracovala <b>Kristýna Svitavská</b>		Fakulta stavební <b>ČVUT</b>	
Název výkresu: <h2 style="text-align: center;">ŘEZ STÁVAJÍCÍHO ŘEŠENÍ</h2>		Datum: 20.05.2017	
		Číslo výkresu: 2.	

## 10. Jednotlivá pásma

### 10.1. Pásmo P1

Pásmo P1 je situováno ve vyšších nadmořských výškách než ostatní pásma, vyznačuje se tím, že je to jediné pásmo, do kterého přivádíme vodu výtlakem (čerpáním). Čerpání je zajištěno čerpací stanicí ČS1. Rozváděcí řad je napojen na vodojem VC s čerpací stanicí, do kterého gravitačně přivádíme vodu z vodojemu VB, který získává vodu přímo z podzemního zdroje.



Obr. 21. Pásma P1 – situace

**délka všech úseků** - 11 032 m

**počet obyvatel** - 1 284 obyvatel

**zdroj** - Zásobení obyvatel zajišťuje jediný vodojem a to vodojem VC s čerpací stanicí ČS1, do kterého je voda gravitačně přiváděna z vodojemu VB.

**sousední pásma** - Na znázorněné situaci si můžeme povšimnout, že pásmo sousedí pouze s pásmem P3 a to po levé straně.

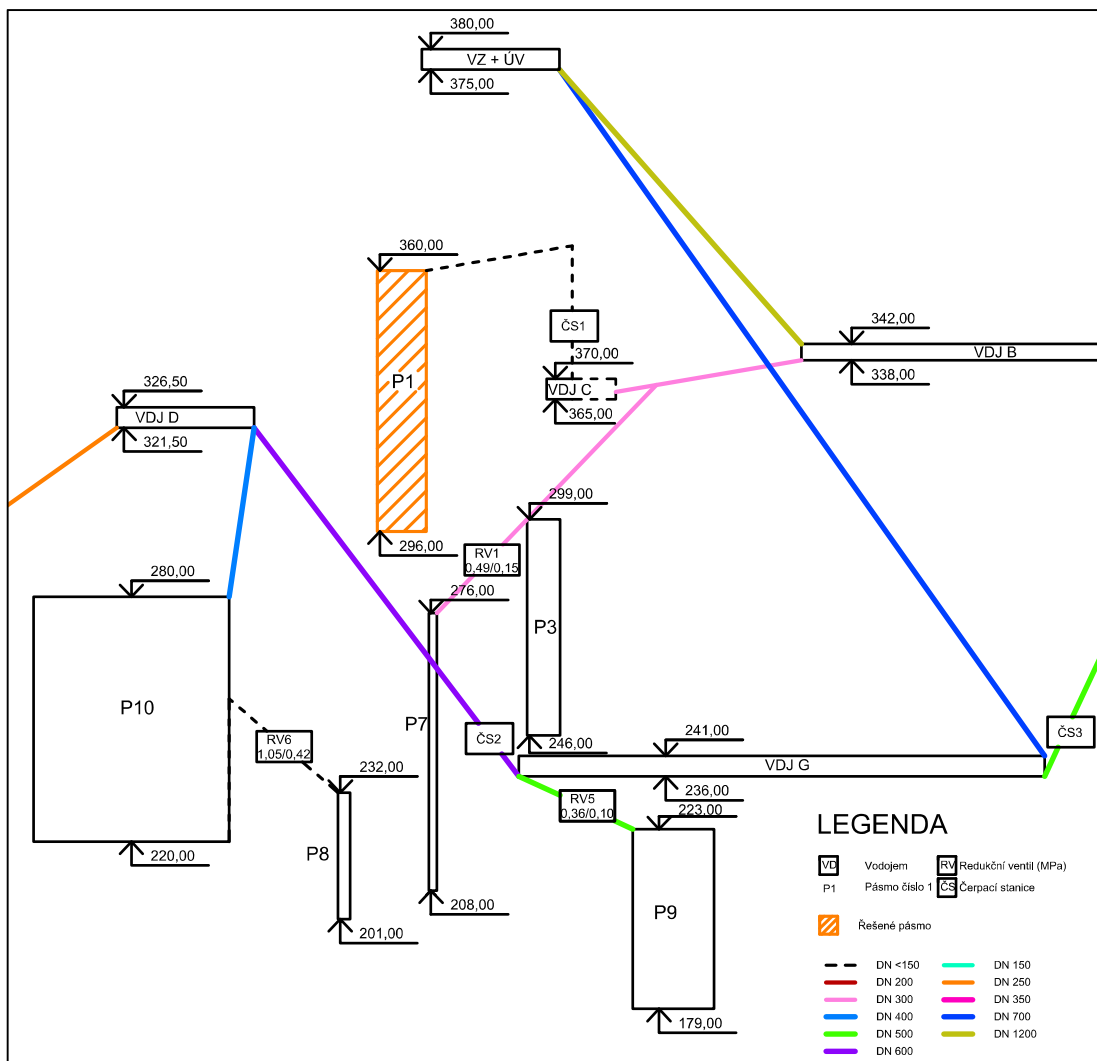
**důležití odběratelé** - mateřská škola

**průměrná spotřeba** - 1,8 l.s-1

**minimální spotřeba** - 0 l.s-1

**maximální spotřeba** - 5 l.s-1

**výškové uspořádání** - Rozkládá se v nadmořské výšce 296 - 360 m n. m.

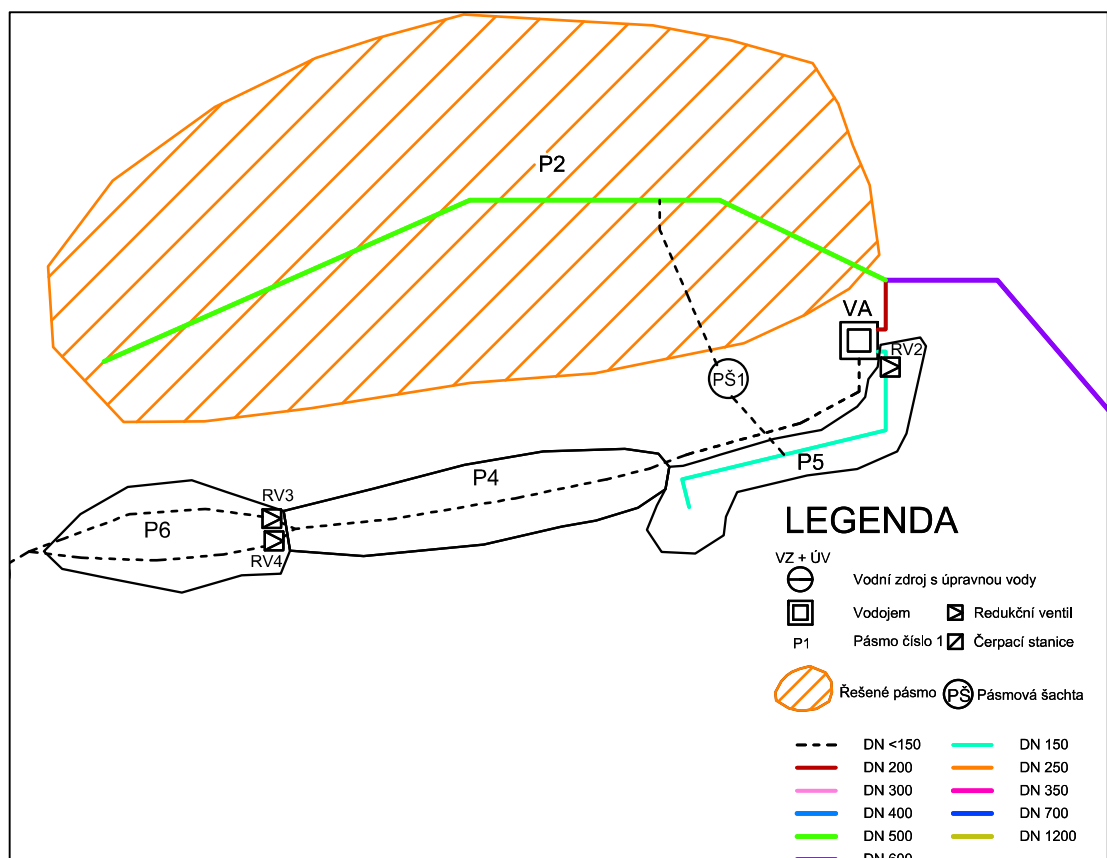


Obr. 22. Pásmo P1 – Řez

**řešení** - Pásmo je oproti sousedním pásmům situováno ve vyšších nadmořských výškách, jak je vidět na obrázku číslo 22, proto zde není jiná možnost než zajišťovat pitnou vodu výtlakem. Kvůli tomuto výškovému uspořádání není možné pásmo zásobovat jinou variantou, která by byla ekonomicky a provozně výhodná. V případě plánované odstávky nebo poruchy je třeba pásmo zásobovat náhradním mobilním zásobováním.

## 10.2. Pásmo P2

Pásmo P2 svou rozlohou řadíme mezi velká pásma. Zásobování je zajišťováno gravitačně z vodojemu VB, který je přímo dotován z podzemního vodního zdroje. Voda je v pásmu rozváděna řadem DN 500. Pásmo je osamocené, s nikým nesousedí.



Obr. 23. Pásmo P2 – situace

**délka všech úseků** - 35 295 m

**počet obyvatel** - 5 158 obyvatel

**zdroj** - Pásmo je zásobováno z jediného vodojemu a to z vodojemu VB.

**sousední pásma** - Nesousedí přímo s žádným jiným pásmem.

**důležití odběratelé** - dvě mateřské školy, základní škola, vysoká škola

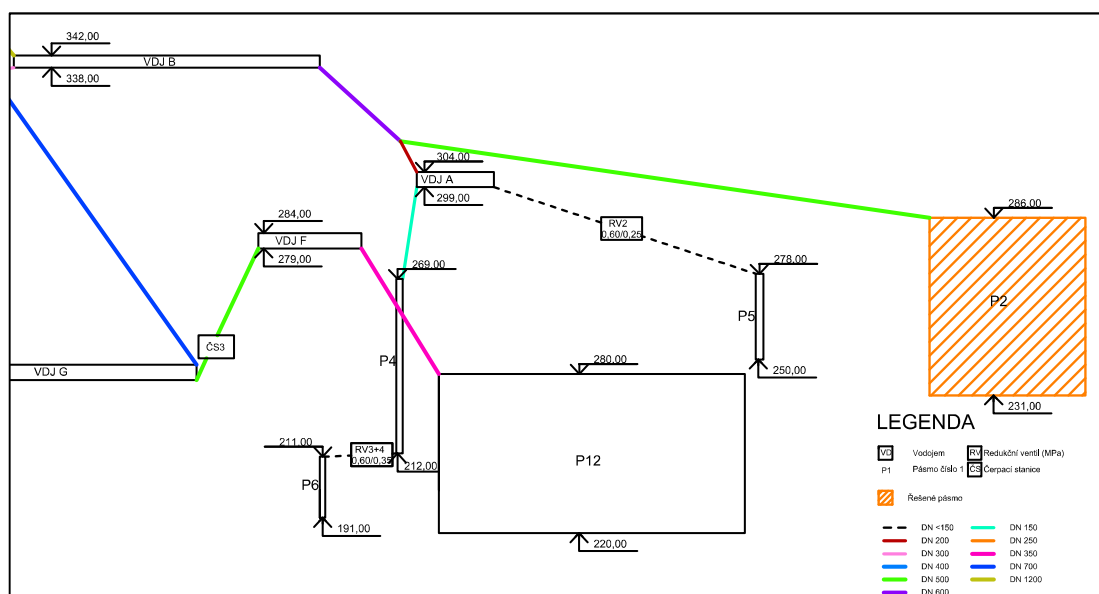
**průměrná spotřeba** - 15,1 l.s-1

**minimální spotřeba** - 3,6 l.s-1

**maximální spotřeba** - 35 l.s-1



**výškové uspořádání** - Rozkládá se v nadmořské výšce 231 - 389 m n. m.

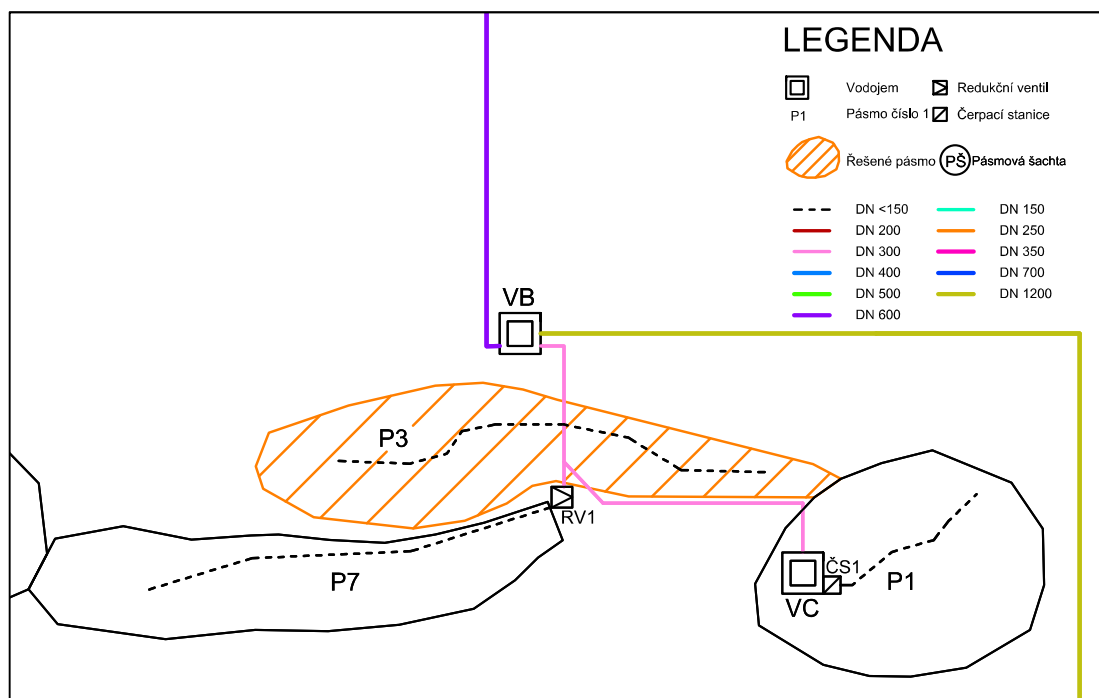


Obr. 24. Pásmo P2 – Řez

**řešení** - Vzhledem k velké oblasti a osamocení pásma, zde není jiná možnost zásobování. Není zde možnost zásobování z vodojemu VA, protože ten leží v nižší nadmořské výšce a nestačilo by svou kapacitou. V případě plánované odstávky nebo poruchy je třeba pásmo zásobovat náhradním mobilním zásobováním.

### 10.3. Pásmo P3

Pásmo P3 je situováno v blízkosti vodojemu VB, ze kterého je také gravitačně zásobeno řadem DN 300. Jeho sousedním pásmem je po pravé straně pásmo P1, které je ve vyšší nadmořské výšce a po straně levé pásmo P7.



Obr. 25. Pásmo P3 – situace

**délka všech úseků** - 14 275 m

**počet obyvatel** - 818 obyvatel

**zdroj** - Jediným vodojem je vodojem VB, který je přímo zásoben z podzemního vodního zdroje.

**sousední pásma** - Sousedním pásmem je po pravé straně pásmo P1 a po levé straně pásmo P7.

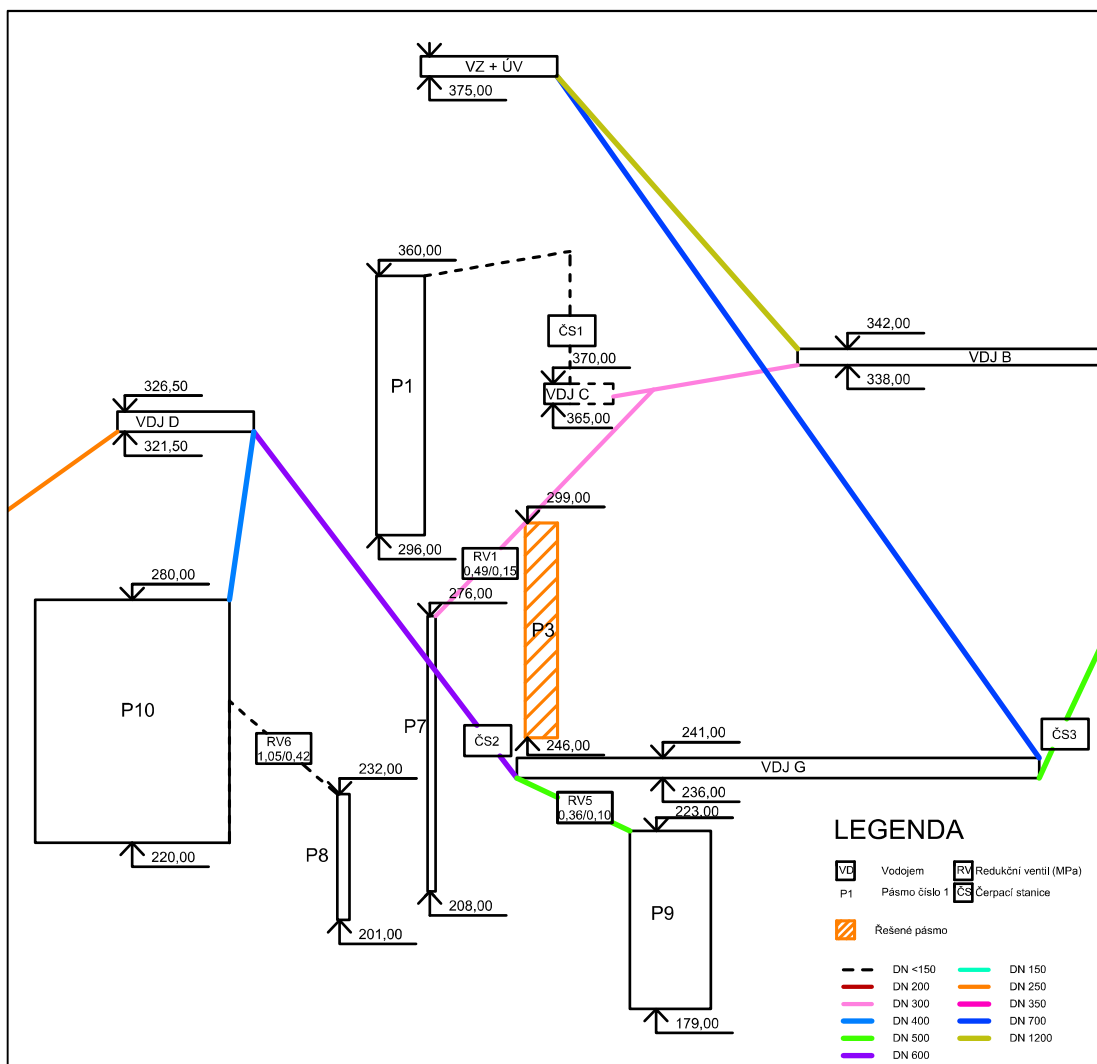
**důležití odběratelé** - dvě základní školy, ordinace, domov důchodců

**průměrná spotřeba** - 2,9 l.s-1

**minimální spotřeba** - 0,9 l.s-1

**maximální spotřeba** - 7,2 l.s-1

**výškové uspořádání** - Rozkládá se v nadmořské výšce 246 - 299 m n. m.

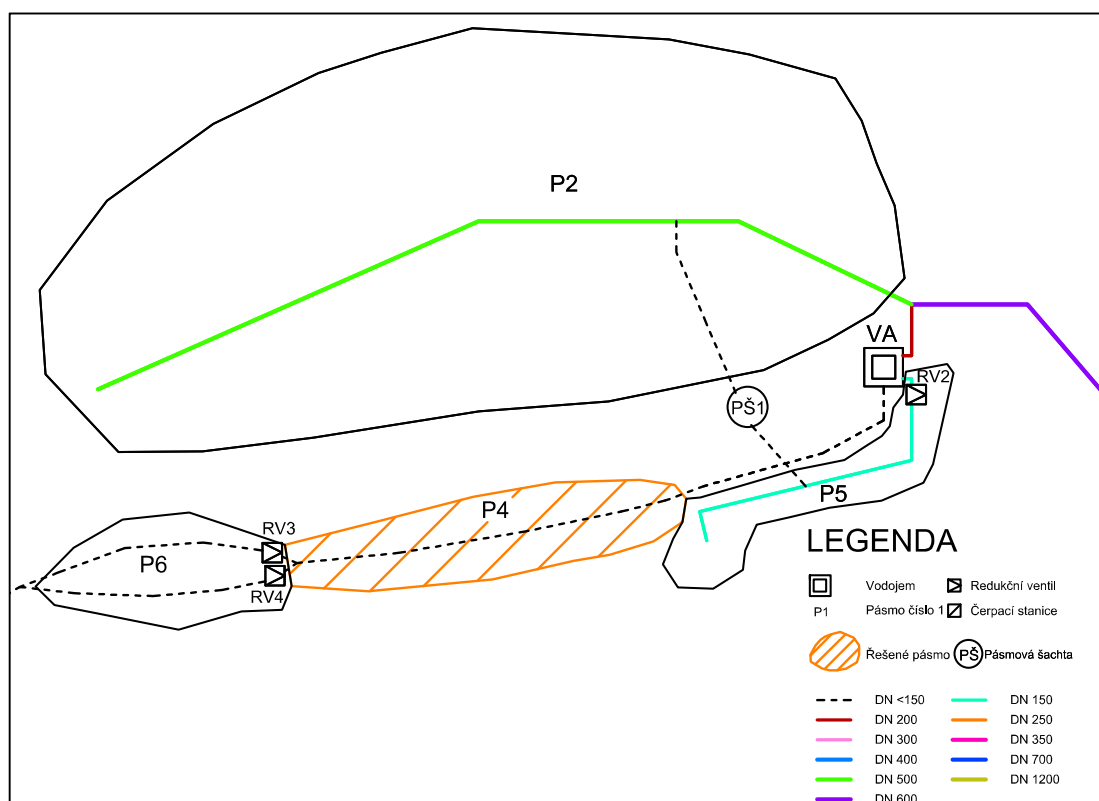


Obr. 26. Pásmo P3 – Řez

**řešení** - Pro toho pásmo není řešení náhradního zásobování, které by bylo provozně a ekonomicky přijatelné. V případě plánované odstávky nebo poruchy je třeba pásmo zásobovat náhradním mobilním zásobováním.

