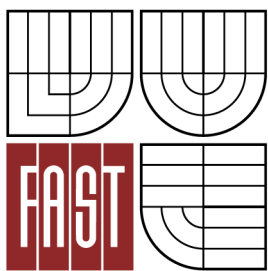




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ

ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ OBCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING INSTITUTE OF MUNICIPAL
WATER MANAGEMENT

ANALÝZA SPOTŘEBY VODY V AREÁLU STAVEBNÍ FAKULTY VUT V BRNĚ

ANALYSIS OF WATER CONSUMPTION IN FACULTY OF CIVIL ENGINEERING CAMPUS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

Tomáš Nedoma

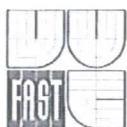
AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE

doc. Ing. LADISLAV TUHOVČÁK, CSc.

SUPERVISOR

BRNO 2013



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3647R015 Vodní hospodářství a vodní stavby
Pracoviště	Ústav vodního hospodářství obcí

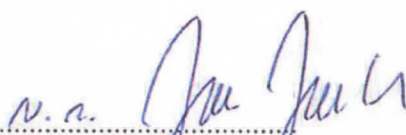
ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Tomáš Nedoma
Název	Analýza spotřeby vody v areálu stavební fakulty VUT v Brně
Vedoucí bakalářské práce	doc. Ing. Ladislav Tuhovčák, CSc.
Datum zadání bakalářské práce	30. 11. 2012
Datum odevzdání bakalářské práce	24. 5. 2013

V Brně dne 30. 11. 2012


doc. Ing. Ladislav Tuhovčák, CSc.
Vedoucí ústavu




prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

- [1] TUHOVČÁK, Ladislav, et al. Vodárenství: Studijní opory. 1. vydání. Brno: VUT FAST, 2006. 252 s.
- [2] Vyhláška Ministerstva zemědělství ČR č. 428/2001, kterou se provádí zákon č.274/2001 o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu, Praha, 2001.
- [3] HYDROPROJEKT. Metodika výpočtu potřeby vody, Praha, 2010. 70 s.
- [4] PYTL, Vladimír. Statistické údaje vodovodů a kanalizací v ČR za rok 2011, SOVAK č.8/2012, s.22-23
- [5] Vybraná čísla časopisů SOVAK a Vodní hospodářství s články vztahujícími se k uvedené problematice

Zásady pro vypracování (zadání, cíle práce, požadované výstupy)

Předmětem bakalářské práce bude analýza spotřeby vody v areálu fakulty stavební VUT v Brně. Bude provedena pasportizace všech fakturačních i podružných vodoměrů v areálu fakulty, posouzení vhodnosti stávajících vodoměrů, vyhodnocení možností a návrh automatického sběru dat na těchto vodoměrech. Budou provedeny vlastní odečty vodoměrů a analýza spotřeby vody ve vybraných měsících v jednotlivých budovách areálu včetně stanovení průměrných specifických spotřeb na zaměstnance, studenta a případné další účelové jednotky.

Struktura bakalářské/diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

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



doc. Ing. Ladislav Tuhovčák, CSc.
Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKTY A KLÍČOVÁ SLOVA

Abstrakt

Bakalářská práce zpracuje analýzu spotřeby vody v areálu fakulty stavební VUT v Brně. Součástí bude pasportizace všech fakturačních i podružných vodoměrů v areálu fakulty, vyhodnocení možností a návrh automatického sběru dat na těchto vodoměrech. Jako další budou provedeny vyhodnocení současného stavu odečítání dat z vodoměrů umístěných v areálu fakulty. Vlastní odečty vodoměrů za použití vhodného dataloggeru včetně stanovení průměrných specifických spotřeb na zaměstnance, studenta a případně další účelové jednotky. Posledním bodem bakalářské práce bude zjištění možností dálkového měření s trvalým monitoringem a přenosem naměřených dat na internet.

Klíčová slova

Vodoměr, vodovodní potrubí, datalogger, průtok, specifická potřeba vody

Abstract

Bachelor thesis will conduct an analysis of water consumption on the premise of the Faculty of Civil Engineering. There will be a condition survey of all billing and secondary water meters in the area of faculty evaluation of design options and automatic data collection on these meters. As a further assessment will be made of the current reading status data from water meter installed in the premise of the Faculty. Own water meter reading using appropriate datalogger including determination of the average specific consumption per employee, student or other special purpose units. The last point of the thesis will investigate the possibilities for remote measurements with continuous monitoring and data transmission to the internet.

Key words

Hydrometer, water pipes, datalogger, flow, specific water consumption

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

NEDOMA, Tomáš. Analýza spotřeby vody v areálu stavební fakulty VUT v Brně. Brno, 2013. 63 s., 14 s příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství obcí. Vedoucí práce doc. Ing. Ladislav Tuhovčák, CSc.

Prohlašuji tímto, že jsem zadanou bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením doc. Ing. Ladislava Tuhovčáka, CSc. a uvedl v seznamu literatury veškerou použitou literaturu a další zdroje.

V Brně dne 24. 5. 2013

.....

podpis autora

Tomáš Nedoma

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych věnoval poděkování doc. Ing. Ladislavu Tuhovčákovi CSc. za podporu při psaní této bakalářské práce a za jeho cenné rady.

Dále bych rád poděkoval panu Kalivodovi z Brněnských vodáren a kanalizací, a. s. za odbornou pomoc při osazení dataloggerů na vodoměry a za pomoc při odebírání naměřených dat.

OBSAH

1	ÚVOD	13
1.1	Zadání	13
1.2	Cíle.....	13
1.3	Podklady	13
2	ZÁSOBOVÁNÍ PITNOU VODOU AREÁLU FAST	14
2.1	Stávající stav zásobování pitnou vodou města Brna	14
2.1.1	Zásobování pitnou vodou.....	14
2.1.2	Vodojemy a čerpací stanice	15
2.1.3	Vodovodní síť	15
2.2	Zásobování areálu FAST	16
2.2.1	Popis areálu.....	16
2.2.2	Venkovní vodovod.....	17
2.2.3	Vnitřní vodovod	18
3	PASPORTIZACE STAVU VODOMĚŘŮ	19
3.1	Vodoměry fakturační.....	19
3.1.1	Fakturační vodoměr VF 1	20
3.1.2	Fakturační vodoměr VF 2	21
3.1.3	Fakturační vodoměr VF 3	22
3.1.4	Fakturační vodoměr VF 4	23
3.2	Podružné vodoměry	24
3.2.1	Podružný vodoměr VP – Z1.....	25
3.2.2	Podružný vodoměr VP – Z2.....	26
3.2.3	Podružný vodoměr VP – D1	27
3.2.4	Podružný vodoměr VP – D2	28
3.2.5	Podružný vodoměr VP – A1	29
3.2.6	Podružný vodoměr VP – B1	30
3.2.7	Podružný vodoměr VP – C1	31
3.2.8	Podružný vodoměr VP – C2	32
3.2.9	Podružný vodoměr VP – F1.....	33
3.2.10	Podružný vodoměr VP – F2.....	34
3.2.11	Podružný vodoměr VP – V1	35
3.3	Technická dokumentace	36
4	STÁVAJÍCÍ ZPŮSOB ODEČÍTÁNÍ SPOTŘEB NA FAKULTĚ	37
4.1	Přehledné tabulky odečtů na vodoměrech	37
5	MĚŘENÍ SPOTŘEBY S VYUŽITÍM DATALOGGERU	38
5.1	Stanovení parametrů pro dodavatele	38

5.2	Vyhodnocení nabídek	38
5.3	Výběr vhodného dodavatele dataloggeru.....	39
5.4	Vlastní měření s dataloggerem.....	40
5.4.1	Instalace dataloggeru	40
5.4.2	Sběr dat a vyhodnocení měření.....	41
5.4.3	Stanovení průměrných specifických spotřeb.....	50
5.5	Dálkové měření s trvalým monitoringem.....	54
6	ZÁVĚRY A DOPORUČENÍ	55
7	LITERATURA A POUŽITÉ ZDROJE	56
8	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	58
9	SEZNAM TABULEK	60
10	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK.....	61
11	SEZNAM PŘÍLOH.....	62
12	SUMMARY	63

1 ÚVOD

1.1 ZADÁNÍ

Předmětem bakalářské práce bude analýza spotřeby vody v areálu fakulty stavební VUT v Brně. Bude provedena pasportizace všech fakturačních i podružných vodoměrů v areálu fakulty, vyhodnocení možností a návrh automatického sběru dat na těchto vodoměrech.

1.2 CÍLE

Budou provedeny vlastní odečty vodoměrů a analýza spotřeby vody ve vybraných měsících v jednotlivých budovách areálu včetně stanovení průměrných specifických spotřeb na zaměstnance, studenta a případné další účelové jednotky.

1.3 PODKLADY

- Vlastní obchůzka všech fakturačních a podružných vodoměrů v areálu stavební fakulty včetně jejich fotodokumentace
- Situace vodovodních řadů v okolí areálu stavební fakulty
- Situace vnitřního vodovodu v areálu

2 ZÁSOBOVÁNÍ PITNOU VODOU AREÁLU FAST

2.1 STÁVAJÍCÍ STAV ZÁSOBOVÁNÍ PITNOU VODOU MĚSTA BRNA

2.1.1 Zásobování pitnou vodou

Základními zdroji vody pro město Brno jsou prameniště podzemní vody v Březové nad Svitavou a úpravna povrchové vody ve Švařci. Z Březové je voda přiváděna I. a II. březovským vodovodem. Z úpravny vody Švařec se voda přivádí do Brna přivaděčem Vířského oblastního vodovodu. Úpravna vody v Brně – Pisárkách již plní úlohu jen zdroje rezervního s využitím při případných havarijních stavech. Voda z jímacích celků obou březovských přivaděčů je svedena do společného vodojemu v Březové nad Svitavou o objemu 5 000 m³. Tento vodojem slouží k fixaci hydraulických poměrů v násoskách, tak i jako provozně nezbytná akumulace pro ovládání odběru vody z prameniště I. a II. březovských přivaděčem, které oba odvádějí vodu z tohoto vodojemu. [6]