#### 10.4. Pásmo P4

Pásmo P4 je zásobeno gravitačně z vodojemu VA, který je zásoben z vodojemu VB, který je přímo napojen na vodní zdroj. Toto pásmo sousedí na pravé straně s pásmem P5 (pouze sousedí, není zde propojení vodovodním potrubím) a na straně levé s pásmem P6, se kterým sdílí vodovodní řad.



Obr. 27. Pásmo P4 – situace

**délka všech úseků** - 2 622 m

**počet obyvatel** - 170 obyvatel

**zdroj** - Zásobení gravitačně z vodojemu VA.

**sousední pásma** - Z pravé strany pásmo P5 a z levé strany s P6.

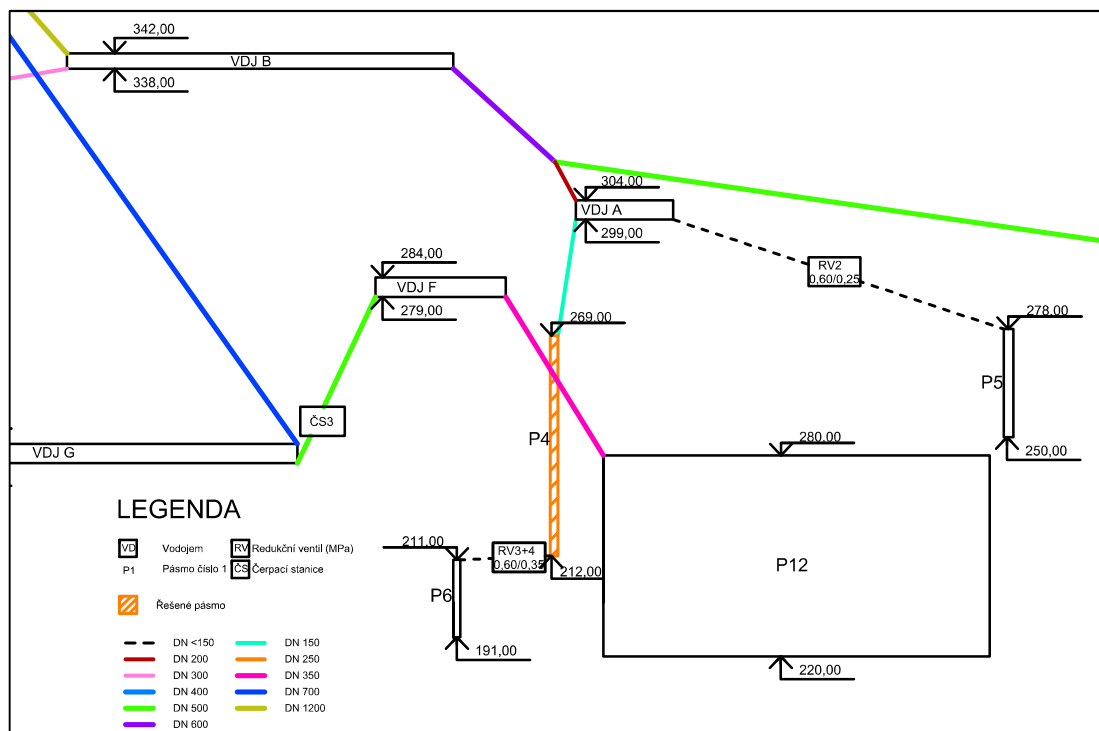
**důležití odběratelé** - nejsou

**průměrná spotřeba** - 0,25 l.s-1

**minimální spotřeba** - 0,1 l.s-1

**maximální spotřeba** - 3,5 l.s-1

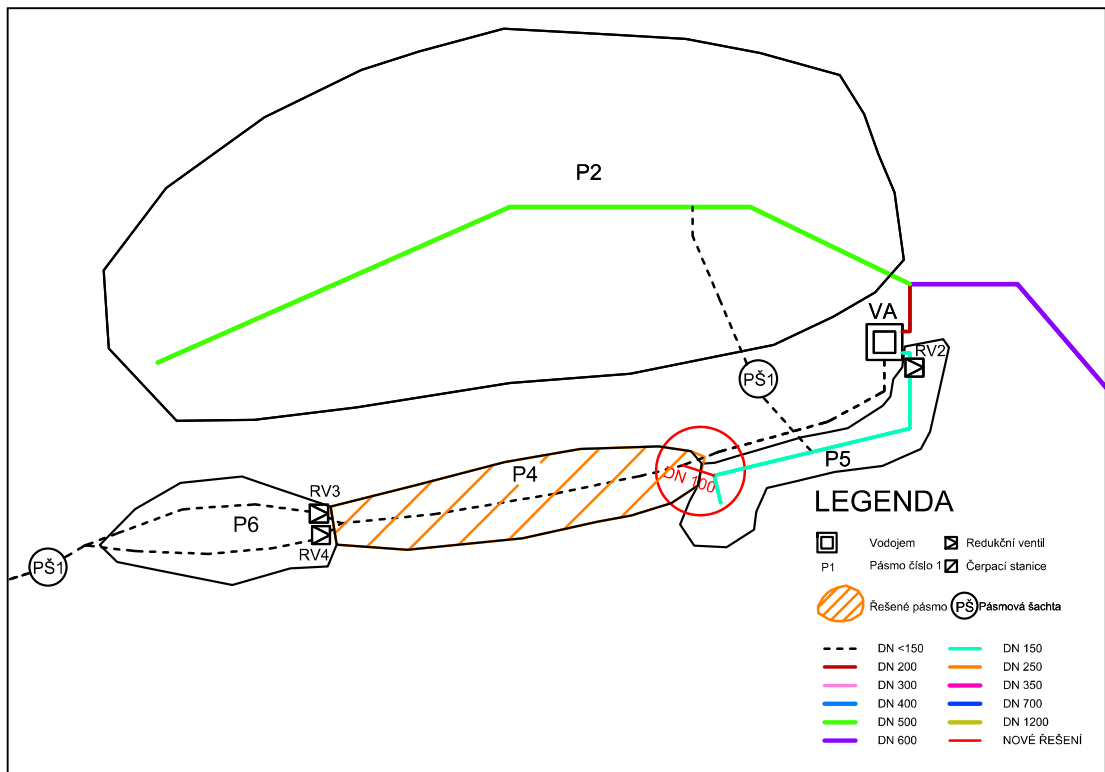
**výškové uspořádání** - Rozkládá se v nadmořské výšce 212 - 269 m n. m.



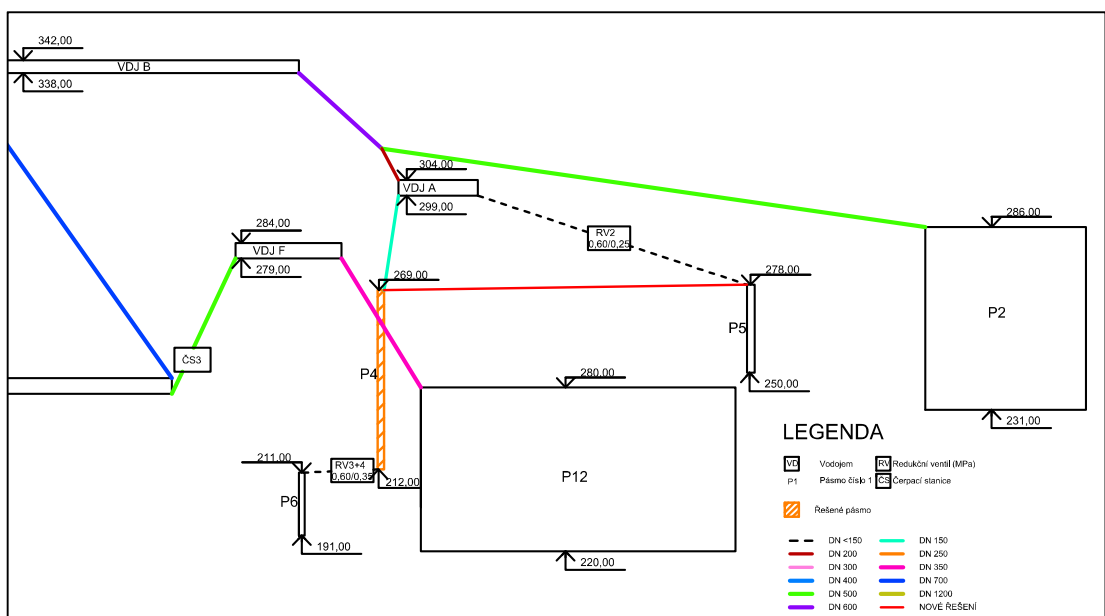
Obr. 28. Pásmo P4 – Řez

**řešení** - Pásmo je možné zásobovat z pásma P5. Pro toto zásobení by bylo nutné vybudovat potrubí o délce 200 metrů.

**návrh řešení:**



Obr. 29. Pásmo P4 - situace – návrhové řešení



Obr. 30. Pásmo P4 – Řez - návrhové řešení

**výpočet:**

Pásmo P4			Pásmo P5		
výška pásma	min	212,00 m n.m.	výška zdroje	min	299,00 m n.m.
	max	269,00 m n.m.		max	304,00 m n.m.
průtoky	Qd	0,25 l.s <sup>-1</sup>	průtoky	Qd	0,50 l.s <sup>-1</sup>
	Qm	0,32 l.s <sup>-1</sup>		Qm	0,65 l.s <sup>-1</sup>
	Qh	0,74 l.s <sup>-1</sup>		Qh	1,48 l.s <sup>-1</sup>
koeficienty	kd	1,29	koeficienty	kd	1,29
	kh	2,30		kh	2,30
délka	l	2,26 km	délka	l	1,60 km
data z tabulky	i	0,37 m/1000 m	data z tabulky	i	0,38 m/1000 m
DN 100	v	0,10 m.s <sup>-1</sup>	DN 150	v	0,15 m.s <sup>-1</sup>

úsek	DN	L (km)	Q (l.s <sup>-1</sup> )	v (m.s <sup>-1</sup> )	i (‰)	h (m)
pásmo P5	150	1,60	2,23	0,15	0,38	0,61
meziúsek P5-P4	100	0,20	0,74	0,10	0,37	0,07
pásmo P4	100	2,06	0,74	0,10	0,37	0,76

$\Sigma h$  1,45

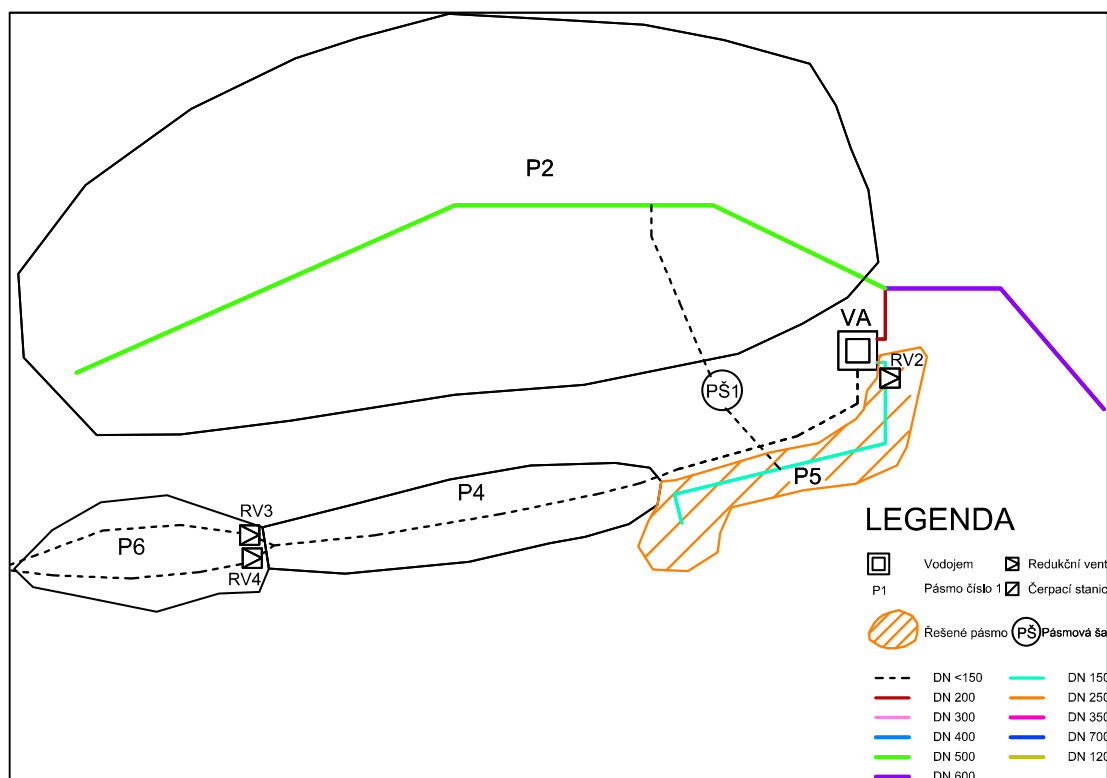
MNV =	272,55	>	269,00 m n. m.
-------	--------	---	----------------

*Tab. 2. Výpočet pro pásmo P4*

**závěr** - Dle výpočtů vychází tato varianta jako vhodné řešení. Jsme schopni zásobit s dosažením minimálního potřebného tlaku 25 metrů pásmo ve výšce 272,55 m n. m. a naše pásmo má nejvyšší nadmořskou výšku 269,00 m n.m. Protože zde nepřekročíme maximální tlak 60 metrů, není nutný návrh redukčního ventilu.

## 10.5. Pásmo P5

Pásmo P5 je gravitačně přes redukční ventil RV2 zásobeno z vodojemu VA řadem DN 150, které je zásobeno z vodojemu VB, který je přímo napojen na podzemní vodní zdroj. Pásmo má jediné sousední pásmo P4, se kterým není spojeno vodovodním řadem. V blízkosti se nachází pásmo P2, se kterým je pásmo P5 propojeno řadem. Toto propojení je trvale uzavřené, na jeho otevření by bylo nutné vybudovat redukční ventil.



Obr. 31. Pásmo P5 – situace

**délka všech úseků** - 3 505 m

**počet obyvatel** - 220 obyvatel

**zdroj** - Pásmo je zásobeno gravitačně přes redukční ventil RV2 z vodojemu VA.

**sousední pásma** - Jediným sousedním pásmem je pásmo P4.

**důležití odběratelé** - mateřská škola, základní škola, vysoká škola

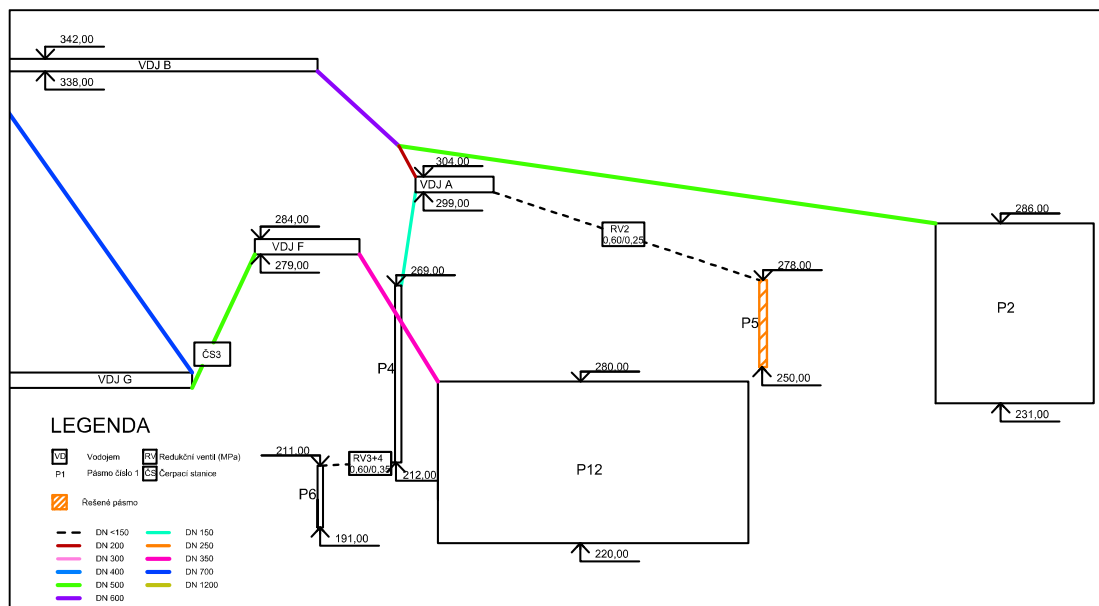
**průměrná spotřeba** - 0,5 l.s-1

**minimální spotřeba** - 0,1 l.s-1

**maximální spotřeba** - 4,9 l.s-1



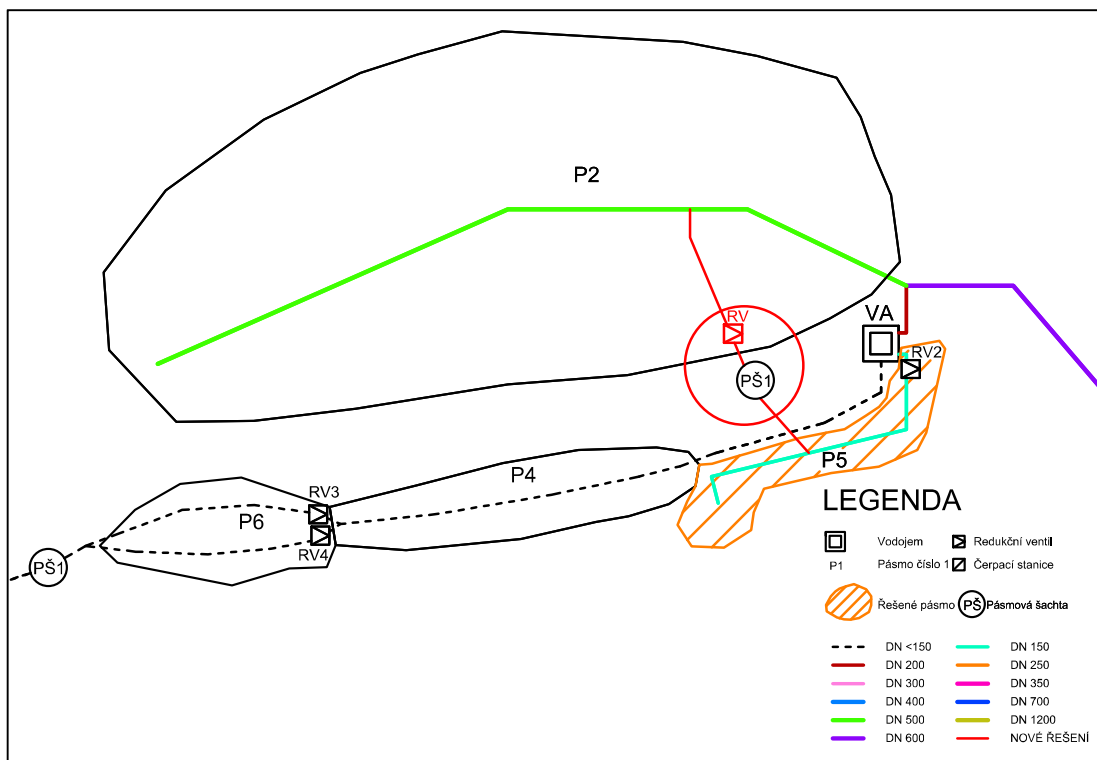
**výškové uspořádání** - Rozkládá se v nadmořské výšce 250 - 278 m n. m.



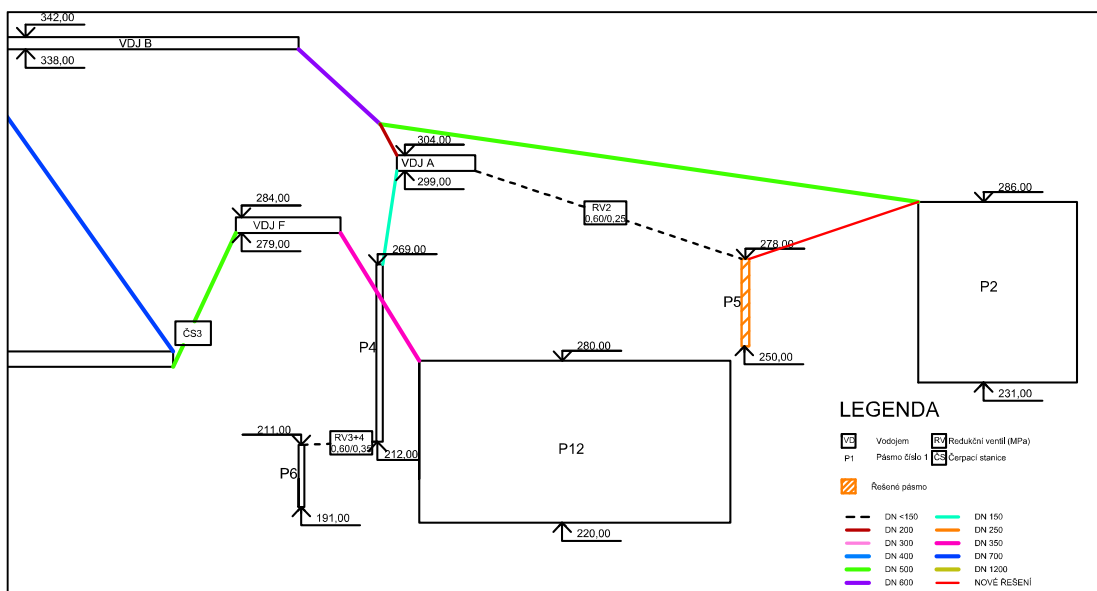
Obr. 32. Pásmo P5 – Řez

**řešení** - Pásmo je možné zásobovat z pásma P2. Nejprve je nutné zjistit stav propojeného vodovodního potrubí a poté vybudovat redukční ventil, který zredukuje tlak na přijatelnou hodnotu.

návrh řešení:



Obr. 33. Pásmo P5 - situace – návrhové řešení



Obr. 34. Pásmo P5 – Řez – návrhové řešení

**výpočet:**

Pásmo P5			Pásmo P2		
výška pásma	min	250,00 m n.m.	výška zdroje	min	338,00 m n.m.
	max	278,00 m n.m.		max	342,00 m n.m.
průtoky	Qd	0,50 l.s <sup>-1</sup>	průtoky	Qd	15,10 l.s <sup>-1</sup>
	Qm	0,65 l.s <sup>-1</sup>		Qm	19,48 l.s <sup>-1</sup>
	Qh	1,48 l.s <sup>-1</sup>		Qh	44,80 l.s <sup>-1</sup>
koeficienty	kd	1,29	koeficienty	kd	1,29
	kh	2,30		kh	2,30
délka	l	3,08 km	délka	l	0,80 km
data z tabulky	i	0,16 m/1000 m	data z tabulky	i	0,16 m/1000 m
DN 150	v	0,09 m.s <sup>-1</sup>	DN 150	v	0,09 m.s <sup>-1</sup>
			délka	l	1,68 km
			data z tabulky	i	0,12 m/1000 m
			DN 500	v	0,24 m.s <sup>-1</sup>
			délka	l	2,20 km
			data z tabulky	i	0,05 m/1000 m
			DN 600	v	0,17 m.s <sup>-1</sup>

úsek	DN	L (km)	Q (l.s <sup>-1</sup> )	v (m.s <sup>-1</sup> )	i (‰)	h (m)
VB - P2	600	2,20	47,77	0,17	0,05	0,12
pásmo P2	500	1,68	46,29	0,24	0,12	0,21
meziúsek P2-P5	150	0,80	1,48	0,09	0,16	0,13
pásmo P5	150	3,08	1,48	0,09	0,16	0,49
					Σh	0,94

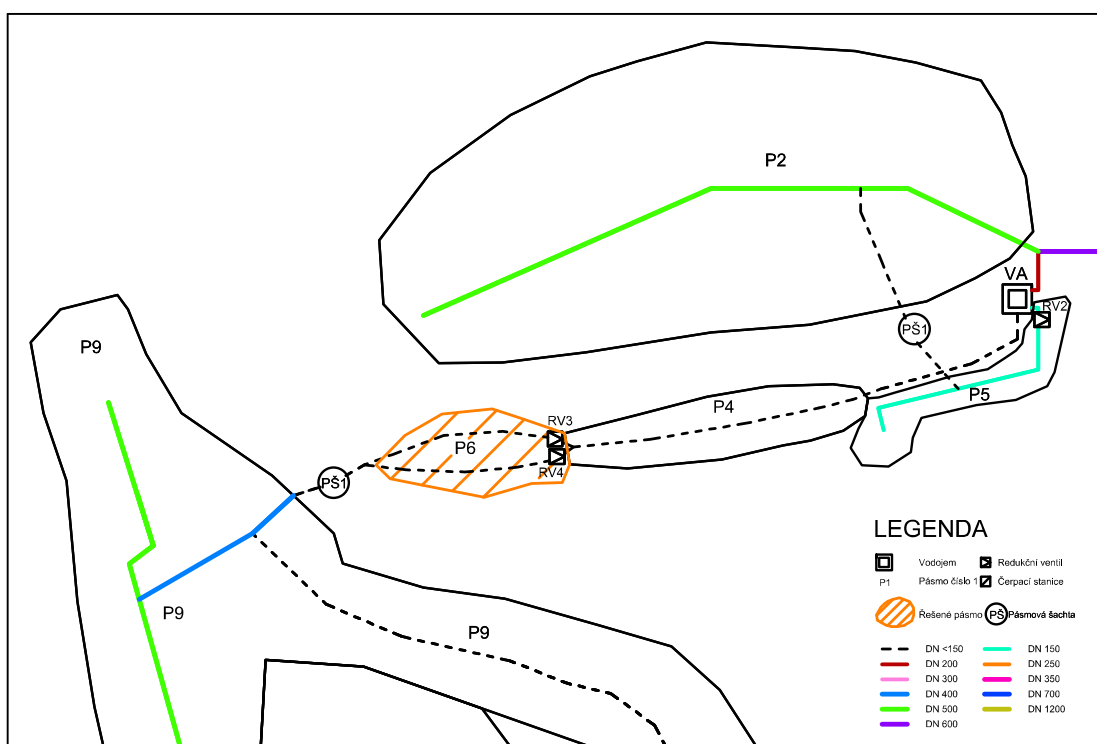
MNV =	312,06	>	278,00 m n. m.
-------	--------	---	----------------

Tab. 3. Výpočet pro pásmo P5

**závěr** - Dle výpočtů vychází tato varianta jako vhodné řešení. Jsme schopni zásobit s dosažením minimálního potřebného tlaku 25 metrů pásmo ve výšce 312,06 m n. m. a naše pásmo má nejvyšší nadmořskou výšku 278,00 m n. m. Protože je zde riziko překročení maximálního tlaku 60 metrů (dostáváme se na hodnotu 61,06 metrů), měl by zde být navržený redukční ventil. Víme, že v některých případech je možné připustit maximální tlak 70 metrů, proto rozhodnutí o pořízení redukčního ventilu by mělo být zváženo investorem.

## 10.6. Pásmo P6

Pásmo P6 je zásobeno gravitačně z vodojemu VA. Z tohoto vodojemu jsou použity redukční ventily RV3 a RV4, kvůli snížení tlaku. Vstupní tlak do redukčních ventilů je 0,6 Mpa a výstupní 0,35 Mpa. Pásmo sousedí s pásmem P4 se kterým je spojeno vodovodním řadem, přes toto pásmo získává pitnou vodu. Na levé straně je nepoužívané propojení s pásmem P9. Část tohoto potrubí je v havarijním stavu a pro užívání tohoto propojení je nutná jeho výměna.



Obr. 35. Pásmo P6 – situace

**délka všech úseků** - 695 m

**počet obyvatel** - 120 obyvatel

**zdroj:** Zásobeno gravitačně přes redukční ventil RV3 a RV4 z vodojemu VA, který je zásoben vodojemem VB.

**sousední pásma** - Jediné sousední pásmo je pásmo P4.

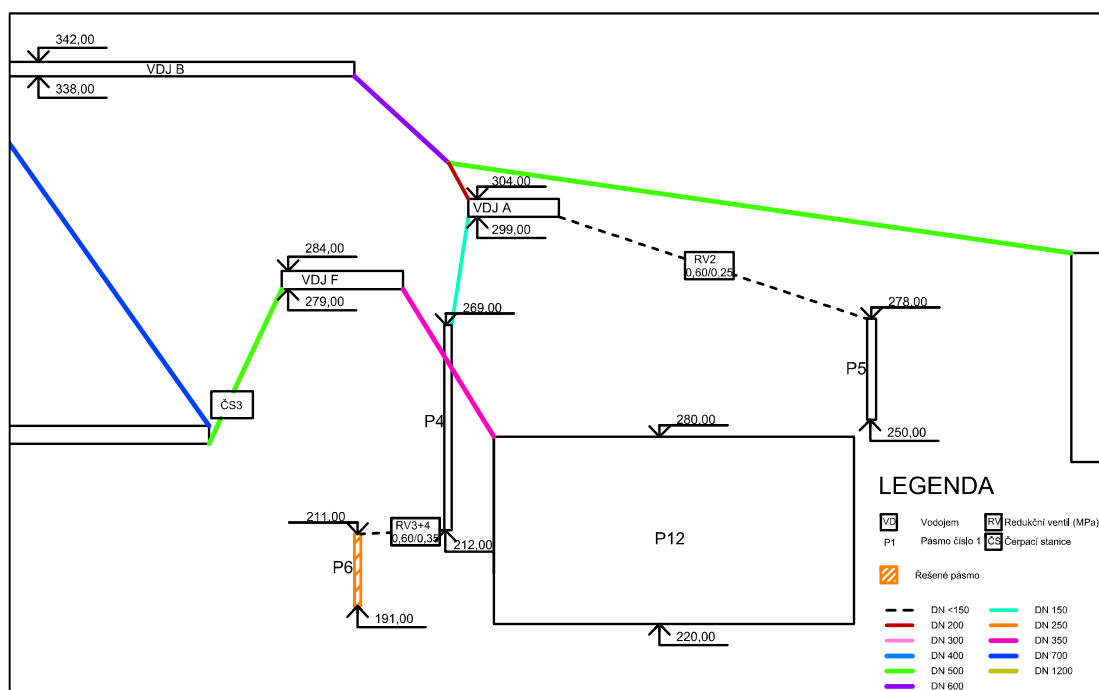
**důležití odběratelé** - nejsou

**průměrná spotřeba** - 0,25 l.s-1

**minimální spotřeba** - 0,1 l.s-1

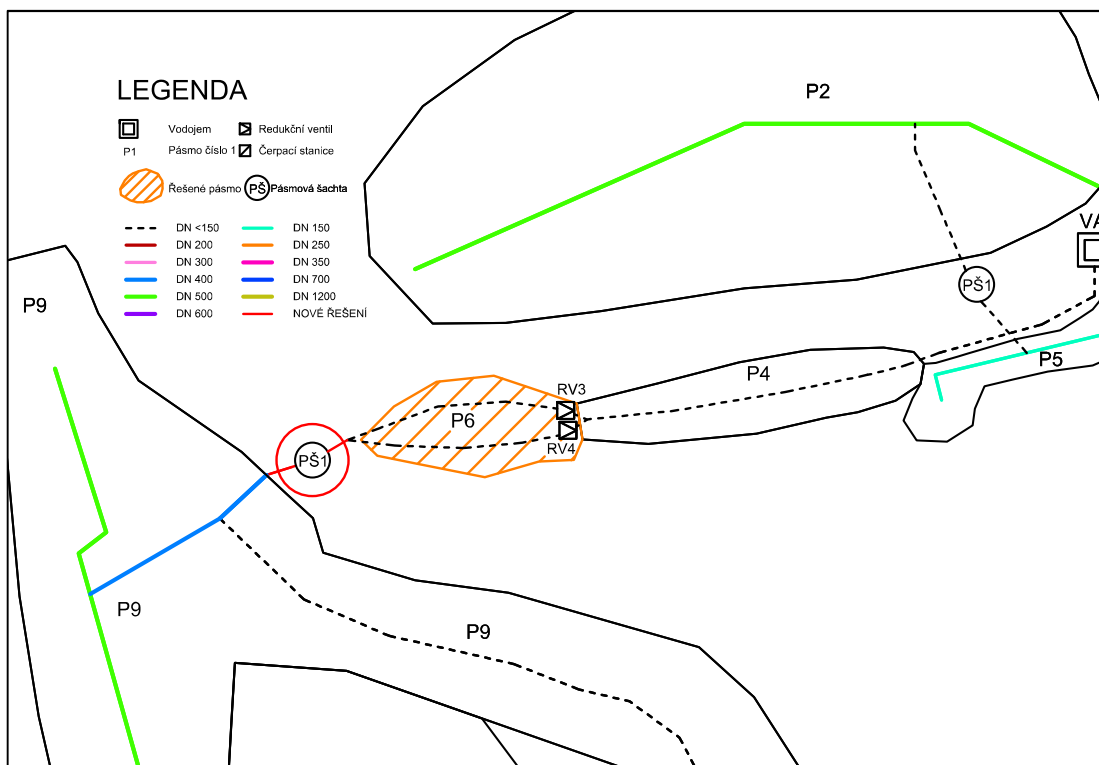
**maximální spotřeba** - 3,5 l.s-1

**výškové uspořádání** - Rozkládá se v nadmořské výšce 219 - 211 m n. m.

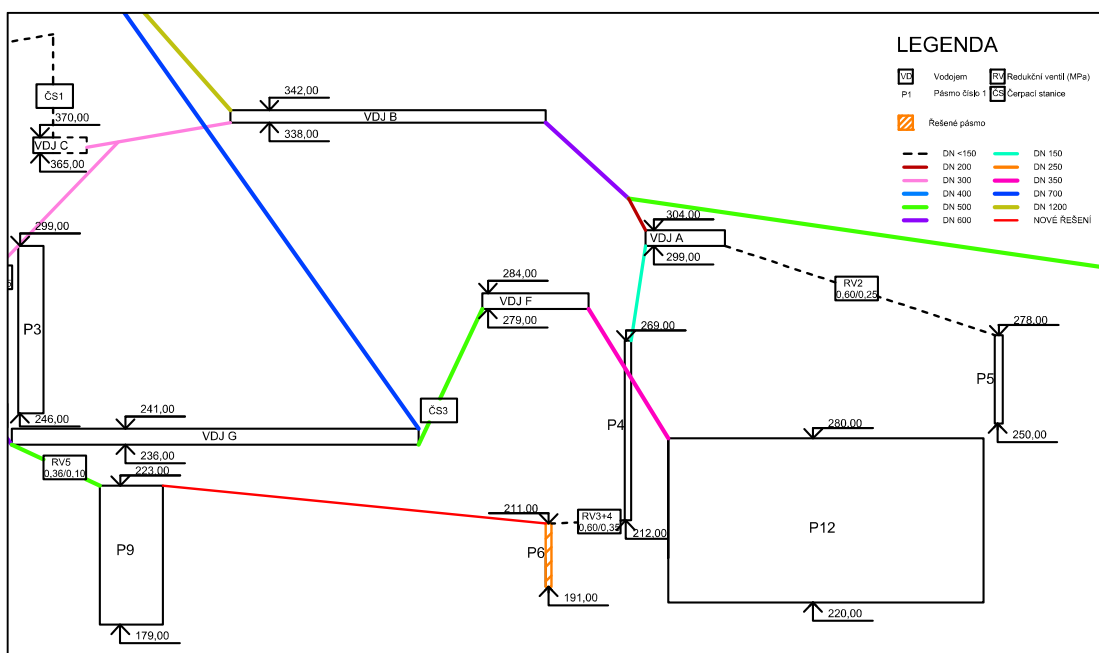


Obr. 36. Pásmo P6 – Řez

**řešení** - Pásmo je možné zásobovat z pásma P9 za předpokladu, že proběhne rekonstrukce části potrubí, kterým jsou tato pásma spojena.