I. březovský přivaděč je z litinových hrdlových trub DN 600 a 650 a je téměř po celé délce uložen v údolí řeky Svitavy v souběhu s komunikacemi a železnicí, kterou sedmkrát kříží. Výškový rozdíl mezi hladinou podzemní vody v prameništi a hladinou ve vodojemu Holé Hory, kde přivaděč končí, je 89 metrů a zajišťuje trvalý průtok cca 264 l/ s. [7]

II. březovský přivaděč je dlouhý 55 357 metrů a je proveden z ocelových trub DN 1000 – 1200. Přivaděč je veden od vodojemu v Březové nad Svitavou a končí ve vodojemu 2 x 17 500 m³ na Palackého vrchu. Výškový rozdíl hladin vodojemů na obou koncích přivaděče je 66, 50 metrů a zajišťuje maximální průtok 1 140 l/ s. Trasa potrubí šestkrát kříží železniční trať, několikrát řeku Svitavu a mnohokrát drobné toky a potoky na trase. [7]

U obce Čebín byla trasa II. březovského vodovodu odkloněna přes nový sekční uzávěr a posilovací čerpací stanici do nového vodojemu Čebín, ve kterém dochází k míchání měkčí vody vířské s tvrdší, provzdušňovanou vodou březovkou. Dále je zde voda hygienicky zabezpečována chlórdioxidem. [7]

2.1.2 Vodojemy a čerpací stanice

Vodojemy slouží pro zajištění dostatečných tlakových poměrů ve vodovodní síti a k vyrovnání rozdílu mezi přítokem vody do vodojemu a odběrem. Voda je přiváděna do vodojemu přiváděcím řadem z úpravy vody. Dále je pak voda z vodojemu zásobním řadem rozváděna do městské vodovodní sítě, kde jednotlivými rozváděcími řady je voda přiváděna k občanům. [8]

Brněnské vodárny a kanalizace, a. s. v současné době provozují na distribuční vodovodní síti 73 vodojemů a akumulčních nádrží o celkové využitelné kapacitě 250 tis. m³. [8]

Čerpací stanice jsou součástí vodárenských zásobovacích celků pitných vod. Zabezpečují dopravu vody v případech, kde není možné vykonat dodávku vody gravitačním způsobem. [8]

Společnost Brněnské vodárny a kanalizace, a. s. provozuje na distribuční vodovodní síti 36 čerpacích stanic o celkové kapacitě 125 tis. m³/den. [8]

2.1.3 Vodovodní síť

Brněnské vodárny a kanalizace, a. s. provozují vodovodní síť o celkové délce 1 349 km, včetně 159 km přivaděčů. Nejvíce zastoupeným materiálem je šedá litina (55%), tvárná litina (22%), ocel (10%), zbytek tvoří potrubí z PE, PVC, sklolaminátu, železobetonu a azbestocementu. Nejvíce vodovodních řadů má profil DN 100, DN 150, DN 80 a DN 200. Na vodovodní řady je napojeno 49 tisíc vodovodních přípojek. [9]

Vodovodní síť je rozdělena na jednotlivá tlaková pásma, v nichž je požadovaný přetlak vody zajištěn příslušným vodojemem, případně redukčním ventilem. V současné době společnost Brněnské vodárny a kanalizace provozují 90 tlakových pásem, která jsou součástí Brněnské vodárenské soustavy a dalších 5 v samostatných vodovodech. [9]

2.2 ZÁSOBOVÁNÍ AREÁLU FAST

2.2.1 Popis areálu

Areál stavební fakulty je nejstarší a největší fakultou Vysokého učení technického v Brně (VUT). Nachází se v druhém největším městě České republiky, sídle Jihomoravského kraje, Brně. Areál je situován ve středu města v městské části Brno – Střed, na ulici Veveří. Stavební fakulta je rozdělena do tří areálů. Budova Z sídlí na ulici Žižkova, budova R, kde jsou v současné době zřízeny i prostory pro stravování studentů, se nachází na ulici Rybkova, hlavní areál, kde jsou situovány budovy A, B, C, D, E a budova F, sídlí na ulici Veveří.



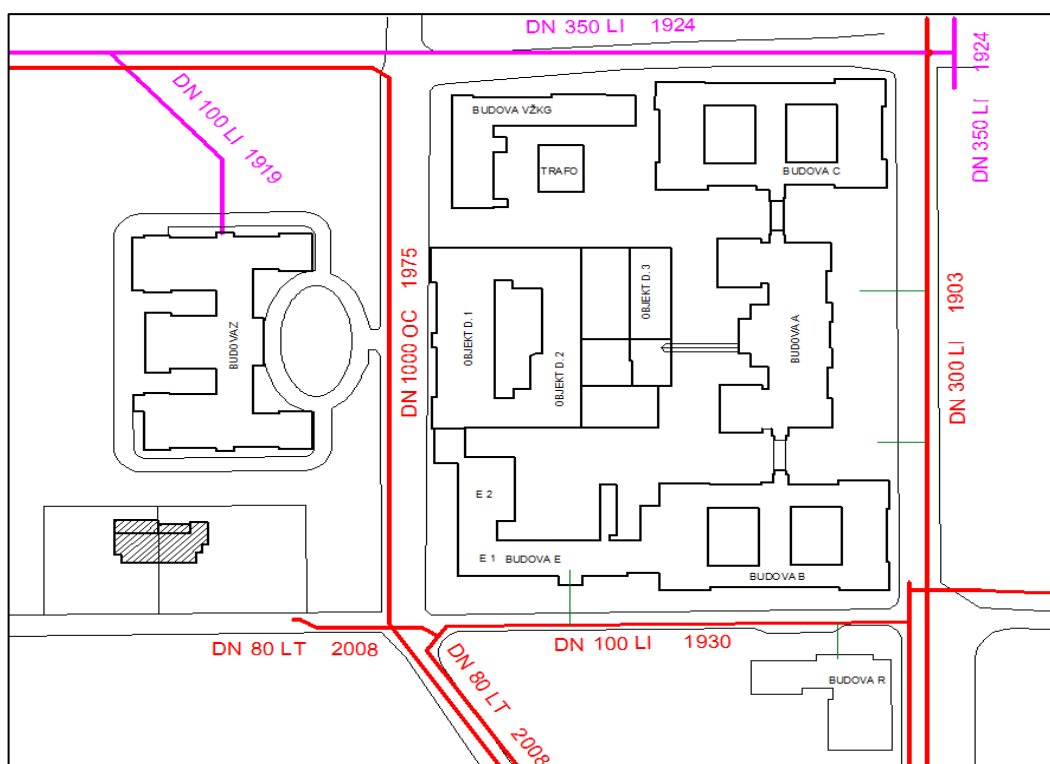
Obrázek 2-1: Areál stavební fakulty Vysokého učení technického v Brně
[5]

2.2.2 Venkovní vodovod

Areál Veveří je zásobován vodovodním řadem vedeným z vodojemu Holé Hory 2 z tlakového pásma 2.0 o celkové kapacitě 14 669 m³, s kótou přepadu umístěnou v nadmořské výšce 295 m n. m. Přípojky z tohoto vodovodního řadu do areálu jsou celkem čtyři. Po jedné přípojce jsou připojeny budova R a budova E, do budovy A jsou vyvedeny přípojky dvě, ale pouze jedna je stále funkční, druhá byla ponechána a odstavena z provozu.

Rozváděcí řad vedoucí ulicí Žižkova byl vybudován v roce 1975 z oceli o velikosti profilu DN1000. Ulicí Rybkova prochází vodovodní řad vybudovaný v roce 1930 ze šedé litiny o profilu DN100. Na tento řad navazuje řad zásobující rodinný dům na parcele č. 336/ 6 vybudovaný v roce 2008 z tvárné litiny o profilu DN80. Ulicí Veveří prochází vodovodní řad vybudovaný v roce 1903 z šedé litiny o profilu DN300.

Pitná voda v budově na Z na ulici Žižkova 17 je přivedena z vodojemu Barvičova z tlakového pásma 1. 6 o celkové kapacitě 4 220 m³, s kótou přepadu umístěnou v nadmořské výšce 330 m n. m. Rozváděcí řad byl osazen v roce 1919 a je vyroben z materiálu šedá litina o průměru DN100.



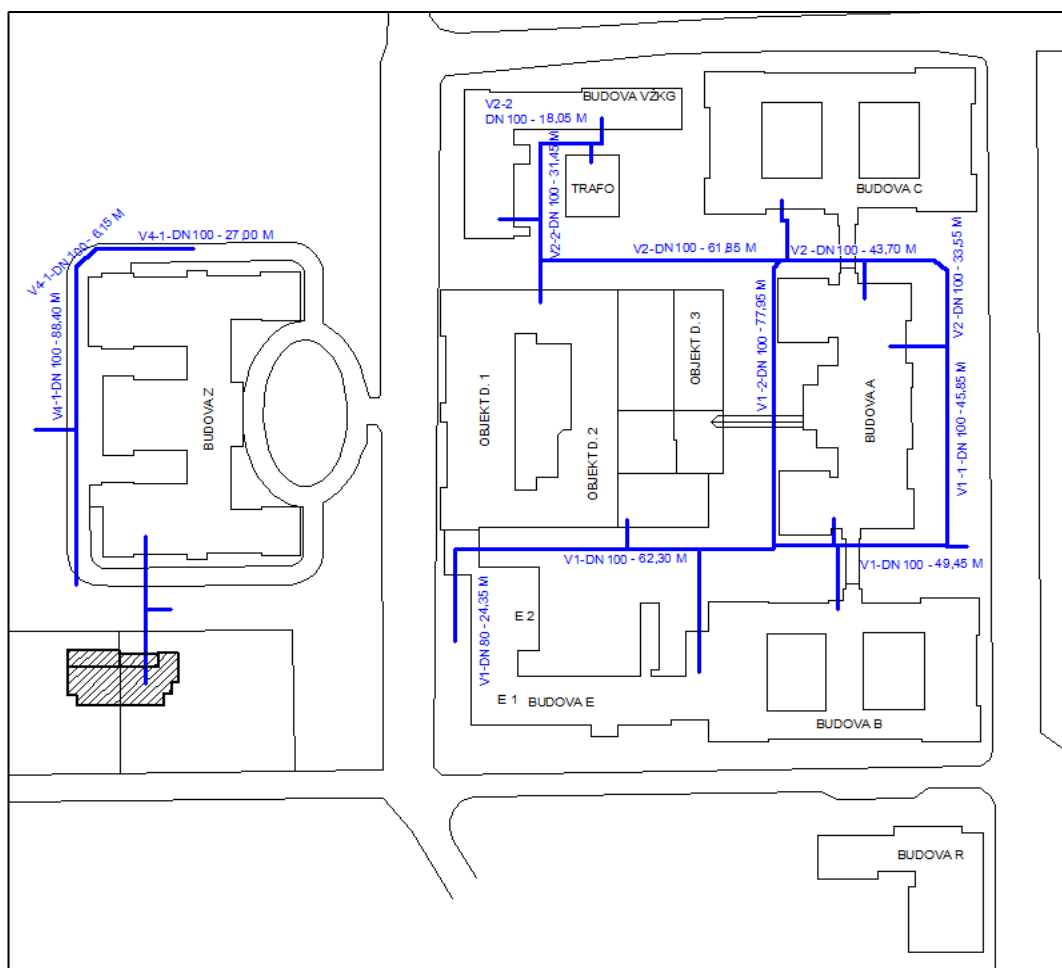
Obrázek 2-2: Situace venkovních vodovodních řadů

2.2.3 Vnitřní vodovod

Vodovod uvnitř areálu stavební fakulty Vysokého učení technického je celý z polyetylenu PE100 SDR11. Jediným místem, kde vnitřní vodovod přechází na nižší profil než je DN100 je místo za budovou E, směrem na ulici Žižkova, kde je profil vodovodu snížen na DN80.