Obr. 37. Pásmo P6 - situace – návrhové řešení



Obr. 38. Pásmo P6 – Řez – návrhové řešení

**výpočet:**

Pásmo P6			Pásmo P9		
výška pásma	min	191,00 m n.m.	výška zdroje	min	240,00 m n.m.
	max	211,00 m n.m.		max	245,00 m n.m.
průtoky	Qd	0,25 l.s <sup>-1</sup>	průtoky	Qd	11,10 l.s <sup>-1</sup>
	Qm	0,32 l.s <sup>-1</sup>		Qm	14,32 l.s <sup>-1</sup>
	Qh	0,74 l.s <sup>-1</sup>		Qh	32,93 l.s <sup>-1</sup>
koeficienty	kd	1,29	koeficienty	kd	1,29
	kh	2,30		kh	2,30
délka	l	0,69 km	délka	l	0,30 km
data z tabulky	i	1,61 m/1000 m	data z tabulky	i	0,37 m/1000 m
DN 100	v	0,35 m.s <sup>-1</sup>	DN 100	v	0,10 m.s <sup>-1</sup>
			délka	l	1,84 km
			data z tabulky	i	0,11 m/1000 m
			DN 400	v	0,21 m.s <sup>-1</sup>
			délka	l	3,70 km
			data z tabulky	i	0,20 m/1000 m
			DN 500	v	0,27 m.s <sup>-1</sup>

úsek	DN	L (km)	Q (l.s <sup>-1</sup> )	v (m.s <sup>-1</sup> )	i (‰)	h (m)
pásmo P9	400	1,84	33,68	0,27	0,20	0,37
	500	3,70	33,68	0,21	0,11	0,42
meziúsek P9-P6	100	0,30	0,74	0,10	0,37	0,11
pásmo P6	100	0,69	0,74	0,10	0,37	0,25
					Σh	1,15

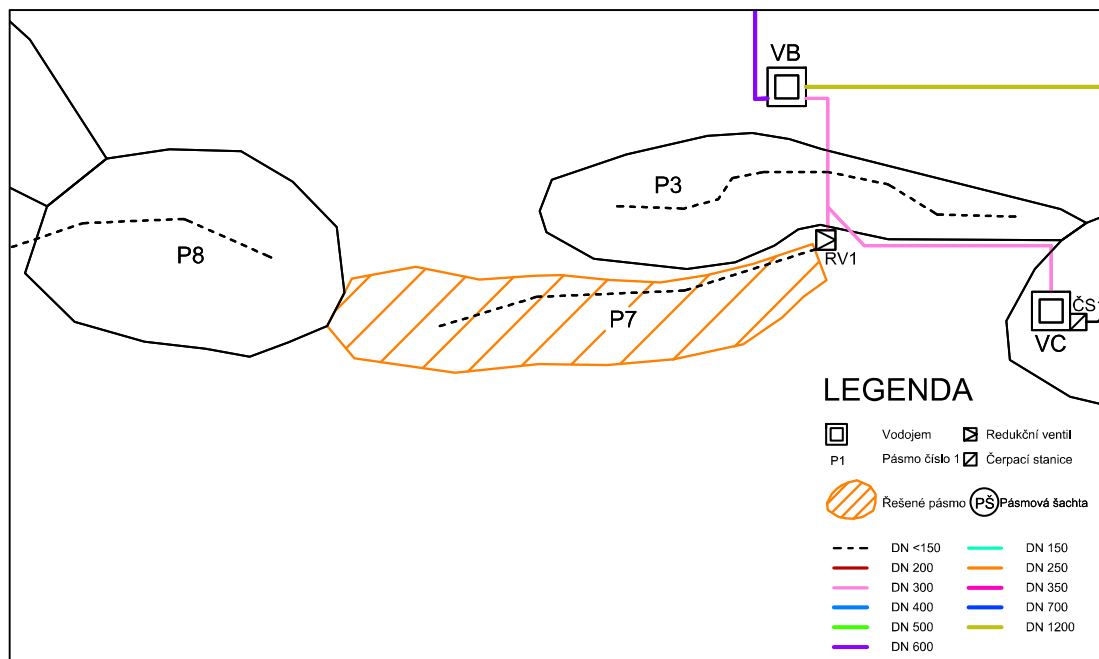
MNV =	213,85	>	211,00 m n. m.
-------	--------	---	----------------

Tab. 4. Výpočet pro pásno P6

**závěr** - Dle výpočtů vychází tato varianta jako vhodné řešení. Jsme schopni zásobit s dosažením minimálního potřebného tlaku 25 metrů pásno ve výšce 213,85 m n. m. a naše pásno má nejvyšší nadmořskou výšku 211,00 m n. m. Protože zde nepřekročíme maximální tlak 60 metrů, není nutný návrh redukčního ventilu.

### 10.7. Pásmo P7

Pásmo P7 je zásobováno gravitačně přes redukční ventil RV1 z vodojemu VB, do kterého je voda přiváděna také gravitačně z podzemního vodního zdroje. Toto pásmo sousedí s pásmem P3 a P8.



Obr. 39. Pásmo P7 – situace

**délka všech úseků** - 3 585 m

**počet obyvatel** - 168 obyvatel

**zdroj** - Zásobeno gravitačně přes redukční ventil RV1 z vodojemu VB, který je přímo napojen na vodní zdroj.

**sousední pásma** - Pásmo sousedí s pásmem P3 vpravo a P8 vlevo, ale s žádným z nich nemá spojený vodovodní řad.

**důležití odběratelé** - nejsou

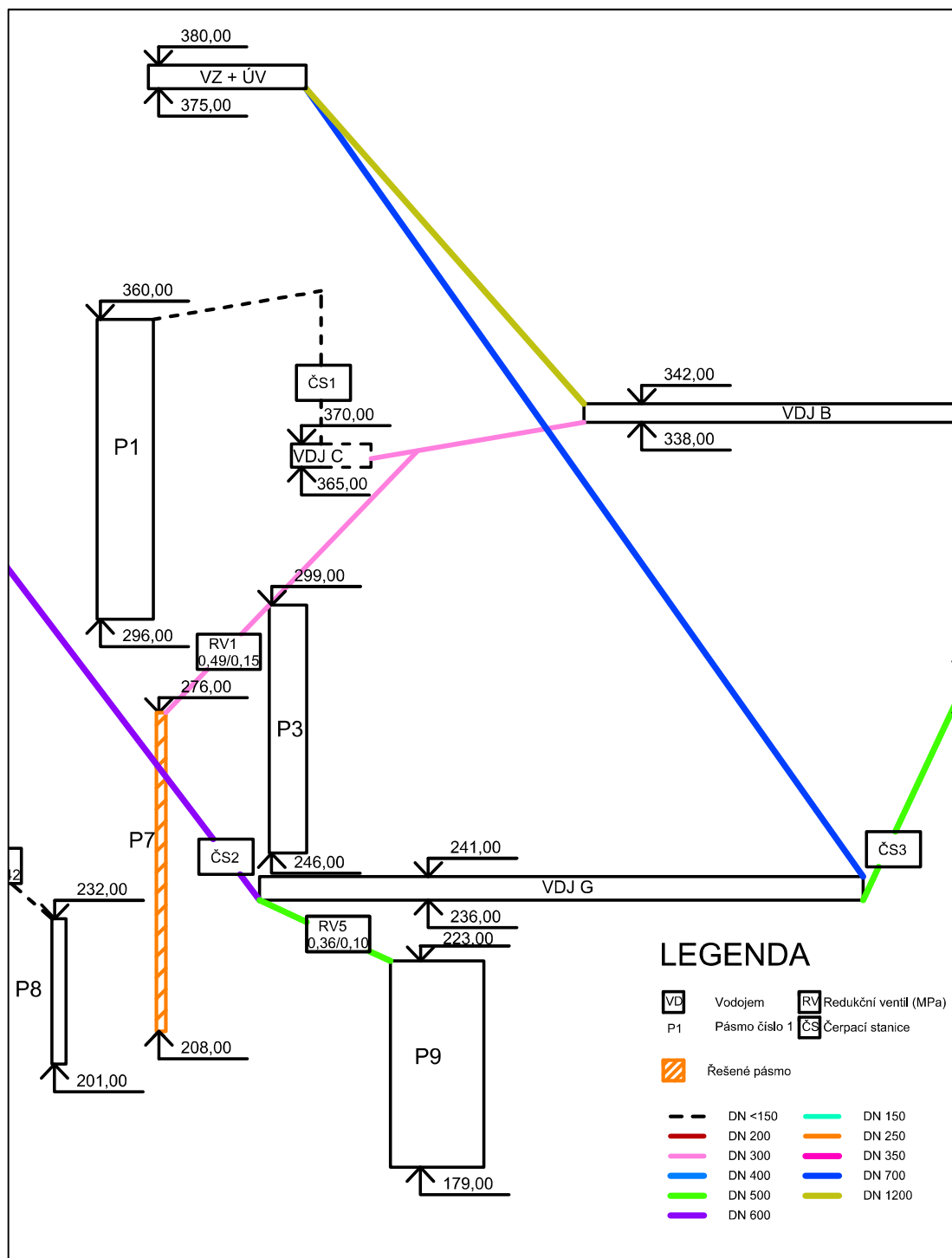
**průměrná spotřeba** - 0,7 l.s-1

**minimální spotřeba** - 0,2 l.s-1

**maximální spotřeba** - 1,6 l.s-1

**výškové uspořádání** - Rozkládá se v nadmořské výšce 208 - 276 m n. m.



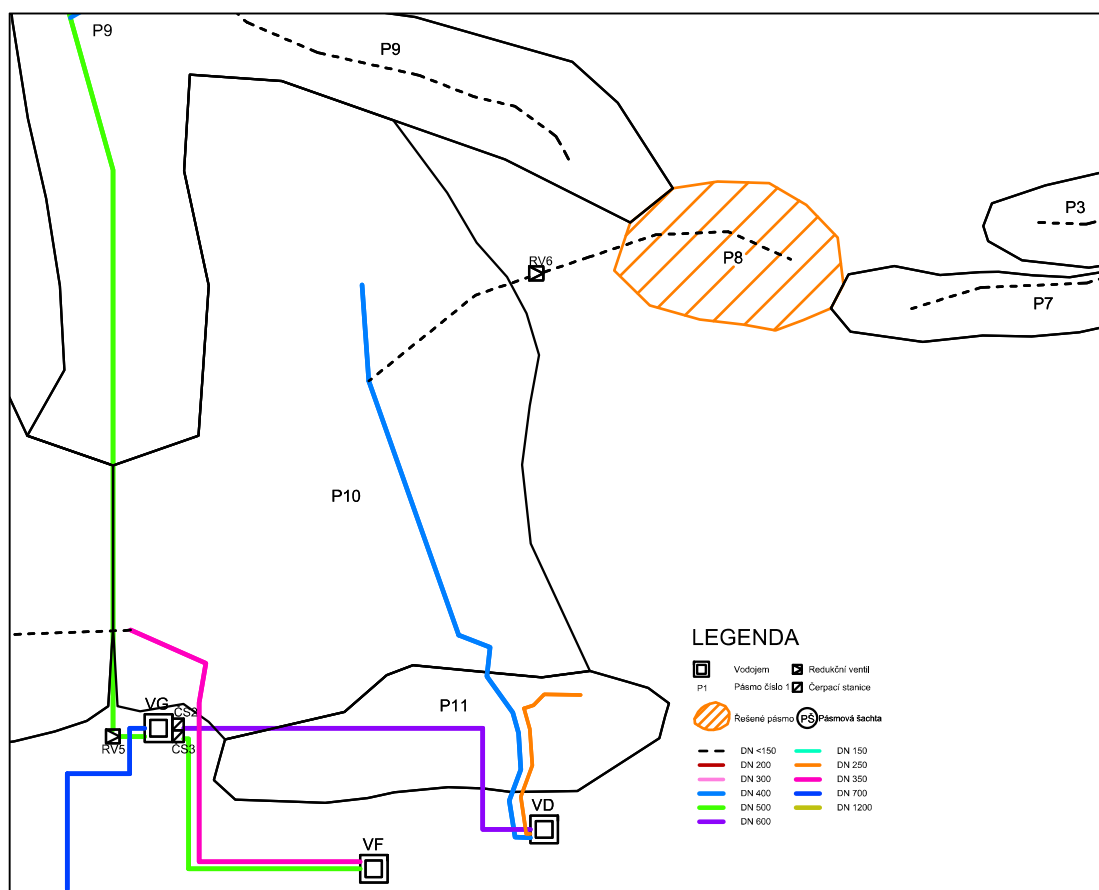


Obr. 40. Pásma P7 – Řez

**řešení** - Pásma P7 není možné zásobovat jinou cestou než současnou. V případě plánované odstávky nebo poruchy je třeba pásma zásobovat náhradním mobilním zásobováním.

## 10.8. Pásmo P8

Pásmo P8 je zásobováno samospádem z vodojemu VD, který je zásobován výtlačným systémem z vodojemu VG, který je napojen přímo na podzemní zdroj vody. Při zásobování pásma je využito redukčního ventilu RV6, který slouží ke správnému vyrovnání tlaku. Pásmo sousedí s pásmy P7, P9 a P10, ale pouze s pásmem P10 je spojeno vodovodním řadem.



Obr. 41. Pásmo 8 – situace

**délka všech úseků** - 1 638 m

**počet obyvatel** - 322 obyvatel

**zdroj** - Zásobeno z vodojemu VD přes pásma P11 a P10. Využití redukčního ventilu RV6, vstupní tlak je 1,05 MP a výstupní je 0,42 MPa.

**sousední pásma** - Sousedí s pásmem P10, ze kterého je zásobeno, a s pásmem P9 a P7, se kterými není řadem spojeno.

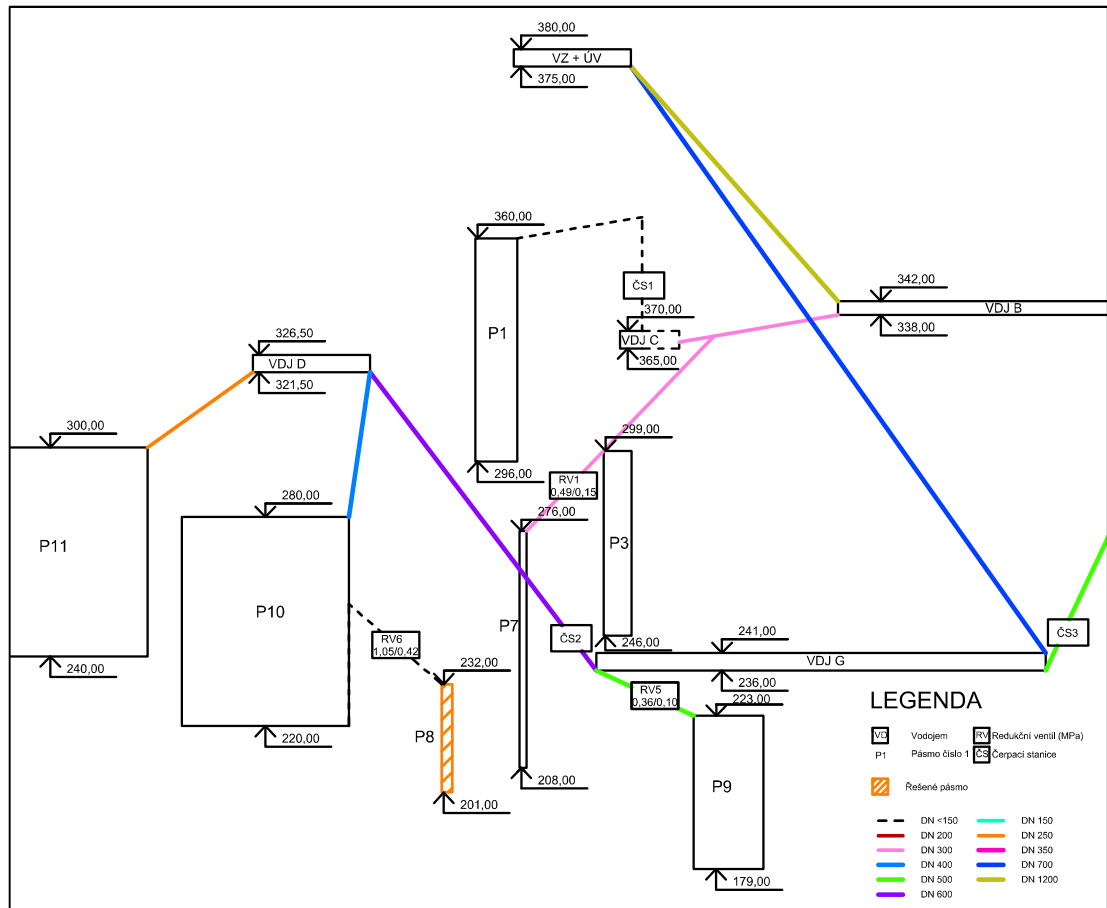
**důležití odběratelé** - nejsou

**průměrná spotřeba** - 0,3 l.s-1

*minimální spotřeba* - 0 l.s-1

*maximální spotřeba* - 0,9 l.s-1

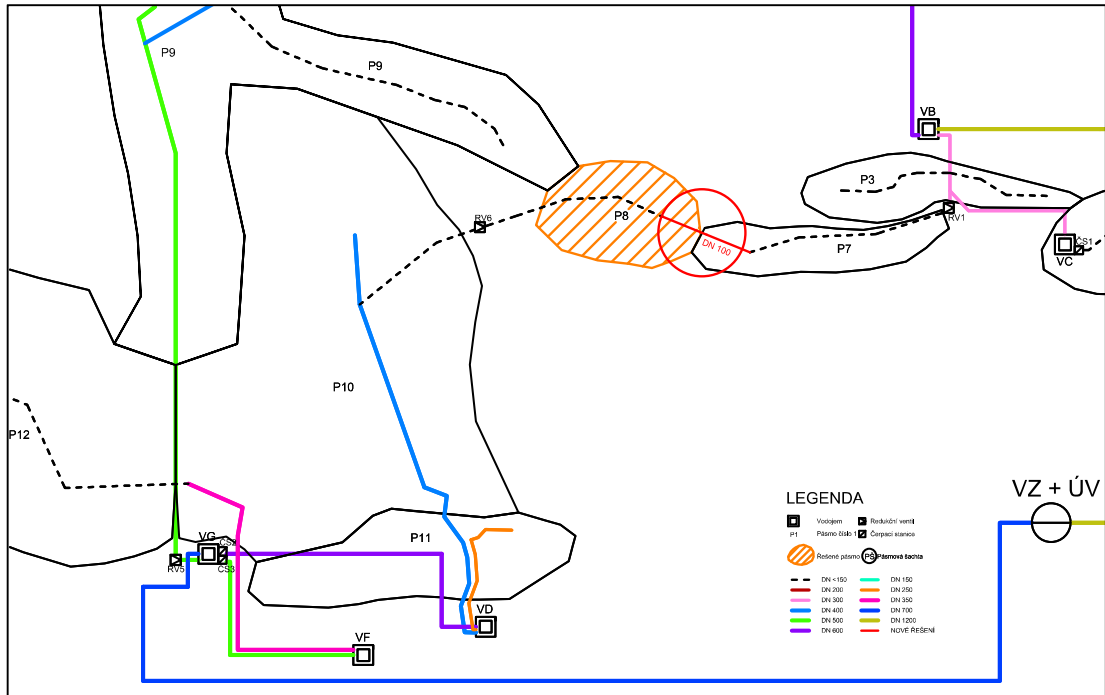
*výškové uspořádání* - Rozkládá se v nadmořské výšce 201 - 232 m n. m.



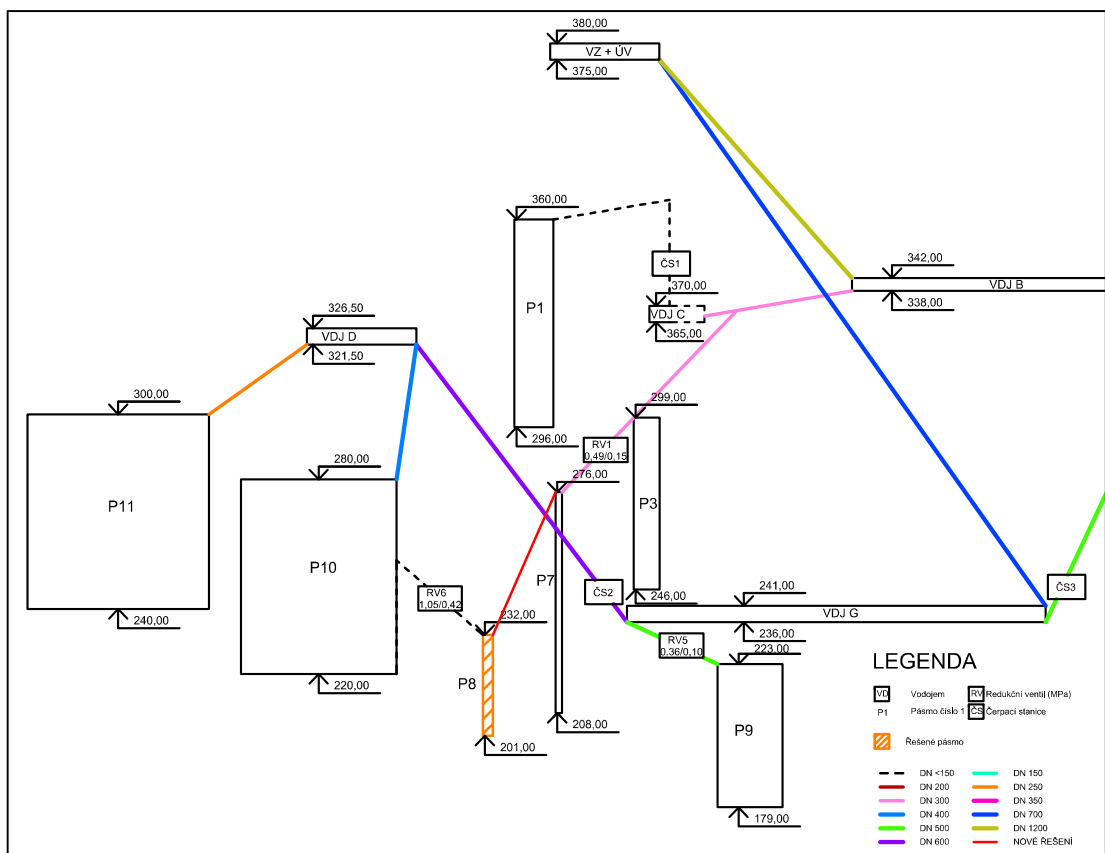
Obr. 42. Pásmo P8 – Řez

**řešení** - Pásmo by bylo možné zásobovat z pásma P7. Pro toto zásobení by bylo nutné vybudovat vodovodní řad a použít redukční ventil, kvůli optimalizaci tlaku.

**návrh řešení:**



**Obr. 43. Pásmo P8 - situace – návrhové řešení**



**Obr. 44. Pásmo P8 – Řez – návrhové řešení**

**výpočet:**

Pásmo P8			Pásmo P7		
výška pásma	min	201,00 m n.m.	výška zdroje	min	289,00 m n.m.
	max	232,00 m n.m.		max	294,00 m n.m.
průtoky	Qd	0,30 l.s <sup>-1</sup>	průtoky	Qd	0,70 l.s <sup>-1</sup>
	Qm	0,39 l.s <sup>-1</sup>		Qm	0,90 l.s <sup>-1</sup>
	Qh	0,89 l.s <sup>-1</sup>		Qh	2,08 l.s <sup>-1</sup>
koeficienty	kd	1,29	koeficienty	kd	1,29
	kh	2,30		kh	2,30
délka	l	0,63 km	délka	l	1,20 km
data z tabulky	i	0,18 m/1000 m	data z tabulky	i	1,40 m/1000 m
DN 100	v	0,10 m.s <sup>-1</sup>	DN 150	v	0,32 m.s <sup>-1</sup>

úsek	DN	L (km)	Q (l.s <sup>-1</sup> )	v (m.s <sup>-1</sup> )	i (‰)	h (m)
pásmo P7	100	0,90	2,97	0,38	3,759	3,368064
meziúsek P7-P8	100	0,30	0,89	0,13	0,538	0,1614
pásmo P8	100	0,63	0,89	0,13	0,538	0,33625
<b>Σh</b>						3,865714

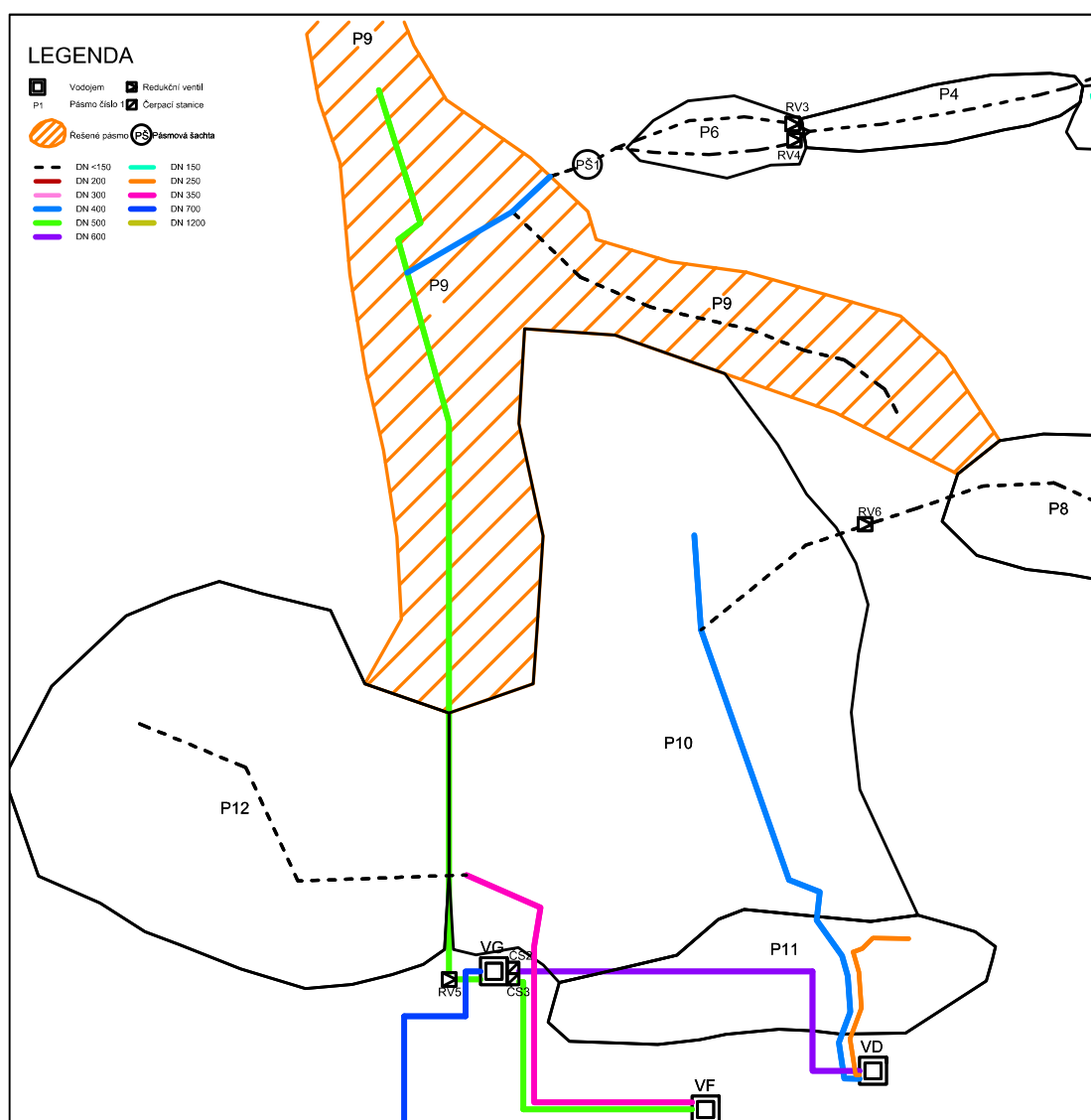
MNV =	260,13	>	232,00 m n. m.
-------	--------	---	----------------

*Tab. 5. Výpočet pro pásno P8*

**závěr** - Dle výpočtů vychází tato varianta jako vhodné řešení. Jsme schopni zásobit s dosažením minimálního potřebného tlaku 25 metrů pásno ve výšce 260,13 m n. m. a naše pásno má nejvyšší nadmořskou výšku 232,00 m n. m. Protože zde nepřekročíme maximální tlak 60 metrů, není nutný návrh redukčního ventilu.

## 10.9. Pásmo P9

Pásmo P9 je svou rozlohou největší pásmo. Zásobení je zajištěno gravitačně za použití redukčního ventilu RV5 z vodojemu VG, který je zásoben přímo z podzemního vodního zdroje. Pásmo sousedí s pásmem P8, P10 a P12, ale ani s jedním není spojeno vodovodním řadem. Spojení vodovodním řadem je s pásmem P6. Toto spojení není používáno, kvůli špatnému stavu vodovodního potrubí.



Obr. 45. Pásmo 9 – situace

**délka všech úseků** - 17 298 m

**počet obyvatel** - 2 006 obyvatel

**zdroj** - Zásobování z vodojemu VG, který je přímo zásoben ze zdroje. Použití redukčního ventilu RV 5, kvůli optimalizaci tlaků.

**sousední pásma** - Pásma sousedí s pásmy: P8, P10 a P12.

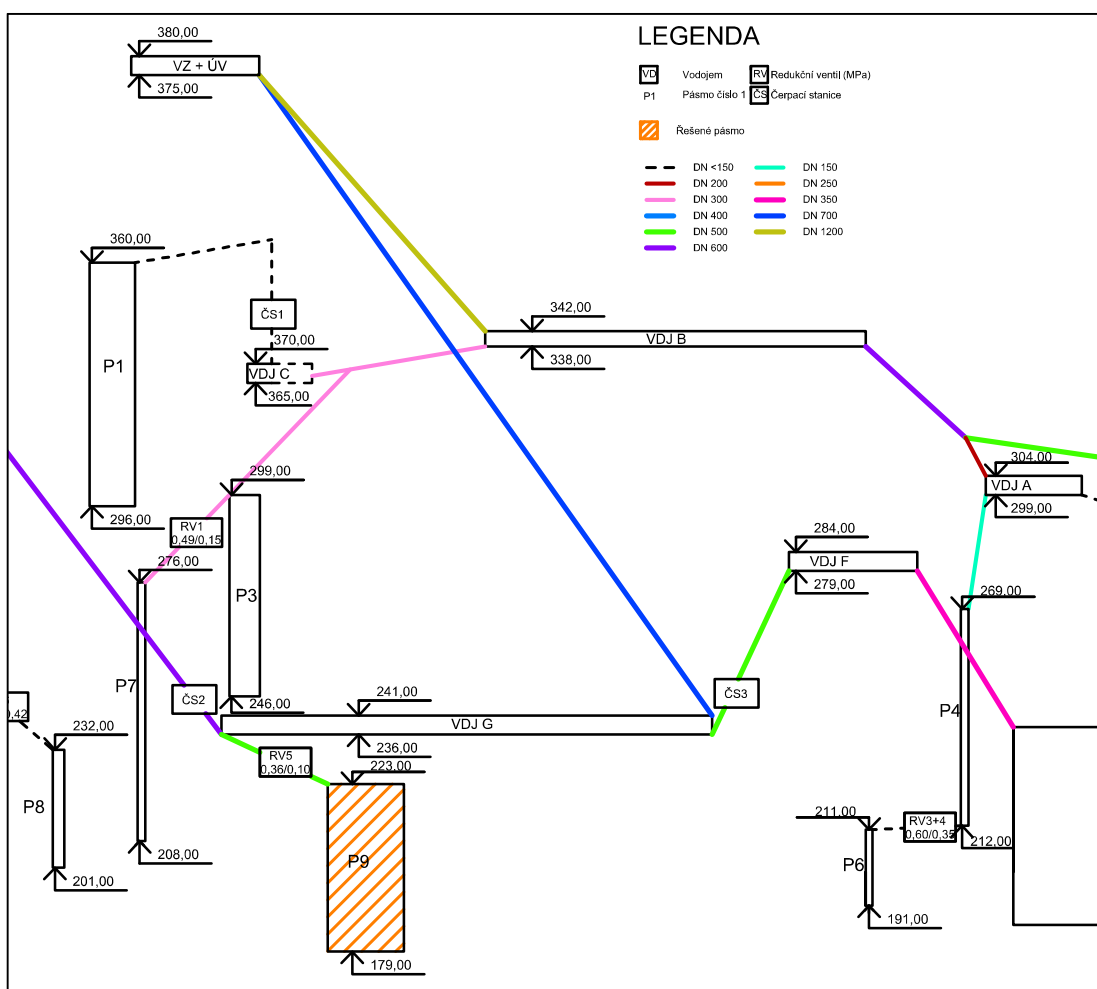
**důležití odběratelé** - tři základní školy, vysoké školy

**průměrná spotřeba** - 11,1 l.s-1

**minimální spotřeba** - 6,2 l.s-1

**maximální spotřeba** - 35,1 l.s-1

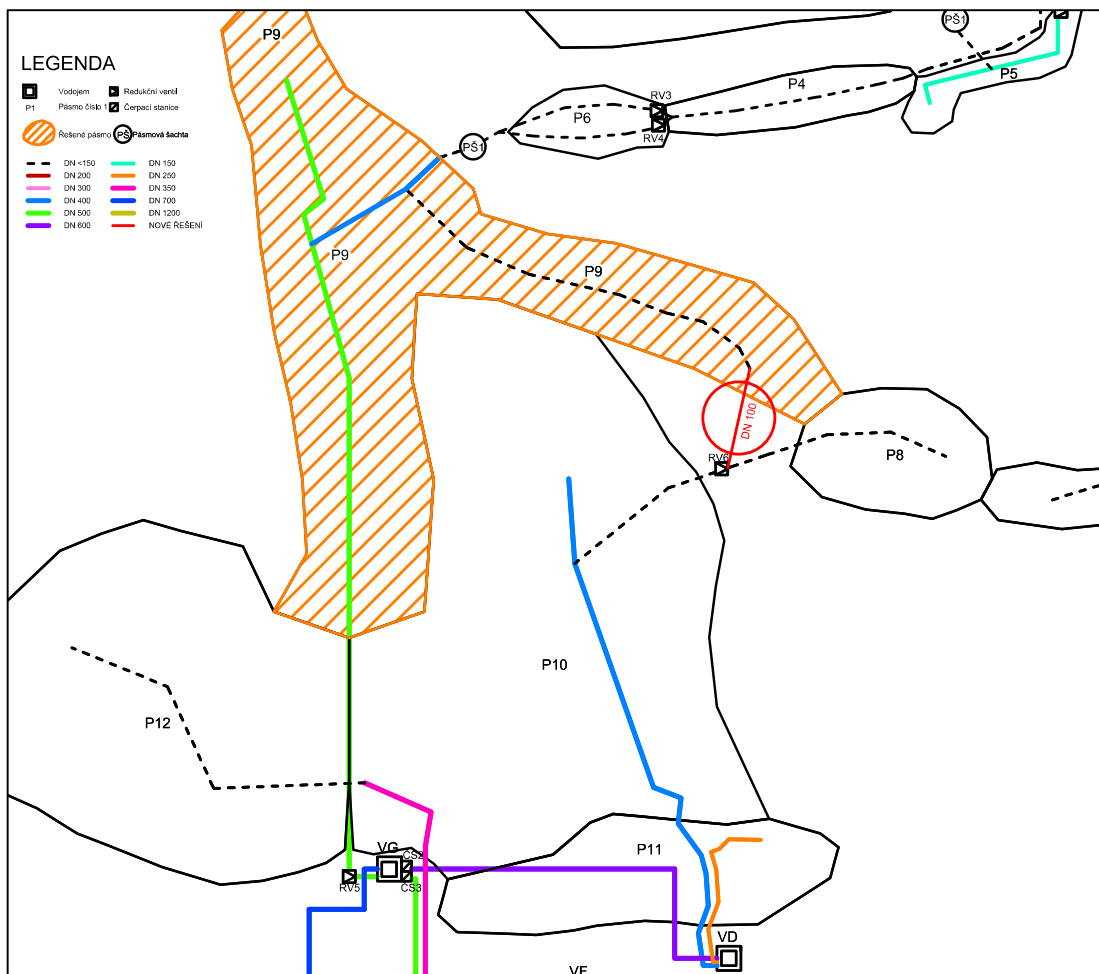
**výškové uspořádání** - Rozkládá se v nadmořské výšce 179 - 223 m n. m.



Obr. 46. Pásmo P9 – Řez

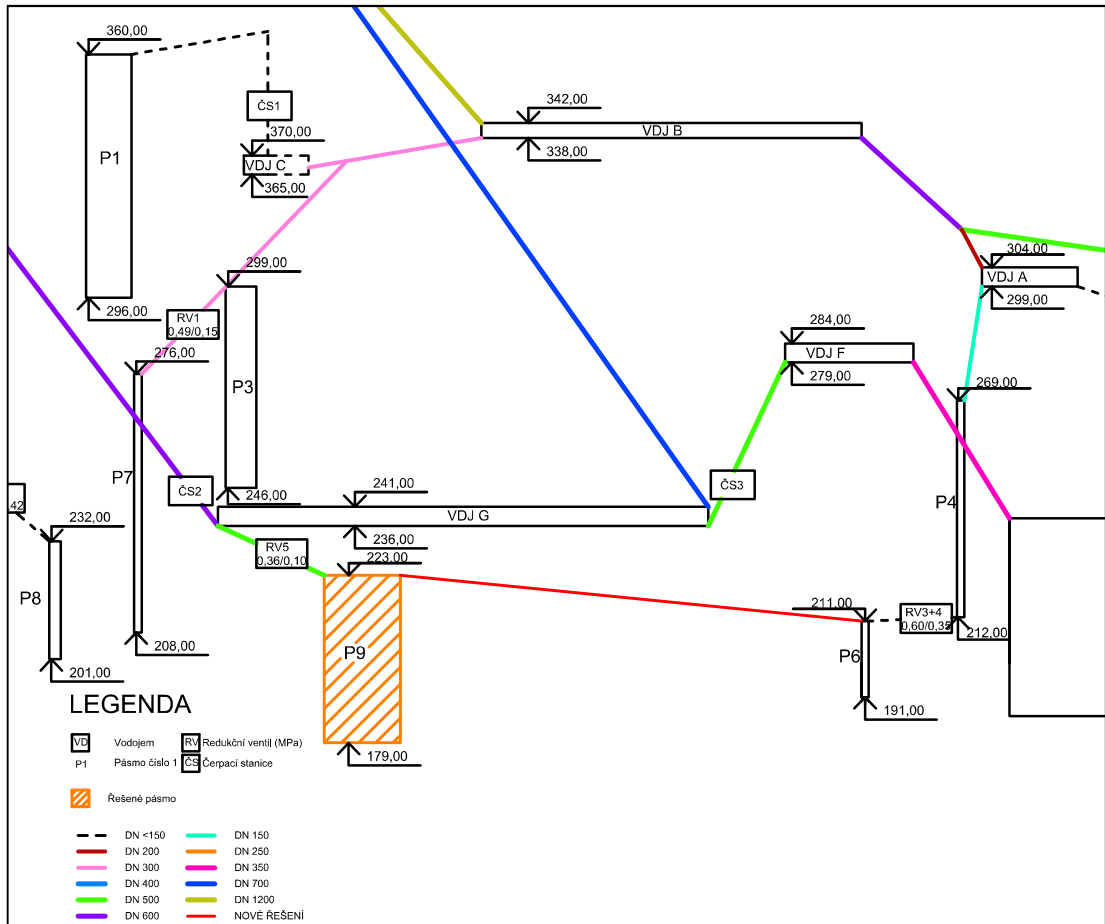
**řešení** - Zde lze uvažovat se dvěma variantami náhradního zásobování. První možnost je pomocí již existujícího propojení s pásmem P6. Druhá možnost je vystavět propoj s pásmem P8. Obě možnosti ověříme výpočtem a vybereme více vhodnou.

**návrh řešení I.:**



Obr. 47. Pásmo P9 - situace – návrhové řešení I.





Obr. 48. Pásmo P9 – Řez – návrhové řešení I.