Přestavba areálu FAST

Předchozí areálové rozvody byly demontovány a nahrazeny výše uvedenými rozvody z PE100 SDR11. Nové rozvody byly vedeny ve stejných trasách. Byly provedeny také rekonstrukce vodovodních přípojek pro zásobování areálu na Veveří a budovy Z. Rekonstrukce přípojek byla navržena po vodoměrnou šachtu z tvárné litiny DN 100 v délce 1,0 m a za vodoměrnou šachtou směrem do areálu z PE100 SDR11.

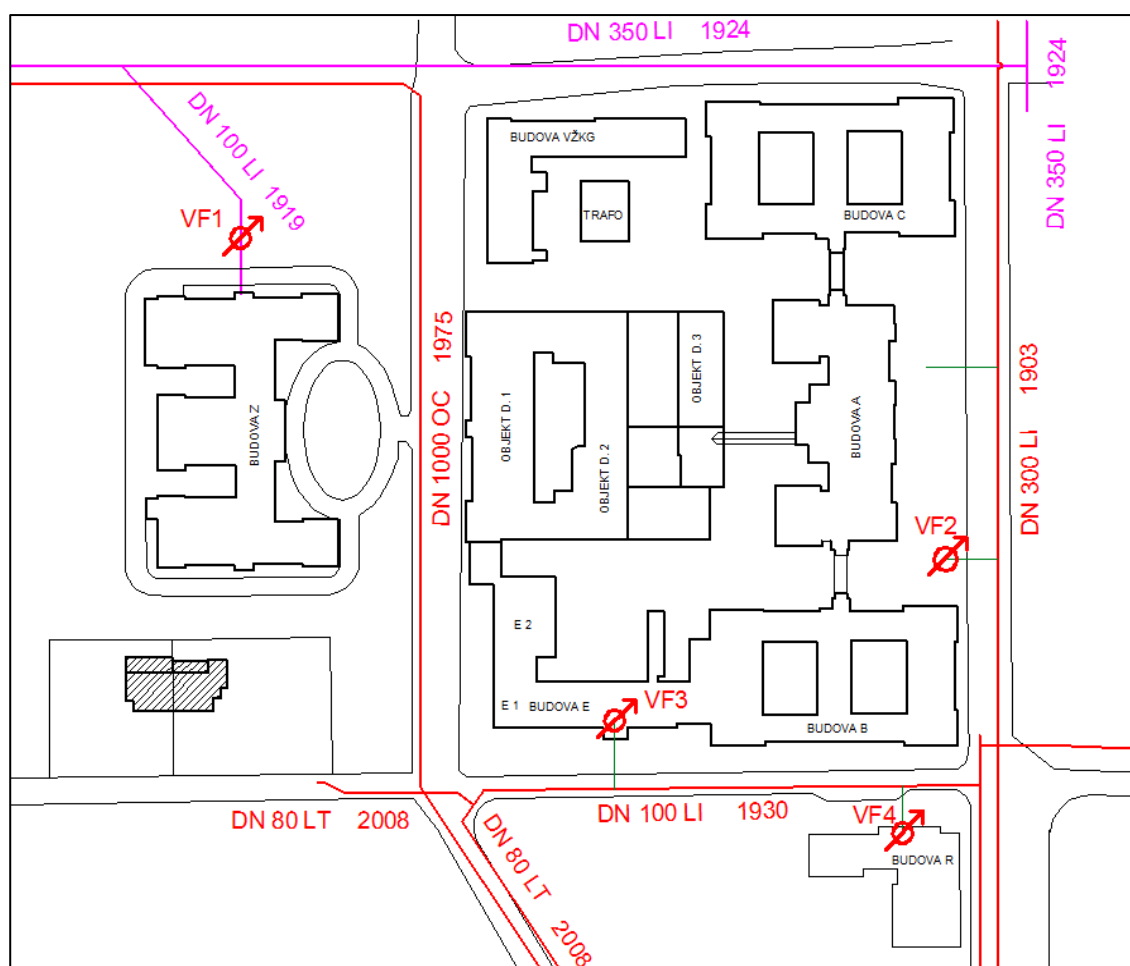


Obrázek 2-3: Situace vnitřního vodovodu

3 PASPORTIZACE STAVU VODOMĚRŮ

3.1 VODOMĚRY FAKTURAČNÍ

V areálu stavební fakulty Vysokého učení technického v Brně se nacházejí celkem čtyři fakturační vodoměry, které měří spotřeby vody v jednotlivých budovách. Fakturační vodoměry VF1 a VF2 jsou umístěny v nově vybudovaných vodoměrných šachtách, které se nacházejí v blízkosti budov A a Z. Vodoměry VF3 a VF4 jsou umístěny v jednotlivých budovách, fakturační vodoměr VF3 je v budově E v místnosti E002 a vodoměr VF4 je umístěn v budově R. Fakturační vodoměr VF2 neměří pouze spotřebu v této budově, ale měří také spotřeby v budovách B, C, D, F.



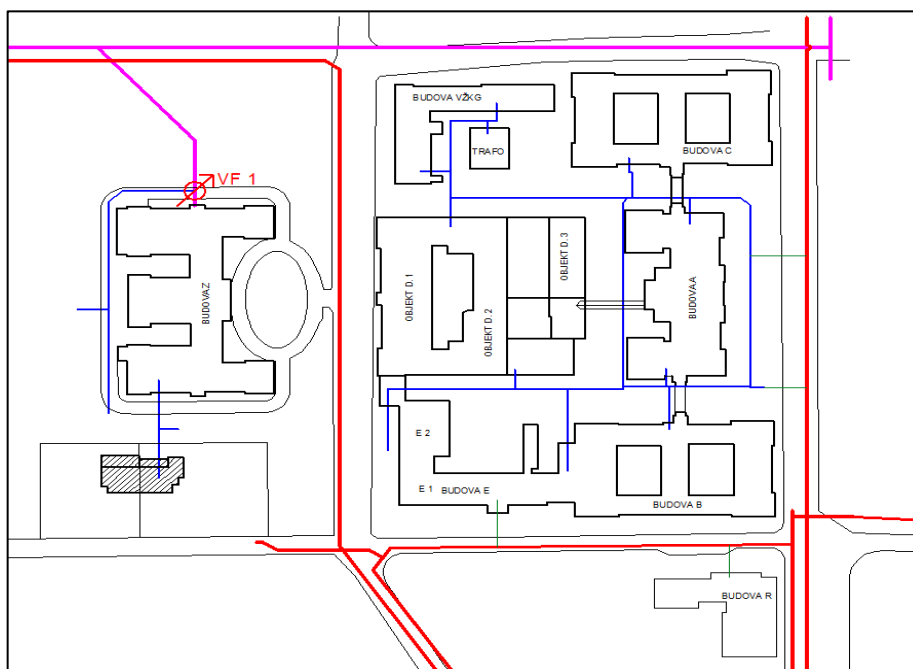
Obrázek 3-1: Schéma umístění fakturačních vodoměrů

3.1.1 Fakturační vodoměr VF 1

Fakturační vodoměr VF 1 je umístěný v nově vybudované vodoměrné šachtě cca 20 m severozápadně od budovy Z. Vodoměr je typu Meistreamplus50, $Q_N = 15\text{m}^3/\text{h}$, DN 50 od firmy Sensus. Výrobní číslo 120063072. Stav naměřený 5. 11. 2012 byl 689 m^3 . Přes tento vodoměr je zásobována budova Z.



Obrázek 3-3: Fakturační vodoměr VF 1



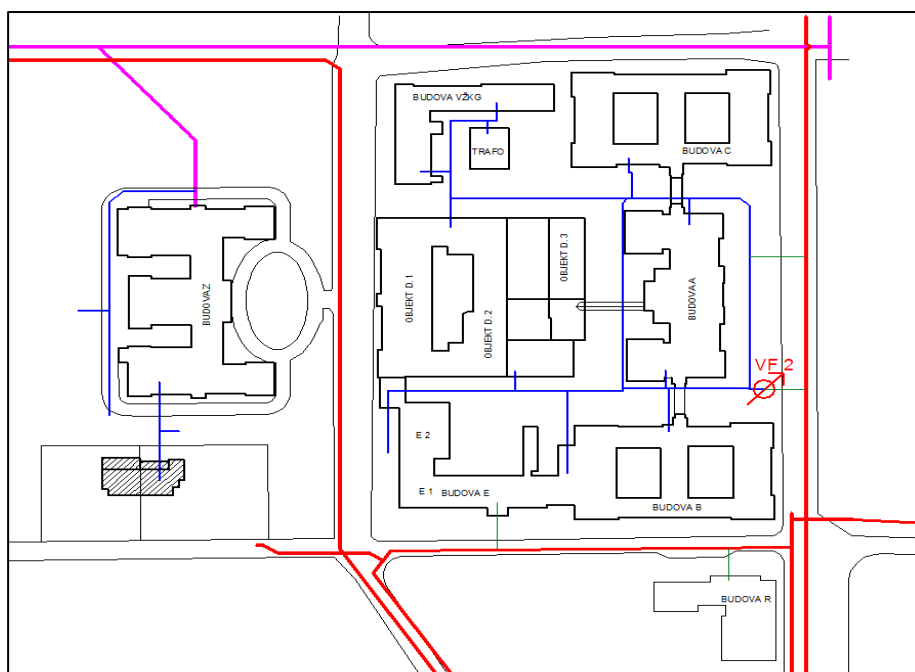
Obrázek 3-2: Fakturační vodoměr VF1 - schéma umístění

3.1.2 Fakturační vodoměr VF 2

Fakturační vodoměr VF 2 je umístěn v nově vybudované vodoměrné šachtě před budovou A. Typ vodoměru je Meistreamplus50, QN = 15 m³/h, DN 50 od firmy Sensus. Výrobní číslo je 120063071. Stav naměřený ke dni 5. 11. 2012 byl 1491 m³. Přes tento vodoměr jsou zásobeny budovy A, B, C, D, F.