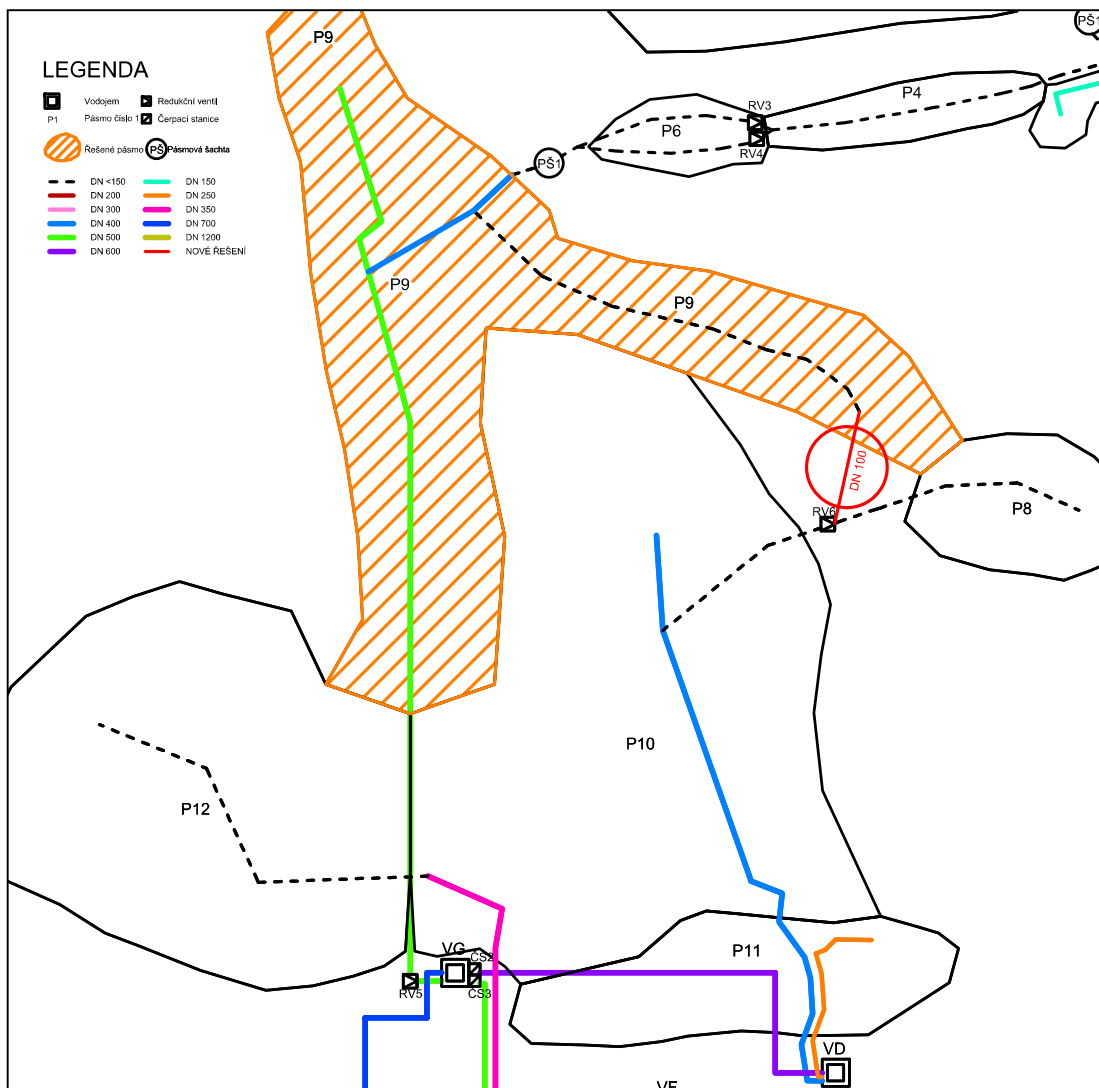
**výpočet I. :**

Pásmo P9			Pásmo P6		
výška pásma	min	179,00 m n.m.	výška zdroje	min	243,00 m n.m.
	max	223,00 m n.m.		max	245,00 m n.m.
průtoky	Qd	11,10 l.s <sup>-1</sup>	průtoky	Qd	0,25 l.s <sup>-1</sup>
	Qm	14,32 l.s <sup>-1</sup>		Qm	0,32 l.s <sup>-1</sup>
	Qh	32,93 l.s <sup>-1</sup>		Qh	0,74 l.s <sup>-1</sup>
koeficienty	kd	1,29	koeficienty	kd	1,29
	kh	2,30		kh	2,30
délka	l	2,14 km	délka	l	0,69 km
data z tabulky	i	9,47 m/1000 m	data z tabulky	i	13,26 m/1000 m
DN 100	v	0,64 m.s <sup>-1</sup>	DN 100	v	0,76 m.s <sup>-1</sup>
délka	l	0,34 km			
data z tabulky	i	0,19 m/1000 m			
DN 400	v	0,26 m.s <sup>-1</sup>			
délka	l	3,01 km			
data z tabulky	i	0,06 m/1000 m			
DN 500	v	0,17 m.s <sup>-1</sup>			

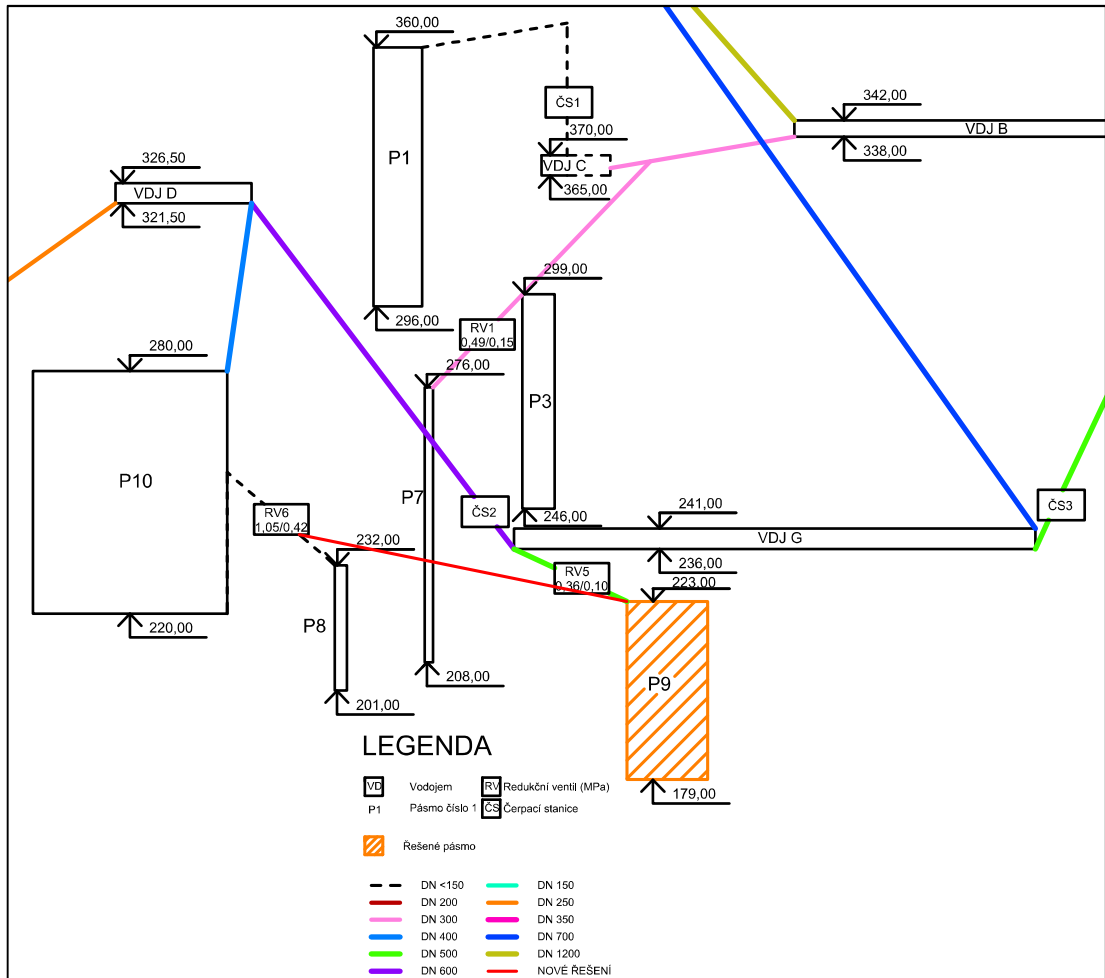
*Tab. 6. Výpočet I. pro pásmo P9*

Tuto variantu není možné provést. Pásmo P9 má vysoké nároky na odběr vody a my máme pro převedení tohoto množství příliš malý průměr potrubí (malou kapacitu). I kdybychom snížili potřebu vody a dodávali pouze 5 l.s<sup>-1</sup>, tak nejsme schopni zásobit celé pásmo. Jelikož bychom nedosáhli ani dostatečného průtoku ani zásobení celého pásma, není tato varianta výhodná.

**návrh řešení II. :**



Obr. 49. Pásmo P9 - situace – návrhové řešení II.



Obr. 50. Pásmo P9 – Řez – návrhové řešení II.

**výpočet II. :**

Pásmo P9			Pásmo P10		
výška pásma	min	179 m n.m.	výška zdroje	min	255 m n.m.
	max	223 m n.m.		max	260 m n.m.
průtoky	Qd	11,10 l.s <sup>-1</sup>	průtoky	Qd	11,10 l.s <sup>-1</sup>
	Qm	15,54 l.s <sup>-1</sup>		Qm	15,54 l.s <sup>-1</sup>
	Qh	27,97 l.s <sup>-1</sup>		Qh	27,97 l.s <sup>-1</sup>
koeficienty	kd	1,40	koeficienty	kd	1,40
	kh	1,80		kh	1,80
délka	l	1,80 km	délka	l	0,30 km
data z tabulky	i	1,61 m/1000 m	data z tabulky	i	16,72 m/1000 m
DN 100	v	0,35 m.s <sup>-1</sup>	DN 100	v	1,58 m.s <sup>-1</sup>
délka	l	1,84 km			
data z tabulky	i	0,04 m/1000 m			
DN 400	v	0,15 m.s <sup>-1</sup>			
délka	l	3,70 km			
data z tabulky	i	0,10 m/1000 m			
DN 500	v	0,21 m.s <sup>-1</sup>			

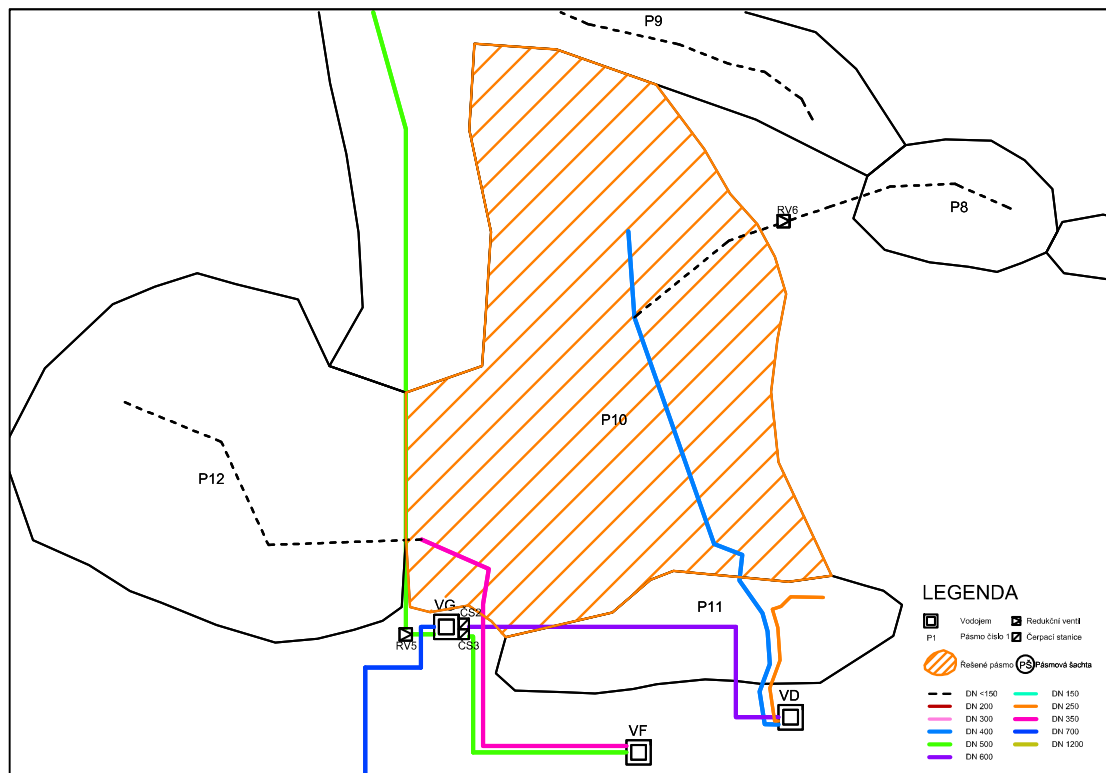
Tab. 7. Výpočet II: pro pásmo P9

Tuto variantu není možné provést. Pásmo P9 má vysoké nároky na odběr vody a my máme pro převedení tohoto množství příliš malý průměr potrubí (malou kapacitu). I kdybychom snížili potřebu a dodávali pouze 5 l.s<sup>-1</sup>, tak nejsme schopni zásobit celé pásmo. Jelikož bychom nedosáhli ani dostatečného průtoku ani zásobení celého pásma, není tato varianta výhodná.

**závěr** - Dle výpočtů nevychází ani jedna varianta jako vhodné řešení. Pásmo P9 má vyšší nároky na průměrný průtok a toto množství nejsme schopni dopravit přes nižší průměr potrubí pásem P6 a P8. Toto pásmo není možné zásobovat alternativní možností a proto je v případě plánované odstávky nebo poruchy třeba pásmo zásobovat náhradním mobilním zásobováním.

## 10.10. Pásmo P10

Pásmo P10 je zásobováno potrubím DN 400 z vodojemu VD, do kterého je voda čerpána z vodojemu VG, který je přímo napojen na vodní zdroj. Pásmo sousedí s pásmem P9, P11 a P12. Vodovodním řadem je pouze spojeno s pásmy P8 a P11.



Obr. 51. Pásmo 10 – situace

**délka všech úseků** - 986 m

**počet obyvatel** - 4 817 obyvatel

**zdroj** - Zásobeno z vodojemu VD, do kterého je voda čerpána z vodojemu VG.

**sousední pásma** - Pásmo sousedí s pásmy: P9, P11 a P12.

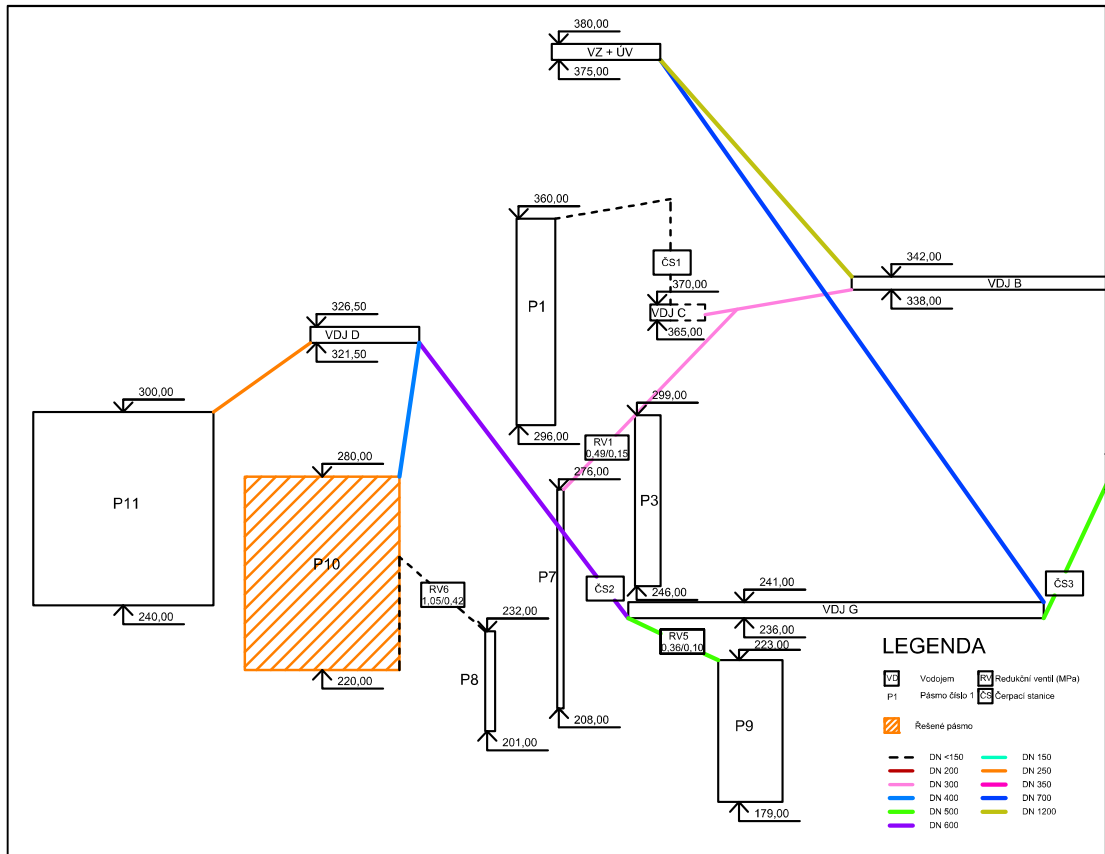
**důležití odběratelé** - dvě základní školy

**průměrná spotřeba** - 17,6 l.s-1

**minimální spotřeba** - 6,8 l.s-1

**maximální spotřeba** - 22,3 l.s-1

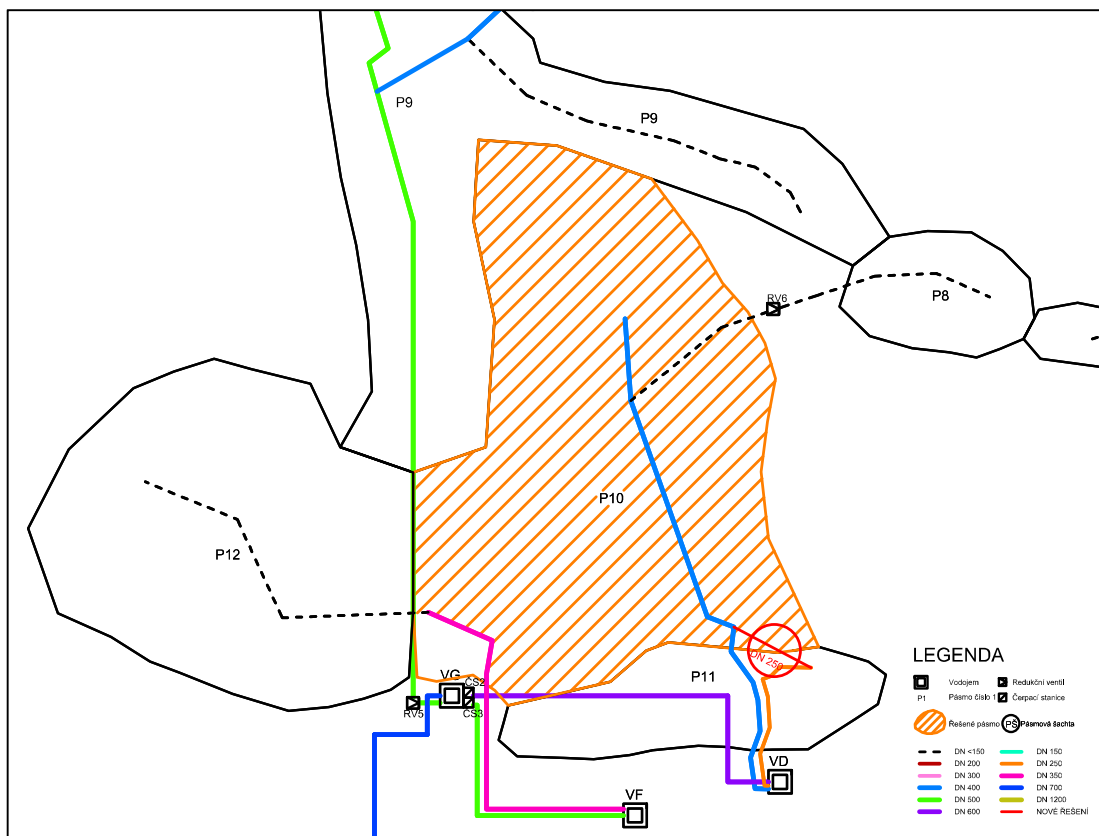
**výškové uspořádání** - Rozkládá se v nadmořské výšce 220 - 280 m n. m.



Obr. 52. Pásma P10 - Řez

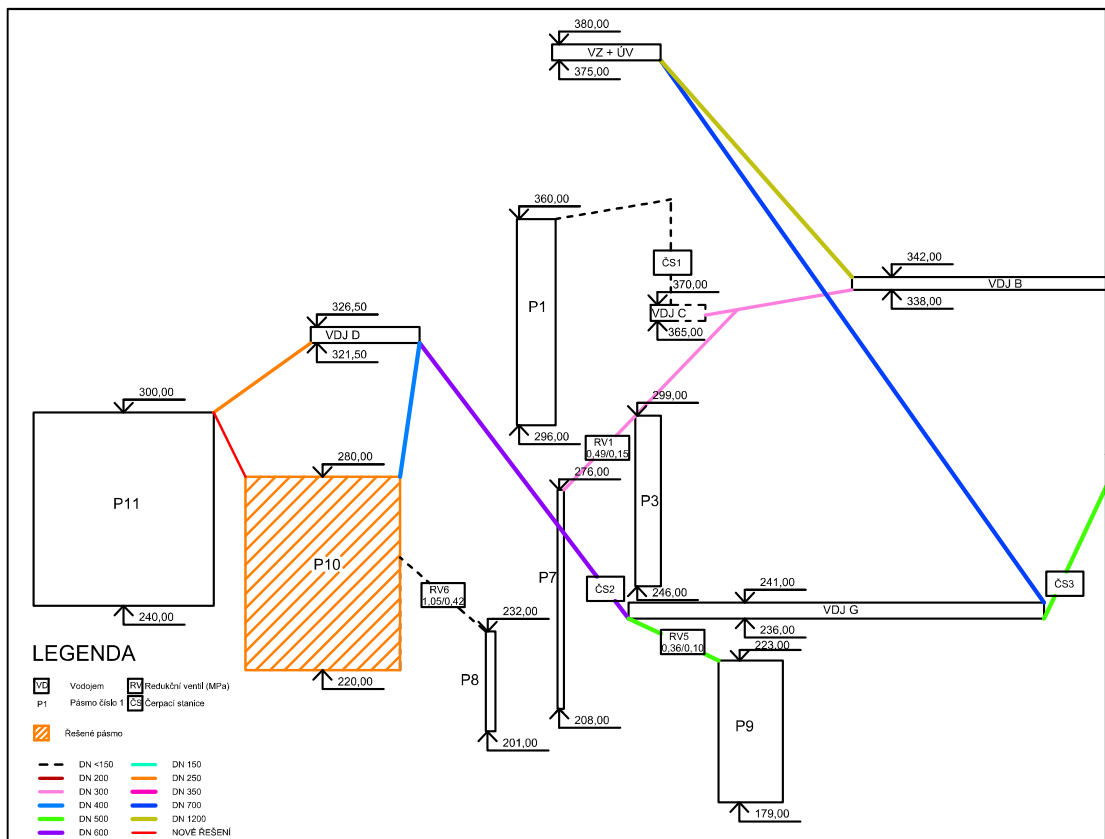
**řešení** - Náhradní zásobování by mohlo být vyřešeno propojením se sousedním pásmem P11.

návrh řešení:



Obr. 53. Pásmo P10 - situace – návrhové řešení





Obr. 54. Pásma P10 – Řez – návrhové řešení

výpočet:

Pásma P10			Pásma P11		
výška pásma	min	220 m n.m.	výška zdroje	min	322,5 m n.m.
	max	280 m n.m.		max	326 m n.m.
průtoky	Qd	17,6 l.s <sup>-1</sup>	průtoky	Qd	13,6 l.s <sup>-1</sup>
	Qm	22,704 l.s <sup>-1</sup>		Qm	17,544 l.s <sup>-1</sup>
	Qh	52,2192 l.s <sup>-1</sup>		Qh	40,3512 l.s <sup>-1</sup>
koeficienty	kd	1,29	koeficienty	kd	1,29
	kh	2,3		kh	2,3
délka	l	0,61 km	délka	l	0,59 km
data z tabulky	i	0,4357 m/1000 m	data z tabulky	i	19,47 m/1000 m
DN 250	v	0,41 m.s <sup>-1</sup>	DN 250	v	1,73 m.s <sup>-1</sup>
			délka	l	0,61 km
			data z tabulky	i	0,4357 m/1000 m
			DN 400	v	0,41 m.s <sup>-1</sup>

úsek	DN	L (km)	Q (l.s <sup>-1</sup> )	v (m.s <sup>-1</sup> )	i (‰)	h (m)
pásma P11	250	0,59	92,5704	1,73	19,47	11,43
meziúsek P11-P10	250	0,30	52,2192	1,06	4,298	1,29
pásma P10	400	0,61	52,2192	0,41	0,4357	0,26
<b>Σh</b>						12,98

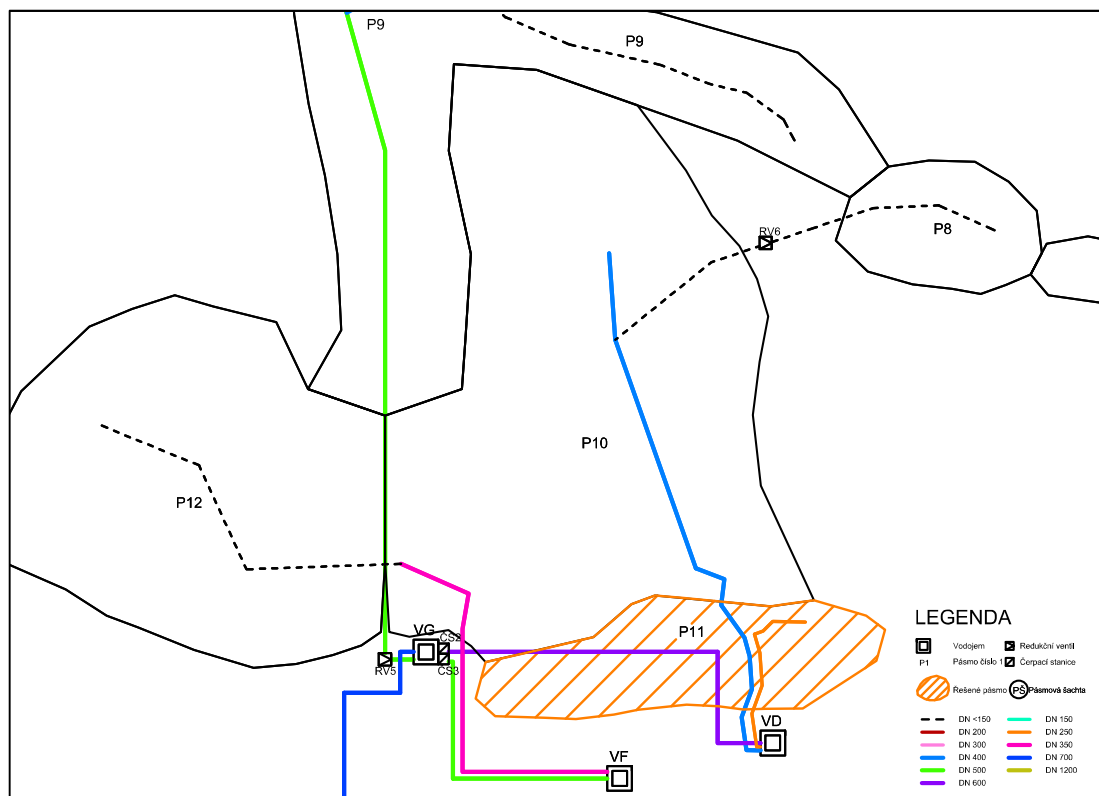
MNV = 281,0 > 280 m n. m.

Tab. 8. Výpočet pro pásma P10

**závěr** - Dle výpočtů vychází tato varianta jako vhodné řešení. Jsme schopni zásobit s dosažením minimálního potřebného tlaku 25 metrů pásmo ve výšce 281,00 m n. m. a naše pásmo má nejvyšší nadmořskou výšku 280,00 m n. m. Protože zde nepřekročíme maximální tlak 60 metrů, není nutný návrh redukčního ventilu.

### 10.11. Pásmo P11

Pásmo P11 je zásobeno gravitačně z vodojemu VD potrubím DN 250. Jeho jediným sousedem je pásmo P10, se kterým je spojen vodovodním řadem.



Obr. 55. Pásmo 11 – situace

**délka všech úseků** - 24 264 m

**počet obyvatel** - 5 598 obyvatel

**zdroj** - Zásobení z vodojemu VD, který je pomocí čerpání zásoben z vodojemu VG.

**sousední pásma** - Pásmo sousedí pouze s pásmem P10.

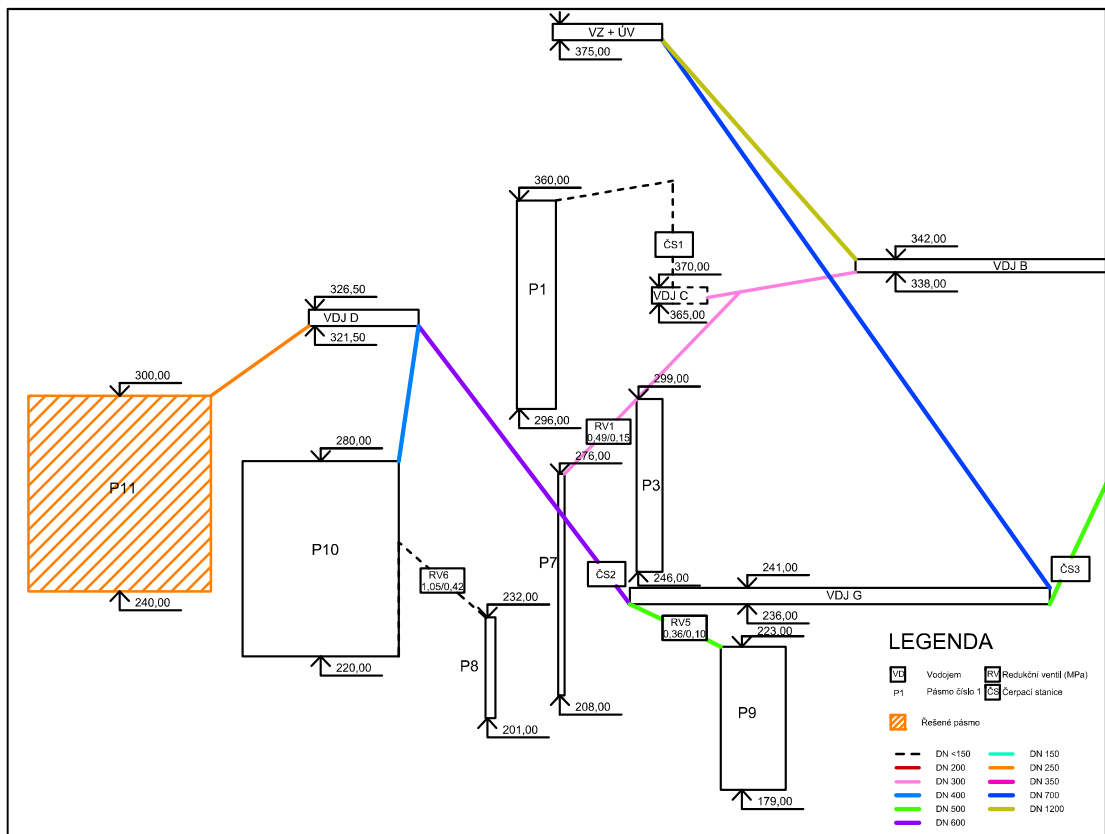
**důležití odběratelé** - dvě mateřské školy, vysoká škola, zdravotní středisko

**průměrná spotřeba** - 13,6 l.s-1

**minimální spotřeba** - 5 l.s-1

**maximální spotřeba** - 22,4 l.s-1

**výškové uspořádání** - Rozkládá se v nadmořské výšce 240 - 300 m n. m.

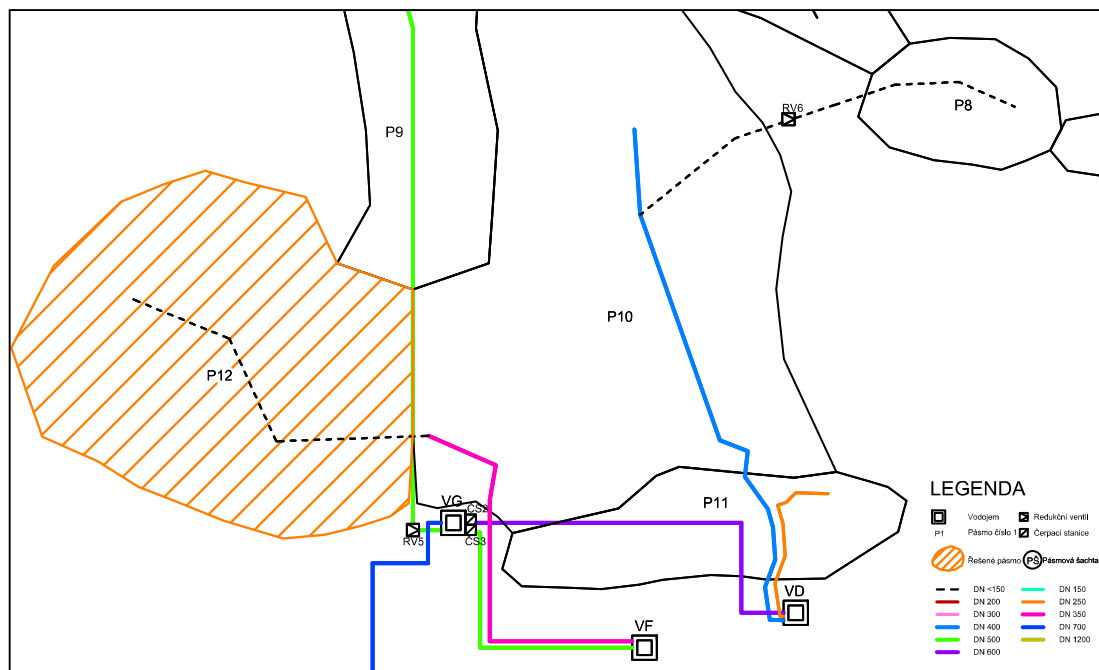


Obr. 56. Pásmo P11 – Řez

**řešení** - Toto pásmo není možné zásobovat jiným způsobem, kvůli jeho velikosti a výškovému uspořádání. V případě plánované odstávky nebo poruchy je třeba pásmo zásobovat náhradním mobilním zásobováním.

## 10.12. Pásmo P12

Pásmo P12 je jako jediné zásobeno z vodojemu VF, který je zásoben výtlakem z vodojemu VG. Sousedí s pásmy P9 a P10, ale s žádným z těchto pásem není spojeno vodovodním řadem.



Obr. 57. Pásmo 12 – situace

**délka všech úseků** - 42 898 m

**počet obyvatel** - 27 894 obyvatel

**zdroj** - Zásobeno z vodojemu VF, který je zásoben z VG.

**sousední pásma** - Pásmo sousedí s pásmem P9 a P10.

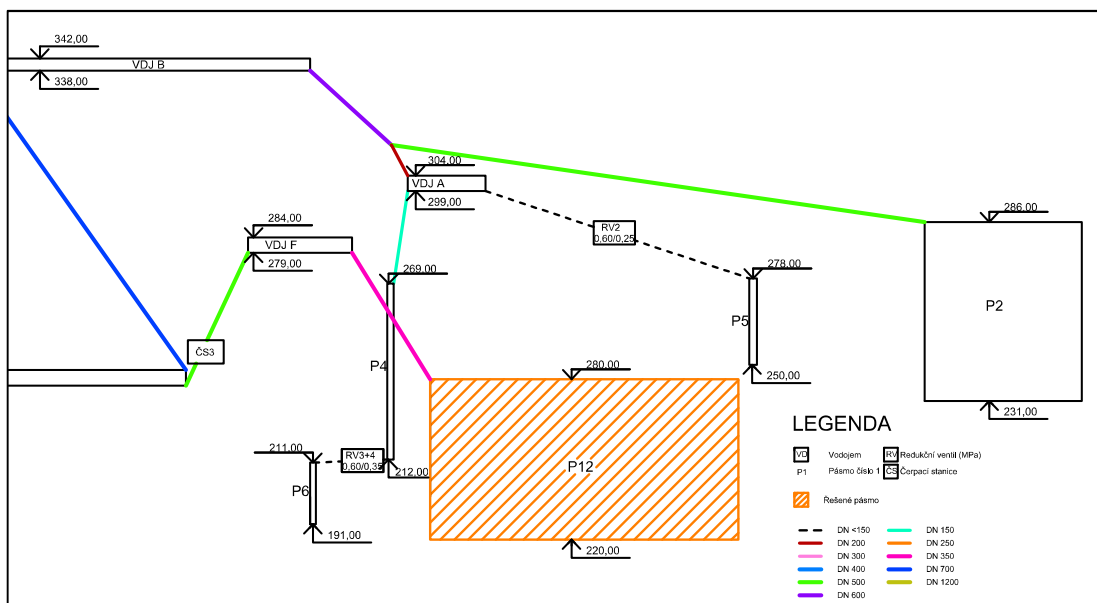
**důležití odběratelé** - azylový dům, domovy důchodců, domov mládeže, mateřské školy, základní školy, střední školy, vysoké školy, studentské koleje, školní jídelny, zdravotní střediska, rehabilitační zařízení, ordinace

**průměrná spotřeba** - 62,9 l.s-1

**minimální spotřeba** - 16,4 l.s-1

**maximální spotřeba** - 99,5 l.s-1

**výškové uspořádání** - Rozkládá se v nadmořské výšce 186 - 238 m n. m.



Obr. 58. Pásma P12 - Řez

**řešení** - Toto pásmo není možné zásobovat jiným způsobem, kvůli jeho velikosti a výškovému uspořádání. V případě plánované odstávky nebo poruchy je třeba pásmo zásobovat náhradním mobilním zásobováním.

## Závěr

V bakalářské práci bylo představeno a posouzeno dvanáct tlakových pásem, která jsou napojena na jeden vodní zdroj s úpravnou vody a šest vodojemů. Každé z pásem bylo znázorněno v situaci a řezu, bylo popsáno z hlediska nynějšího zásobování (zdroje, vodojemy), polohy (výškové uspořádání, sousední pásma) a požadované potřeby vody (pro obyvatele, průmysl, velvyslanectví...). Všechna pásma byla prověřena z hlediska možnosti náhradního zásobování. Náhradní zásobování by bylo využíváno v případě havárie potrubí, nebo plánované odstávky a to jak vodovodního řadu, tak vodojemu.

Varianty možného zásobování pásem byly vyznačeny v situaci a řezu červenou barvou, byl proveden výpočet pro dodržení minimálního a maximálního možného tlaku a výsledky byly v dílčích závěrech každého z pásem zhodnoceny.

V závěrečné tabulce číslo 9 jsou přehledně představeny možnosti v oblasti náhradního zásobování každého pásma. Na dalších stranách jsou tyto výsledky zobrazeny ve schématu situace a řezu.