Obrázek 3-4: Fakturační vodoměr VF 2



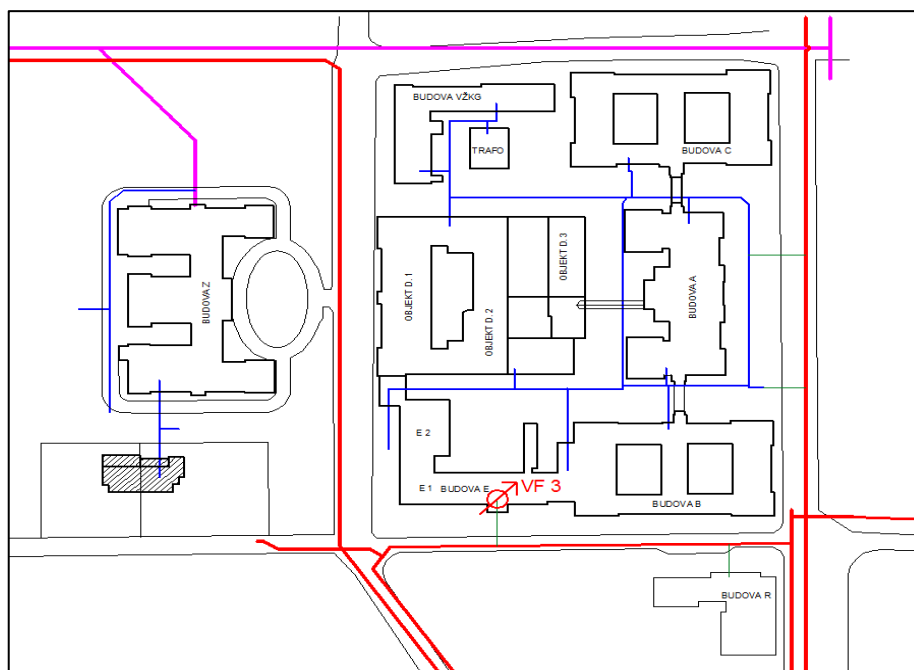
Obrázek 3-5: Fakturační vodoměr VF 2 - schéma umístění

3.1.3 Fakturační vodoměr VF 3

Fakturační vodoměr VF 3 je umístěn v budově E, místnost E002. Typ vodoměru je Sensus 420, $Q_N = 10 \text{ m}^3/\text{h}$. Výrobní číslo 0907094490. Stav vodoměru k 5. 11. 2012 byl 3663 m^3 . Přes tento fakturační vodoměr je zásobena budova E.



Obrázek 3-6: Fakturační vodoměr VF 3



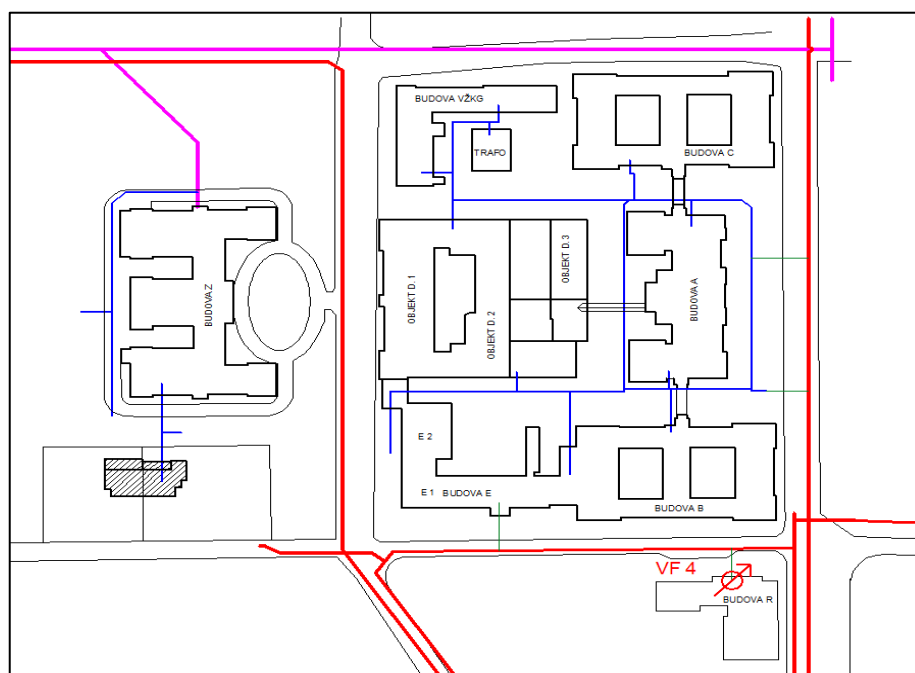
Obrázek 3-7: Fakturační vodoměr VF 3 - schéma umístění

3.1.4 Fakturační vodoměr VF 4

Fakturační vodoměr VF 4 je umístěn v budově R, v místnosti Hlavní uzávěr vody. Typ vodoměru je Sensus 420, $Q_N = 10 \text{ m}^3/\text{h}$. Výrobní číslo vodoměru 1007139944. Stav vodoměru k 1. 2. 2013 byl 3230 m^3 . Přes tento vodoměr je zásobena budova R, v níž je umístěna jídelna pro studenty.



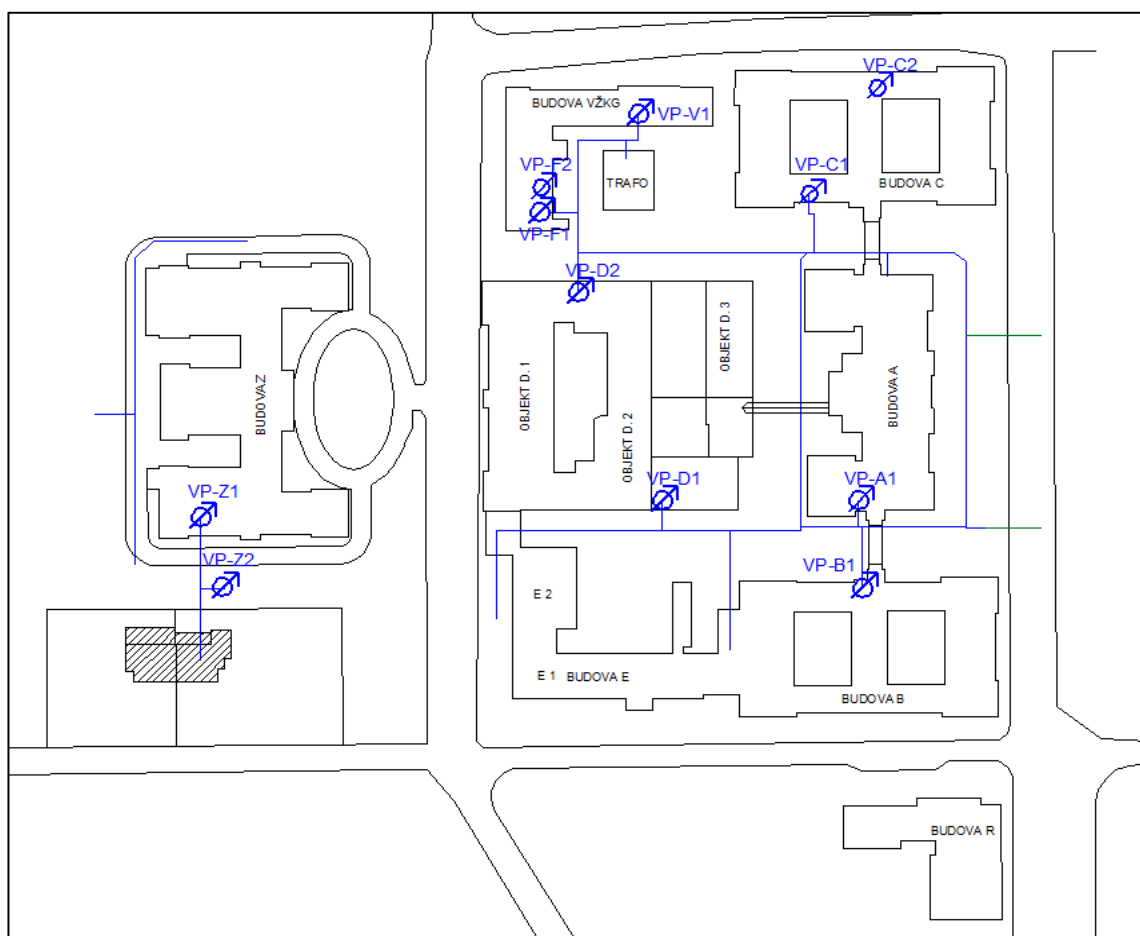
Obrázek 3-8: Fakturační vodoměr VF 4



Obrázek 3-9: Fakturační vodoměr VF 4 - schéma umístění

3.2 PODRUŽNÉ VODOMĚRY

Podružné vodoměry měří v areálu stavební fakulty v Brně spotřeby v jednotlivých budovách. V každé budově je minimálně jeden podružný vodoměr, který je připojen na vnitřní vodovod vedoucí uvnitř areálu stavební fakulty Vysokého učení technického.



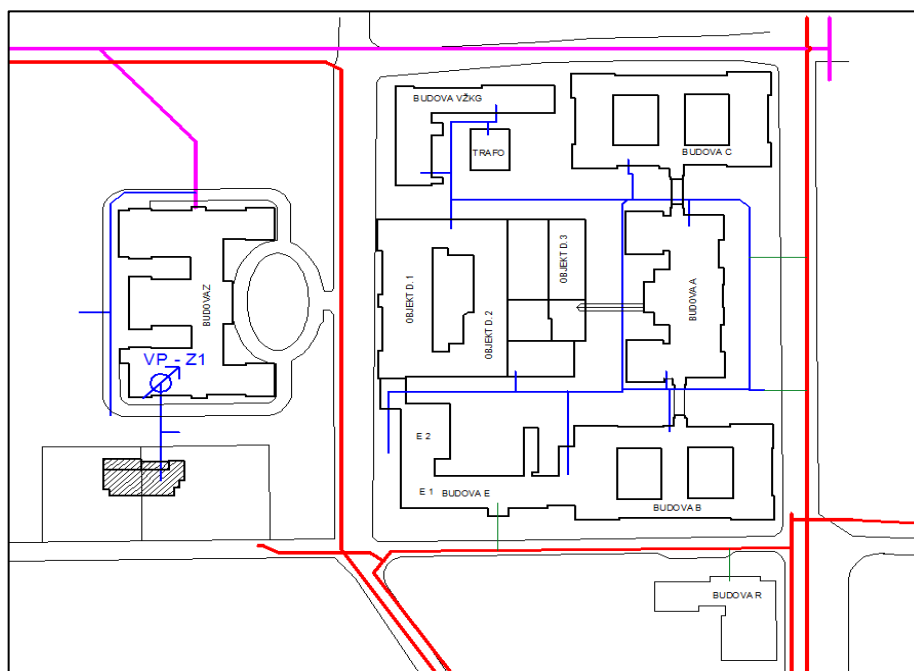
Obrázek 3-10: Schéma umístění podružných vodoměrů

3.2.1 Podružný vodoměr VP – Z1

Podružný vodoměr VP – Z1 je umístěn v budově Z na ulici Žižkova. Typ vodoměru je Premex ¾“. Výrobní číslo 6260973 – 93. Stav vodoměru ke dni 5. 11. 2012 byl 9201 m³. Na tento vodoměr jsou napojeny 2 rodinné domy, kterým také měří spotřebu.



Obrázek 3-11: Podružný vodoměr VP - Z1



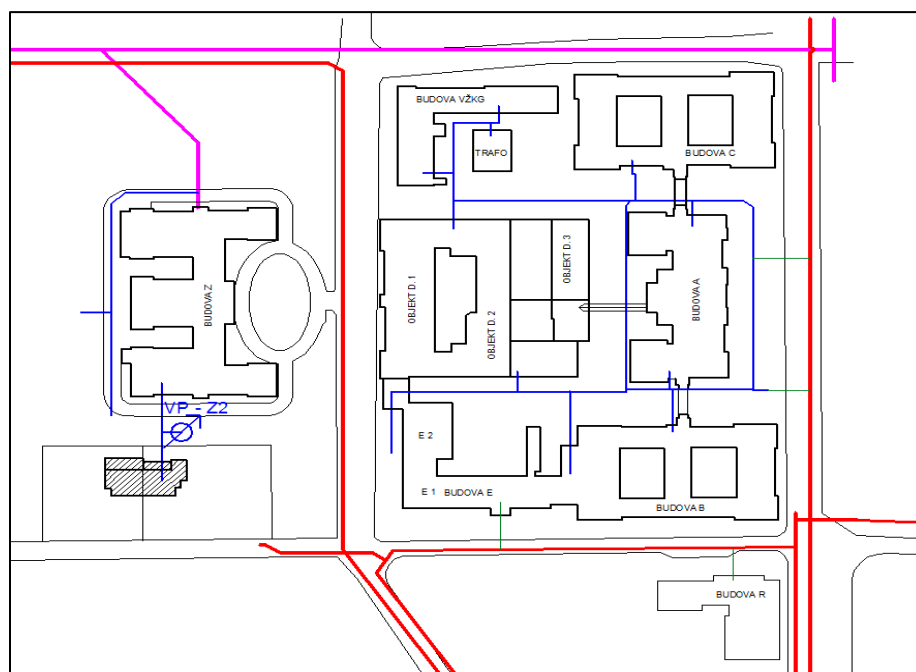
Obrázek 3-12: Podružný vodoměr VP - Z1 - schéma umístění

3.2.2 Podružný vodoměr VP – Z2

Podružný vodoměr VP – Z2 je umístěn asi 25 m jižně od budovy Z na ulici Žižkova. Výrobní číslo vodoměru je 654057/10. Stav vodoměru ke dni 5. 11. 2012 byl 731 m³. Vodoměr je v současné době odstaven.



Obrázek 3-14: Podružný vodoměr VP - Z2



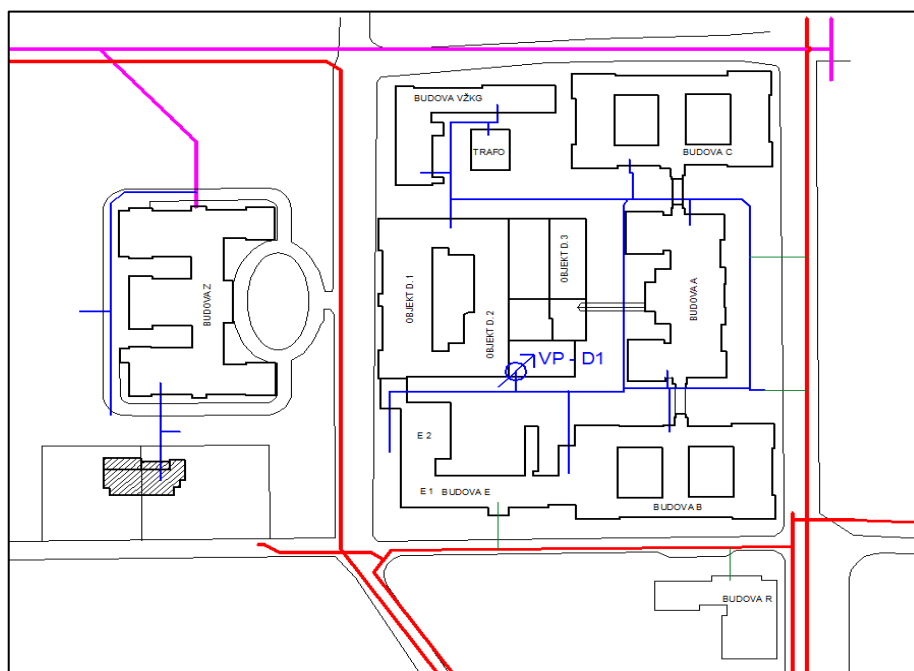
Obrázek 3-13: Podružný vodoměr VP - Z2 - schéma umístění

3.2.3 Podružný vodoměr VP – D1

Podružný vodoměr VP – D1 je umístěn v budově D. Typ vodoměru je Maddalena. Stav vodoměru ke dni 5. 11. 2012 byl 4301,3 m³.



Obrázek 3-15: Podružný vodoměr VP - D1



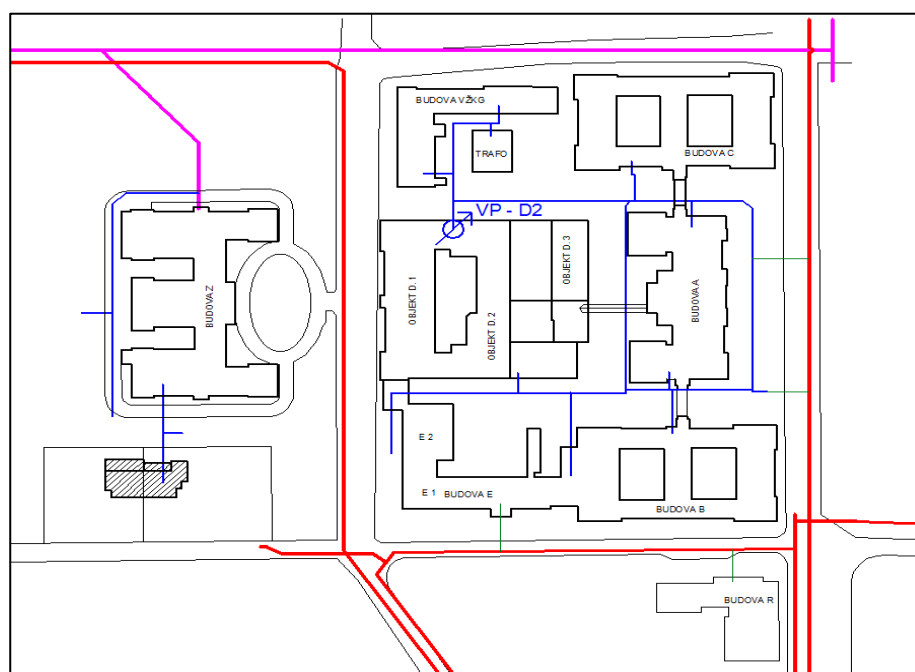
Obrázek 3-16: Podružný vodoměr VP - D1 - schéma umístění

3.2.4 Podružný vodoměr VP – D2

Podružný vodoměr VP – D2 je umístěn v budově D v suterénu. Typ vodoměru je Sisma DN80, $Q_N = 15 \text{ m}^3/\text{h}$. Výrobní číslo 06 – 303662. Stav vodoměru ke dni 5. 11. 2012 byl 1316 m^3 .