<b>MOŽNOST NÁHRADNÍHO ZÁSOBNÍ</b>			
<b>pásma</b>	<b>ANO nový řad</b>	<b>Ano stávající řad</b>	<b>NE mobilní zdroje</b>
<b>P1</b>			X
<b>P2</b>			X
<b>P3</b>			X
<b>P4</b>	X		
<b>P5</b>		X	
<b>P6</b>		X	
<b>P7</b>			X
<b>P8</b>	X		
<b>P9</b>			X
<b>P10</b>	X		
<b>P11</b>			X
<b>P12</b>			X

Tab. 9 – Tabulka s výsledky možného náhradního zásobování

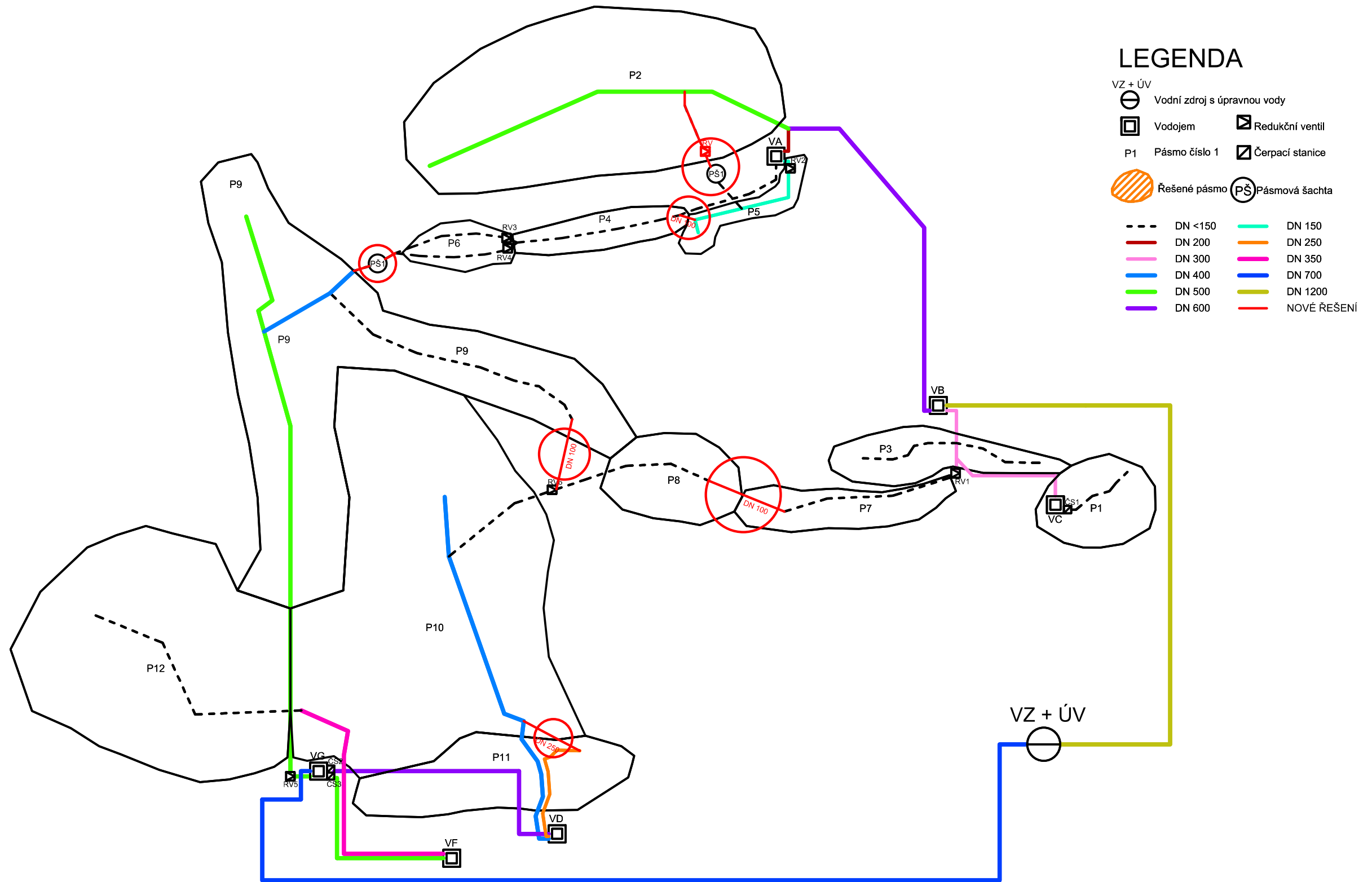
Pro náhradní zásobování bylo použito jak stávajících vodovodních potrubí (u pásma P5 a P6), tak byla navržena výstavba nových částí vodovodního řadu (u pásem P4, P8 a P10).

Ojedinelý případ v tomto souboru pásem je pásmo P5, kde je navržen redukční ventil, který má za úkol redukovat vstupní tlak na tlak nižší, aby v pásmu P5 nedocházelo k vyššímu tlaku než je tlak maximálně povolený (0,6 MPa). Vyšší tlak než doporučený je nevhodný především kvůli spotřebičům, ztrátám v řadech a životnosti potrubí.

U zbývajících pásem není možné zásobovat pitnou vodou pomocí jiné varianty, než stávající. Jedná se o pásma P1, P2, P3, P7, P9, P11 a P12. Tato pásma v případě havárie vody či plánované odstávky je nutné zásobit náhradním mobilním zásobováním.

Všechny varianty náhradního zásobování by měly být posouzeny z hlediska poruchovosti pásma. Měla by být vypočítaná finanční návratnost, aby bylo dokázáno, že varianta je pro oblast přínosná.





## LEGENDA

- VZ + ÚV
- Vodní zdroj s úpravnou vody
  - Vodojem
  - Redukční ventil
  - Čerpací stanice
  - P1 Pásmo číslo 1
  - PŠ Pásmová šachta
  - Řešené pásmo
- DN <150      — DN 150  
 — DN 200      — DN 250  
 — DN 300      — DN 350  
 — DN 400      — DN 700  
 — DN 500      — DN 1200  
 — DN 600      — NOVÉ ŘEŠENÍ

Vypracovala  
Kristýna Svitavská

Název výkresu:

SITUACE NÁVRHOVÉHO ŘEŠENÍ

Fakulta stavební



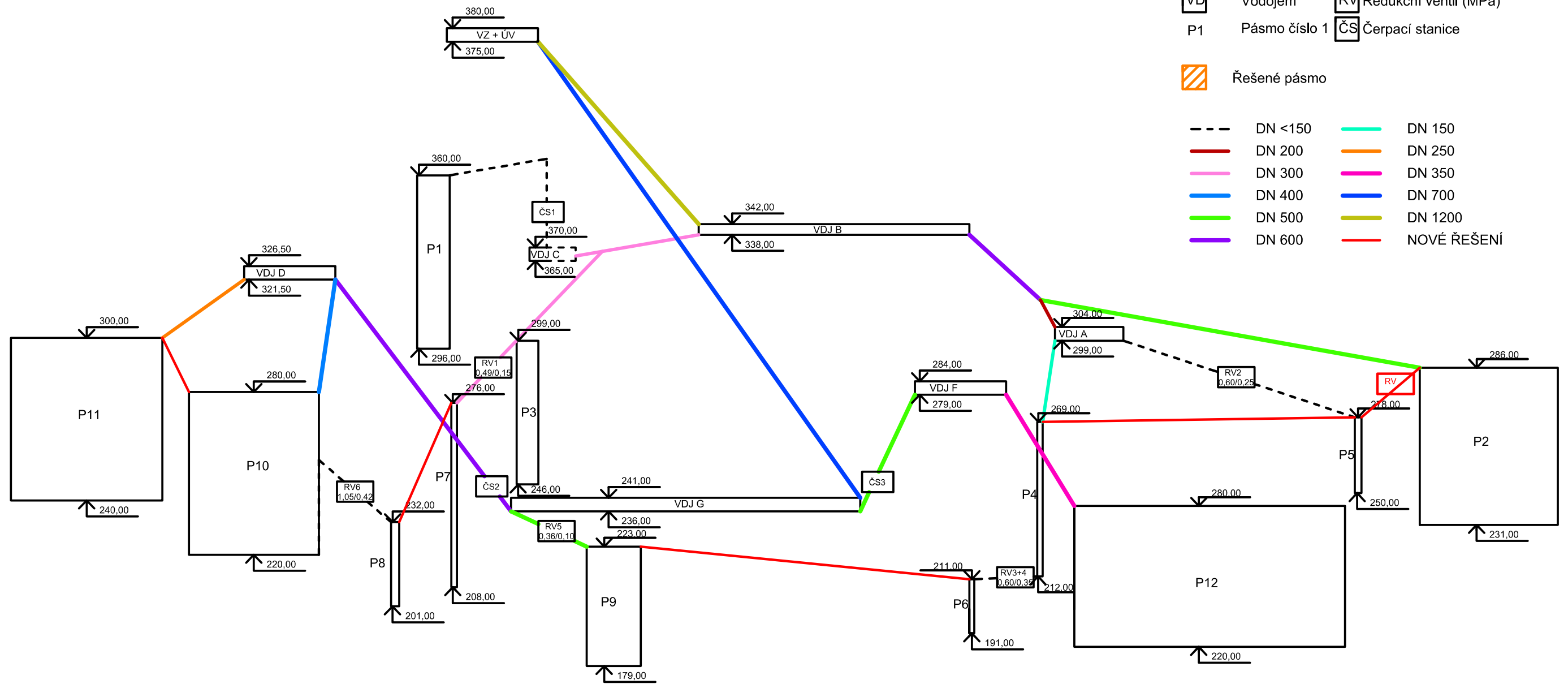
Datum: 20.05.2017

Číslo výkresu: 3.

# LEGENDA

- VD Vodojem
- RV Redukční ventil (MPa)
- P1 Pásmo číslo 1
- ČS Čerpací stanice
  
- Řešené pásmo
  

<ul style="list-style-type: none"> <li>--- DN &lt;150</li> <li>— DN 200</li> <li>— DN 300</li> <li>— DN 400</li> <li>— DN 500</li> <li>— DN 600</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— DN 150</li> <li>— DN 250</li> <li>— DN 350</li> <li>— DN 700</li> <li>— DN 1200</li> <li>— NOVÉ ŘEŠENÍ</li> </ul>
--	--

Vypracovala <b>Kristýna Svitavská</b>	<b>Fakulta stavební</b> 
Název výkresu: <h2 style="text-align: center; margin: 0;">ŘEZ NÁVRHOVÉHO ŘEŠENÍ</h2>	Datum: 20.05.2017 Číslo výkresu: 4.

## Seznam použité literatury

1. NOVÁK, Josef a kol. *Příručka provozovatele vodovodní sítě*. Líbeznice u Prahy : Medim pro SOVAK ČR, 2003. ISBN 80-238-9946-5.
2. ROTH, Jaroslav. *Vodárenství I*. Praha : Státní nakladatelství technické literatury, 1956. L17-C3-4-I.
3. Zákon č.274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu.
4. GRÜNWARD, Alexander, MACEK, Lubomír, ŠRYTR, Petr aj. *Vodárenství*. Praha : Český svaz stavebních inženýrů, 1998. ISBN 80-902460-7-9.
5. katalog SAINT-GOBAIN. <http://www.hakvelkoobchod.cz/vodovodni-a-tlakove-systemy/1430211405-litina/1386149594-potrubi-litinove.htm>. [Online] [Citace: 23. 4 2017.]
6. elmotrade. <http://www.elmotrade.cz/maincor/produkty/vodovodni-potrubi/mondial>. [Online] [Citace: 23. 4 2017.]
7. CHEJNOVSKÝ, Pavel. *Vodárenství – vodovodní sítě*. Líbeznice : Medim, spol. s r. o., 2007. ISBN 978-80-87140-04-8.
8. katalog beton. <http://katalog.betonsver.cz/1138-trouby-betonove-30>. [Online] [Citace: 23. 4 2017.]
9. eagri. [Online] 20. leden 2010. [Citace: 2017. březen 2017.] <http://eagri.cz/public/web/mze/voda/legislativa/metodicke-pokyny/zakon-vodovody-kanalizace/>.
10. TESÁŘÍK, Igor. *Vodárenství. I*. Praha : SNTL, 1987 .

11. Severomoravské vodovody a kanalizace Ostrava a.s. <http://www.smvak.cz/provozy/fulnek>. [Online] [Citace: 23. 4 2017.]
12. královehradecký kraj. <http://m.hkregion.cz/dr-cs/105634-vezovy-vodojem-jaromer.html>. [Online] [Citace: 23. 4 2017.]
13. GRÜNWARD, Alexander. *Zdravotně inženýrské stavby 40: úprava vody*. Praha : ČVUT, 1997. ISBN 80-01-01658-7.
14. Zákon č.254/2001 Sb., vodní zákon.
15. Sdružení oboru vodovodů a kanalizací České republiky. *Příručka provozovatele úpravny pitné vody*. Praha : Medim pro SOVAK - Sdružení oboru vodovodů a kanalizací ČR, 2005. ISBN 80-239-4565-3.
16. Pražská vodohospodářská společnost a.s. <http://www.pvs.cz/prozakazniky/mestske-standardy/>. *Městské standardy vodovodů a kanalizací na území hl. města Prahy: Vodárenská část*. [Online] 2015. [Citace: 21. 3 2017.]
17. FARLEY, Malcolm, TROW, Stuart. *Losses in Water Distribution Networks*. London : IWA Publishing, 2003. ISBN: 1 900222 11 6.
18. <http://www.vodovod.info/index.php/tema/200-poruchy-vodovodnich-radu>. *vodovod.info*. [Online]
19. ČSN 75 5401 Navrhování vodovodního potrubí.
20. ČSN 13 0010 Jmenovité tlaky a pracovní přetlaky.
21. ČSN 01 3462 Výkresy inženýrských staveb. Výkresy vodovodu.

22. ŘÍHA, Jaromír. *Anglicko český a česko anglický slovník vodních staveb a vodního hospodářství*. Brno : Akademické nakladatelství CERM, s. r. o., 1995. ISBN 80-85867-71-0.

23. HERLE, Jaromír. *Vodovodní a kanalizační tabulky*. Praha : NTL, 1983.

24. *Safe Piped Water: Managing Microbial Water Quality in Piped Distribution Systems*. London : IWA Publishing, 2004. ISBN 18-433-9039-6.

25. MOEL, VERBERK, DIJK. *Drinking water: principles and practices* . London : Imperial College Press, 2006.

## Seznam obrázků

Obr. 1. Vodovod místní s jedním zdrojem (1).....	14
Obr. 2. Vodovod místní se dvěma zdroji (1).....	14
Obr. 3. Vodovod skupinový s jedním a více zdroji (1).....	15
Obr. 4. Vodovod oblastní s několika zdroji (1).....	16
Obr. 5. Gravitační vodovod; 1 - vodní zdroj, 2 – přiváděcí řad, 3 – vodojem, 4 – zásobní řad, 5 – rozvodná síť, 6 – spotřebiště, 7 – čáry maximálního hydrostatického tlaku, 8 – čáry minimálního hydrodynamického tlaku (1) .....	17
Obr. 6. výtlačný vodovod; 1 - vodní zdroj s čerpací stanicí, 2 – výtlačný řad, 3 – vodojem, 4 – zásobní řad, 5 – rozvodná síť, 6 – spotřebiště, 7 – čára maximálního hydrostatického tlaku, 8 – čára minimálního hydrodynamického tlaku (1).....	17
Obr. 7. Větevová síť (1) .....	19
Obr. 8. Okružová síť (1) .....	20
Obr. 9. Část trubního vodovodu z tvárné litiny (5).....	23
Obr. 10. Potrubí z PE 100 s vnějším ochranným pláštěm (6).....	24
Obr. 11. Potrubí z molekulárně orientovaného PVC (MO-PVC) (6) .....	25
Obr. 12. Trouby betonové používané u kanalizací (8).....	26
Obr. 13. Přírubová šoupátka PN 10 a PN 16; 1 – těleso, 2 – klín, 3 – pryž, 4 – vřetenová matice, 5 – vřeteno, 6 – profilové těsnění, 7 – šroub, 8 – víko, 9, 12 – „O“ kroužek, 10 – třecí podložka, 11 – těsnění, 13 – stírací kroužek, 14 – ucpávkový šroub, 15 – šroub, 16 – podložka, 17 – ruční kolo, 18 – kolík, 19 – příruba, 20 – pero (1) .....	27
Obr. 14. Nadzemní hydrant PN 16 DN 80 (1) .....	28
Obr. 15. Redukční ventil; 1 – škrťací ventil, 2 – regulační píst, 3 – odlehčovací píst, 4 – pružina (1) .....	29
Obr. 16. Zemní vodojem Fulnek (11).....	29
Obr. 17. Věžový vodojem Jaroměř (12) .....	30
Obr. 18. Vodojem vyrovnávací; 1 – vodojem zásobní, 2 – vodojem vyrovnávací, I – tlaková čára při plnění vyrovnávacího vodojemu, II – tlakové čáry při spolupůsobení obou vodojemů, III – tlaková čára při použití pouze zásobního vodojemu (1).....	31

Obr. 19. Vodojem ve spotřebišti; 1 – tlaková čára při plnění vodojemu, 2 – tlaková čára při zásobení z vodojemu (1) .....	31
Obr. 20. Vodojem koncový (za spotřebišťem); 1 – tlaková čára při plnění vodojemu, 2 – tlaková čára při zásobení z vodojemu, 3 – tlakové čáry při současném zásobení z VDJ a ČS (1).....	32
Obr. 21. Pásmo P1 – situace .....	38
Obr. 22. Pásmo P1 – Řez .....	39
Obr. 23. Pásmo P2 – situace .....	40
Obr. 24. Pásmo P2 – Řez .....	41
Obr. 25. Pásmo P3 – situace .....	42
Obr. 26. Pásmo P3 – Řez .....	43
Obr. 27. Pásmo P4 – situace .....	44
Obr. 28. Pásmo P4 – Řez .....	45
Obr. 29. Pásmo P4 - situace – návrhové řešení.....	46
Obr. 30. Pásmo P4 – Řez - návrhové řešení.....	46
Obr. 31. Pásmo P5 – situace .....	48
Obr. 32. Pásmo P5 – Řez .....	49
Obr. 33. Pásmo P5 - situace – návrhové řešení.....	50
Obr. 34. Pásmo P5 – Řez – návrhové řešení.....	50
Obr. 35. Pásmo P6 – situace .....	52
Obr. 36. Pásmo P6 – Řez .....	53
Obr. 37. Pásmo P6 - situace – návrhové řešení.....	54
Obr. 38. Pásmo P6 – Řez – návrhové řešení.....	54
Obr. 39. Pásmo P7 – situace .....	56
Obr. 40. Pásmo P7 – Řez .....	57
Obr. 41. Pásmo 8 – situace.....	58
Obr. 42. Pásmo P8 – Řez .....	59
Obr. 43. Pásmo P8 - situace – návrhové řešení.....	60
Obr. 44. Pásmo P8 – Řez – návrhové řešení.....	60
Obr. 45. Pásmo 9 – situace.....	62
Obr. 46. Pásmo P9 – Řez .....	63
Obr. 47. Pásmo P9 - situace – návrhové řešení I. ....	64
Obr. 48. Pásmo P9 – Řez – návrhové řešení I.....	65

Obr. 49. Pásmo P9 - situace – návrhové řešení II. ....	67
Obr. 50. Pásmo P9 – Řez – návrhové řešení II. ....	68
Obr. 51. Pásmo 10 – situace.....	70
Obr. 52. Pásmo P10 - Řez.....	71
Obr. 53. Pásmo P10 - situace – návrhové řešení.....	72
Obr. 54. Pásmo P10 – Řez – návrhové řešení.....	73
Obr. 55. Pásmo 11 – situace.....	75
Obr. 56. Pásmo P11 – Řez .....	76
Obr. 57. Pásmo 12 – situace.....	77
Obr. 58. Pásmo P12 - Řez.....	78

## Seznam tabulek

Tab. 1. Měrný cenový ukazatel pro typový objekt vodovodní potrubí; 4 - pro stanovení jednotkové ceny pro potrubí z tvárné litiny s vnější ochranou je třeba uvažovat koeficient $ktv = 1,13$ , 5 - jednotková cena je určena pro potrubí uložené ve zpevněných plochách 6 - jednotková cena je určena pro potrubí uložené v nezpevněných plochách a v extravilánu (9) .....	26
Tab. 2. Výpočet pro pásmo P4.....	47
Tab. 3. Výpočet pro pásmo P5.....	51
Tab. 4. Výpočet pro pásmo P6.....	55
Tab. 5. Výpočet pro pásmo P8.....	61
Tab. 6. Výpočet I. pro pásmo P9.....	66
Tab. 7. Výpočet II: pro pásmo P9 .....	69
Tab. 8. Výpočet pro pásmo P10.....	73
Tab. 9 – Tabulka s výsledky možného náhradního zásobování.....	79