Obrázek 3-17: Podružný vodoměr VP - D2



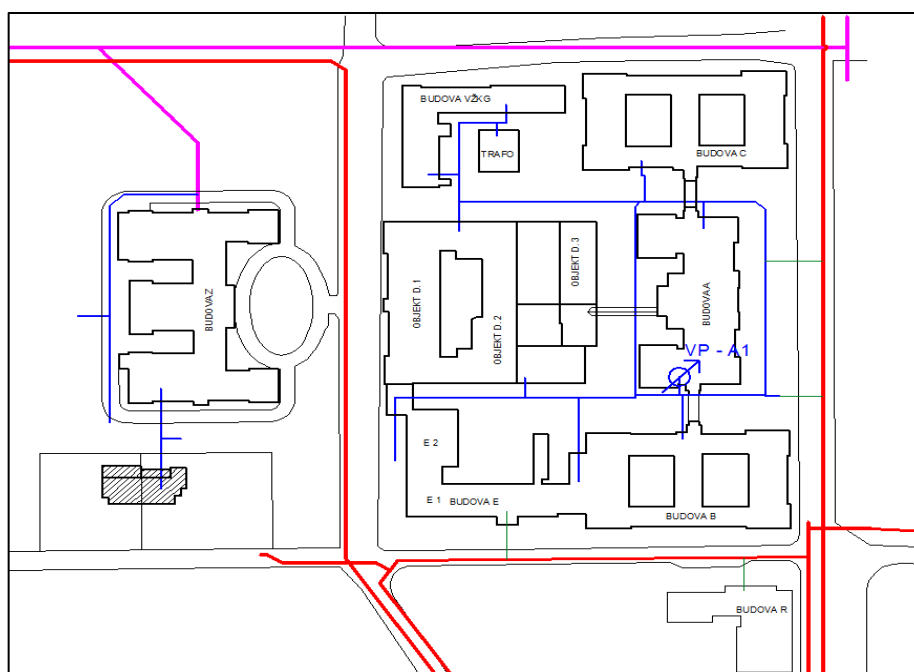
Obrázek 3-18: Podružný vodoměr VP - D2 - schéma umístění

3.2.5 Podružný vodoměr VP – A1

Podružný vodoměr VP – A1 je umístěn v budově A v prostorách knihovnického centra (KIC). Typ vodoměru je Aquadis, $Q_N = 5 \text{ m}^3/\text{h}$. Výrobní číslo D09GD214610C. Stav vodoměru ke dni 5. 11. 2012 byl 498 m^3 .



Obrázek 3-19: Podružný vodoměr VP - A1



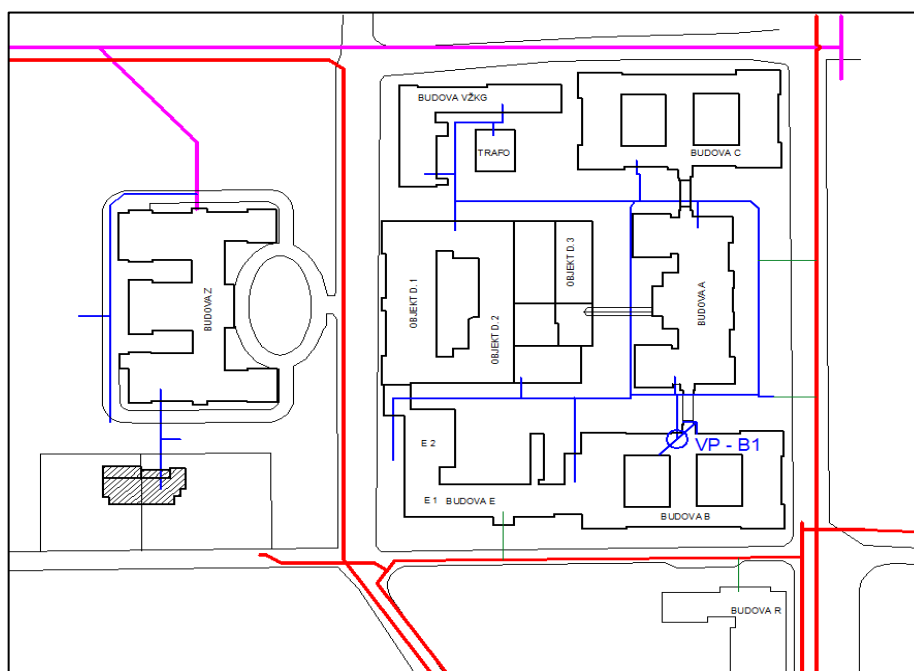
Obrázek 3-20: Podružný vodoměr VP - A1 - schéma umístění

3.2.6 Podružný vodoměr VP – B1

Podružný vodoměr VP – B1 je umístěn v budově B v ústavu radiologické defektoskopie v místnosti B012. Typ vodoměru je Aquastar, $Q_N = 10 \text{ m}^3/\text{h}$. Výrobní číslo vodoměru 97002. Stav vodoměru ke dni 5. 11. 2012 byl 15713 m^3 . Tento vodoměr je používán na měření odběru vody pro firmu Synerga.



Obrázek 3-21: Podružný vodoměr VP - B1

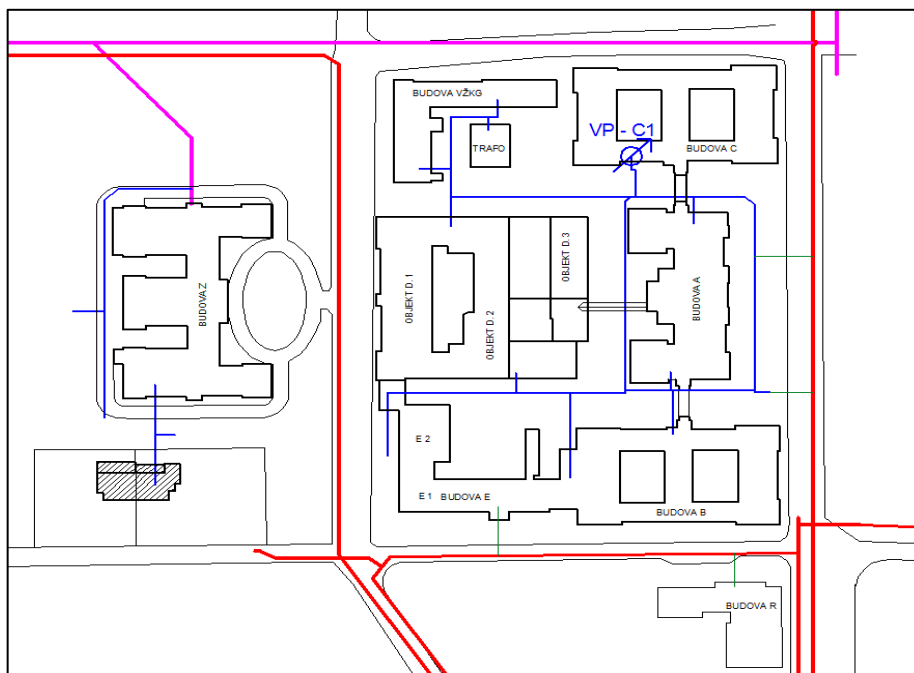


Obrázek 3-22: Podružný vodoměr VP - B1 - schéma umístění

Podružný vodoměr VP – C1 je umístěn v budově C místnosti C005. Typ vodoměru je Enbra typ EV. Výrobní číslo je TCM 142/99 – 3046. Stav vodoměru ke dni 5. 11. 2012 byl 953,6 m³. Je to podružný vodoměr pro externí odběratele, v současné době je zavřený, spotřeba budovy C se odečítá z vodoměru umístěného v nově vybudované vodovodní šachtě před budovou A.



Obrázek 3-23: Podružný vodoměr VP - C1



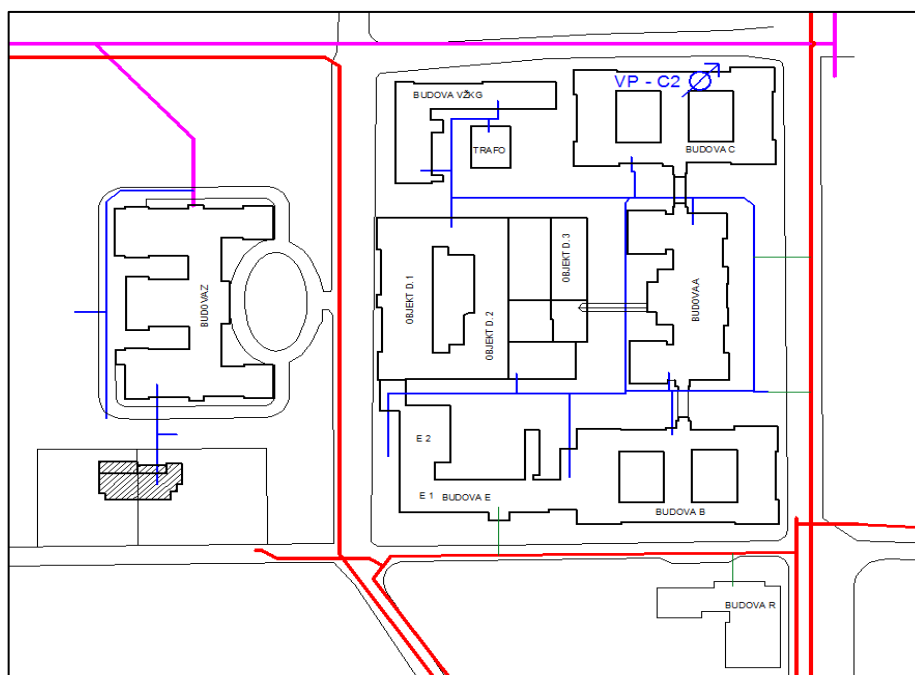
Obrázek 3-24: Podružný vodoměr VP - C1 - schéma umístění

3.2.8 Podružný vodoměr VP – C2

Podružný vodoměr VP – C2 je umístěn v budově C v místnosti C151. Typ vodoměru je Enbra Lorenz typ EV. Výrobní číslo TCM 142/93 – 1447. Stav vodoměru ke dni 5. 11. 2012 byl 4844,4 m³. Tento vodoměr slouží na měření spotřeby pro externí firmu Consultest.



Obrázek 3-25: Podružný vodoměr VP - C2



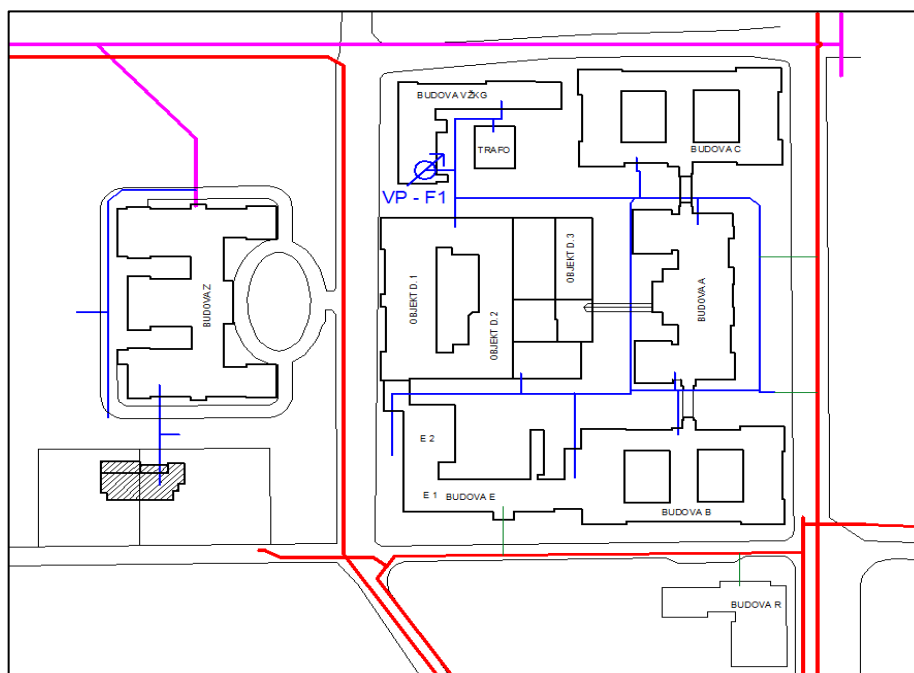
Obrázek 3-26: Podružný vodoměr VP - C2 - schéma umístění

3.2.9 Podružný vodoměr VP – F1

Podružný vodoměr VP – F1 je umístěn v budově F v místnosti F103. Typ vodoměru je Enbra typ EV, $Q_N = 3,5 \text{ m}^3/\text{h}$. Výrobní číslo TCM 142/ 95 – 2410. Stav vodoměru ke dni 5. 11. 2012 byl 4845 m^3 .



Obrázek 3-27: Podružný vodoměr VP - F1



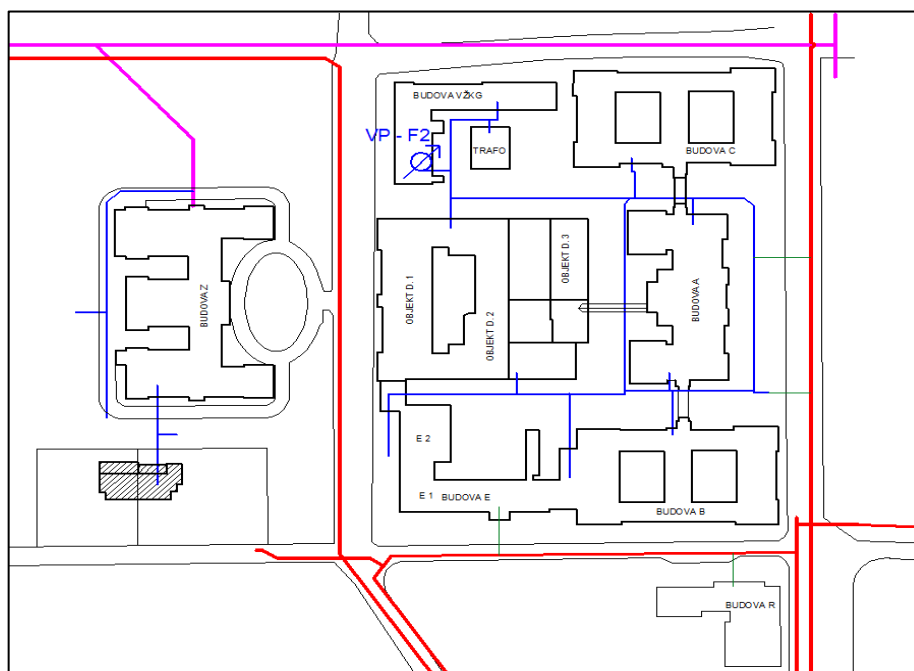
Obrázek 3-28: Podružný vodoměr VP - F1 - schéma umístění

3.2.10 Podružný vodoměr VP – F2

Podružný vodoměr VP – F2 je umístěn v budově F, v místnosti F101. Typ vodoměru je Sensus, $Q_N = 1,5 \text{ m}^3/\text{h}$. Výrobní číslo 8145310. Stav vodoměru ke dni 5. 11. 2012 byl $23,924 \text{ m}^3$. Tento vodoměr slouží jako podružný vodoměr pro pokusy.



Obrázek 3-29: Podružný vodoměr VP - F2



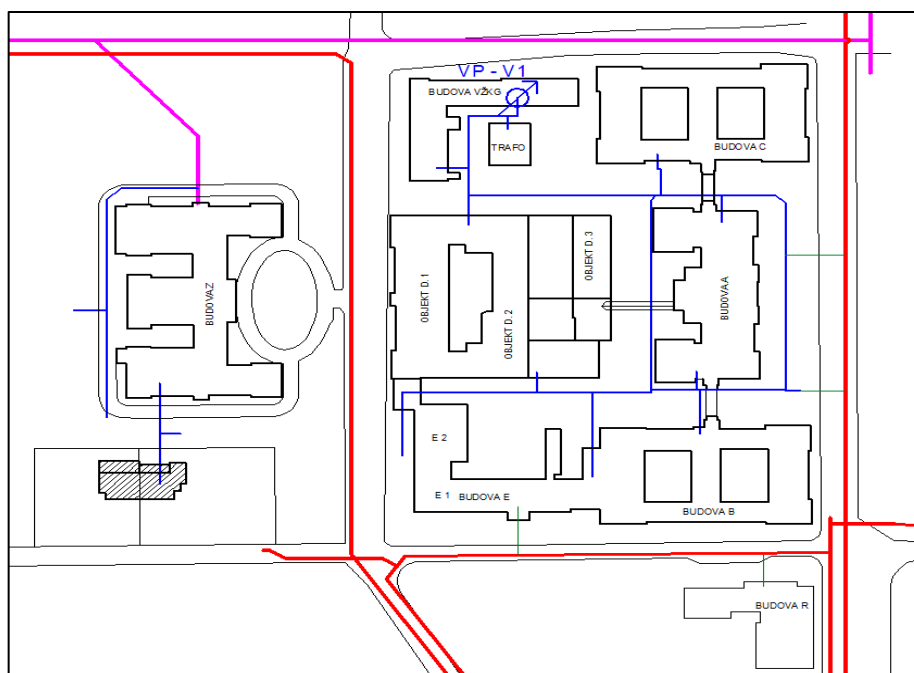
Obrázek 3-30: Podružný vodoměr VP - F2 - schéma umístění

3.2.11 Podružný vodoměr VP – V1

Podružný vodoměr VP – V1 je umístěn v budově VŽKG na ústavu aplikované mechaniky. Typ vodoměru je Prema. Stav vodoměru ke dni 5. 11. 2012 byl 4325 m³.



Obrázek 3-31: Podružný vodoměr VP - V1



Obrázek 3-32: Podružný vodoměr VP - F1 - schéma umístění

3.3 TECHNICKÁ DOKUMENTACE

Technická dokumentace byla převzata od dodavatele pouze pro fakturační vodoměry. Pro jednotlivé podružné vodoměry se technickou dokumentací zajistit nepodařilo z důvodu rozdílných typů vodoměrů a také kvůli značnému stáří podružných vodoměrů používaných v areálu fakulty.

Od dodavatele byla zajištěna také technická dokumentace k dataloggeru, který byl použit pro vlastní měření v bakalářské práci.

4 STÁVAJÍCÍ ZPŮSOB ODEČÍTÁNÍ SPOTŘEB NA FAKULTĚ

V současné době probíhá odečet hodnot naměřených na vodoměrech ručně, takovým způsobem že Správa areálů na fakultě osobně obchází všech 11 podružných vodoměrů a 4 fakturační vodoměry. Poznamená si stav vodoměru a poté jej zapíše do systému.

Bohužel tento systém odečítání vodoměrů je časově náročný a neumožňuje zobrazení časového průběhu odběrů přes den. Také není možné zjistit případné noční odběry nebo ztráty, které mohou nastat.

Z tohoto důvodu bylo součástí mé bakalářské práce navrhnout vhodný systém pro automatický odečet dat z fakturačních vodoměrů.

4.1 PŘEHLEDNÉ TABULKY ODEČTŮ NA VODOMĚRECH

Tabulka 4-1: Odečty fakturačních vodoměrů

	Stav vodoměru								
	Umístění	2012				2013			Spotřebováno
Vodoměr		1. 9.	1. 10.	1. 11.	1. 12.	1. 1.	1. 2.	3. 4.	
VF1	vodoměrná šachta vedle budovy Z	161	377	668	920	1091	1245	1662	1501 m ³
VF2	vodoměrná šachta před budovou A	3	780	1510	2115	2509	2904	4055	4052 m ³
VF3	budova E, místnost E002	3488	3559	3650	3750	3834	3936	4207	719 m ³
VF4	budova R, místnost "Hlavní uzávěr vody"						3230	4214	984 m ³

Tabulka 4-2: Odečty podružných vodoměrů

	Stav vodoměru								
	Umístění	2012				2013			Spotřebováno
Vodoměr		1. 9.	1. 10.	1. 11.	1. 12.	1. 1.	1. 2.	3. 4.	
VP-A1	budova A - Knihovnické centrum KIC	456	466	487	497	519	539	594	138 m ³
VP-B1	budova B - ústav radiologické defektoskopie	15621	15653	15686	15719	15746	15830	15896	275 m ³
VP-C2	budova C - Consultest	4802	4830	4844	4856	4865	4877	4883	81 m ³
VP-C1	budova C, místnost C005			953582	953591	953594	953599	953606	24 m ³
VP-F1	budova F		1297	1303	1309	1312			15 m ³
VP-V1	ústav aplikované mechaniky	4275	4300	4323	4353	4378	4404	4432	157 m ³

5 MĚŘENÍ SPOTŘEBY S VYUŽITÍM DATALOGGERU

Datalogger je přístroj na zaznamenávání dat a jejich ukládání. Data jsou na něj přenášena pomocí příslušných čidel, které zaznamenávají impulsy vody při jejím průtoku vodoměrem. Datalogger tyto údaje uloží do paměti, a ty se pak pomocí přenosového kabelu a příslušného počítačového programu nahrají do počítače, kde se uchovají pro další využití.

Jedním z cílů této bakalářské práce bylo navržení automatického odečtu ze všech fakturačních vodoměrů, které jsou v areálu stavební fakulty Vysokého učení technického v Brně.

5.1 STANOVENÍ PARAMETRŮ PRO DODAVATELE

V areálu fakulty se nacházejí čtyři fakturační vodoměry. Vzdálenost jednotlivých fakturačních vodoměrů je taková, že nelze osadit na dva fakturační vodoměry jeden datalogger, který by zaznamenával spotřeby z obou vodoměrů. Z tohoto důvodu jsem musel zajistit celkem čtyři dataloggery a také čtyři čidla určená ke snímání průtoku vody vodoměrem.

Pro dodavatele jsem stanovil parametry jednotlivých vodoměrů. Jediné co bylo třeba zadat pro dodavatele, byl typ vodoměru a vzdálenosti jednotlivých vodoměrů.

Na fakultě se nacházejí dva typy vodoměrů. Fakturační vodoměry VF1 a VF2 umístěné ve vodovodní šachtě vedle budovy Z, resp. před budovou A jsou typu Meinstreamplus50. Fakturační vodoměr VF 3 v budově E a fakturační vodoměr VF 4 umístěný v budově R jsou typu Sensus 420.

Na oba tyto typy vodoměrů (Meistreamplus50 a Sensus 420) je možné osadit datalogger typu H1 a HRI snímač na snímání průtoku vody vodoměrem.

5.2 VYHODNOCENÍ NABÍDEK

V rámci nabídky jsem se dotázal celkem šesti firem, zda disponují dostupnými prostředky pro splnění námi zadaných parametrů. Z celkového počtu dotázané šestice

firem se ozvali tři zástupci. Jednalo se o firmy Fiedler – Mágr elektronika, Kapka-vodoměry a firma Itron Czech Republic s. r. o.

Firma Fiedler – Mágr elektronika zaslala cenovou nabídku v celkové výši 17 280 Kč. Nabídka obsahovala cenu zapůjčení datalogger včetně SIM karet pro automatický přenos dat na server. Součástí nabídky bylo také pořízení OPTO snímačů, které Fiedler – Mágr elektronika nezapůjčuje, ale je nutno je zakoupit. Bohužel cenová nabídka neobsahovala zapůjčení OPTO snímačů pro vodoměry VF 3 a VF 4 tj. vodoměry Sensus 420.

Jednatel firmy Kapka – vodoměry byl velmi vstřícný a ochotně vedl jednání o možném zapůjčení dataloggerů na zadané vodoměry včetně snímačů. Bohužel vzdálenost jednotlivých vodoměrů byla příliš velká a bylo nutné zajistit čtyři dataloggery a čtyři snímače, kterými firma Kapka – vodoměry v současné době nedisponovala.

Firma Itron Czech Republic s. r. o. odpověděla, že bohužel datalogger k zapůjčení nedisponuje, ale doporučil mi kontaktovat provozovatele vodovodu v Brně, tedy Brněnské vodárny a kanalizace, a. s.

Jako posledního možného dodavatele jsem kontaktoval pana Kalivodu, který má na starosti technické oddělení vodovodů v Brněnských vodárnách a kanalizacích, a. s.

5.3 VÝBĚR VHODNÉHO DODAVATELE DATALOGGERU

Z obdržených nabídek jsem musel vybrat jednu, která bude tou nejvýhodnější pro zadané parametry bakalářské práce.

Nabídka od firmy Fiedler – Mágr elektronika nezahrnovala zapůjčení OPTO snímačů na vodoměry Sensus 420, z tohoto důvodu jsem se rozhodl cenovou nabídku odmítnout a porozhlédnout se po jiných alternativách, které se mi naskytly.

Další nabídka přišla od Brněnských vodáren a kanalizací, a. s. pan Kalivoda nabídl, že mi poskytne čtyři dataloggery na zadané vodoměry včetně snímačů, zdarma. Na základě takové reakce jsem usoudil, že nabídka od Brněnských vodáren a kanalizací a. s. je nejvýhodnější a tak jsme zahájili jednání o podmínkách zapůjčení daných dataloggerů a snímačů na jednotlivé vodoměry.

5.4 VLASTNÍ MĚŘENÍ S DATALOGGEREM

5.4.1 Instalace dataloggeru

Dataloggery mi Brněnské vodárny a kanalizace, a. s. zapůjčili dne 11. 4. 2013. V pondělí 15. 4. 2013 začalo zkušební období dataloggeru, při němž jsem odzkoušel funkčnost systému automatického sběru dat. Během testu nebyla zaznamenána jakákoliv chyba, která by znemožnila použití dataloggerů pro samotný sběr dat, které jsem poté použil v bakalářské práci.

Na vodoměr jsem připojil snímač, který snímal impulsy vody při jejím průtoku vodoměrem. Snímač byl propojen přes datový kabel s dataloggerem, který ukládal data snímána HRI snímačem. Na dva vodoměry Meistreamplus50, ve vodoměrných šachtách před budovou A resp. vedle budovy Z, byl připojen snímač HRI – Mei B3. Na vodoměry Sensus 420, umístěny v budově E a budově R, byly připojeny snímače HRI – B1/8.



Obrázek 5-1: Ukázka připojení dataloggeru na vodoměry

5.4.2 Sběr dat a vyhodnocení měření

Sběr dat probíhal od 23. 4. 2013 do 7. 5. 2013, kdy jsem zapůjčené dataloggery vrátil zpět panu Kalivodovi z Brněnských vodáren a kanalizací, a. s.

Samotné odečty probíhaly za pomoci dataloggerů H1 a snímačů HRI. Na fakturačních vodoměrech VF 1 a VF 2 byl nainstalován snímač HRI – Mei B3. Na zbylých fakturačních vodoměrech VF 3 a VF 4 je použit snímač HRI – B1/ 8.



Obrázek 5-2: Použitý datalogger typu H1

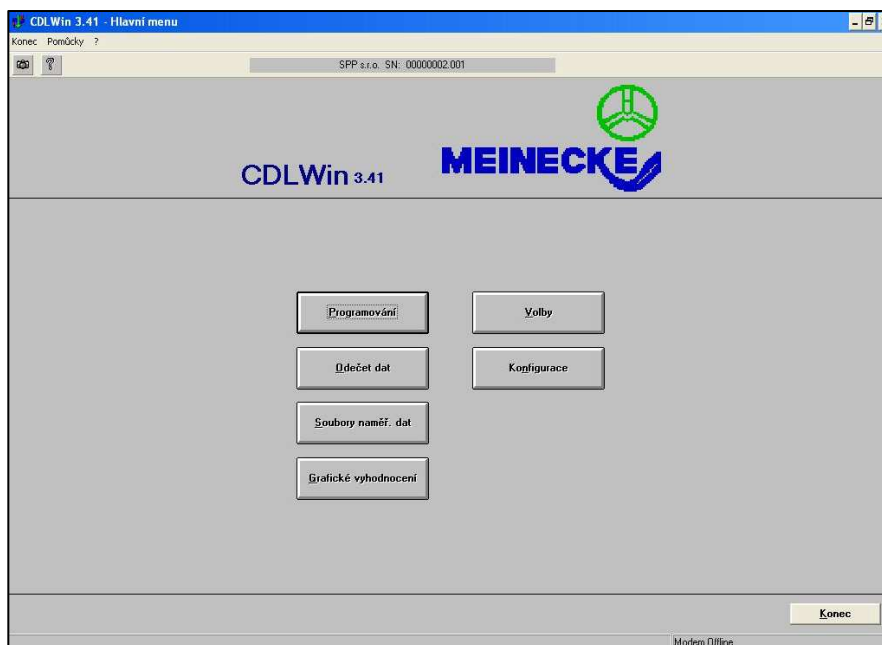


Obrázek 5-4: Snímač HRI - Mei B3



Obrázek 5-3: Snímač HRI – B1/8

Vyhodnocení naměřených dat z dataloggeru bylo provedeno pomocí programu CDLWin 3. 41. Datalogger se nejprve připojil k počítači, poté pomocí přenosového kabelu a výše uvedeného počítačového programu byla naměřená data přenesena do programu Microsoft office Excel 2007 jako data, ze kterých jsem později vytvořil graf zobrazující jednotlivé odběry v daném čase.



Obrázek 5-5: Program CDLWin 3. 41

Sběr dat na fakturačních vodoměrech probíhal v období od 23. 4. 2013 do 7. 5. 2013. Doba, přes kterou probíhal monitoring spotřeby vody vodoměru, zahrnoval celkem 11 pracovních dní, 4 víkendové dny a 1 svátek (1. Máj).

Monitoring probíhal v době posledního týdnu výuky na stavební fakultě vysokého učení technického, v tzv. zápočtovém týdnu, kdy je koncentrace studentů na fakultě největší. Druhý týden, kdy probíhalo měření, byl první týden zkouškového období na fakultě. Toto je období, které začalo ve čtvrtek 2. 5. 2013. Je to období, kdy studenti i pedagogové docházejí na fakultu nepravidelně a tak by spotřeby vody na fakultě měly být nižší než v případě předcházejícím, tj. v době zápočtového týdne.

V čase víkendů a svátků by spotřeba vody na fakultě měla být nesrovnatelně nižší než v době výuky z toho důvodu, že jak studenti, tak pedagogové nebudou trávit volné chvíle na fakultě.

Fakturační vodoměr VF1

Na prvním grafu vidíme srovnání odběrů vody o víkendu a v pracovní den na fakturačním vodoměru VF1. Můžeme si všimnout, že v sobotu 27. 4. 2013 byl zaznamenán maximální denní odběr v 0:30 ráno, tedy v čase, kdy by měly být odběry nulové. Dále už jsou odběry v nočních a brzkých ranních hodinách takové, jaké jsem předpokládal, téměř nulové.

Ve čtvrtek 2. 5. 2013 se odběry začínají zvyšovat už ve 4:00 ráno, přes den jsou odběry nerovnoměrné a nejvyšší hodnota byla zaznamenána v 8:45 $0,31 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$

Přes den dochází k rovnoměrným odběrům vody, ve čtvrtek 2. 5. 2013 byl největší odběr v 8:45 $0,31 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$, poté se už odběry snižovaly. Ale můžeme si všimnout času kolem půlnoci, že odběry nejsou rovnoměrné a stále dochází k navýšení odběrů pitné vody.

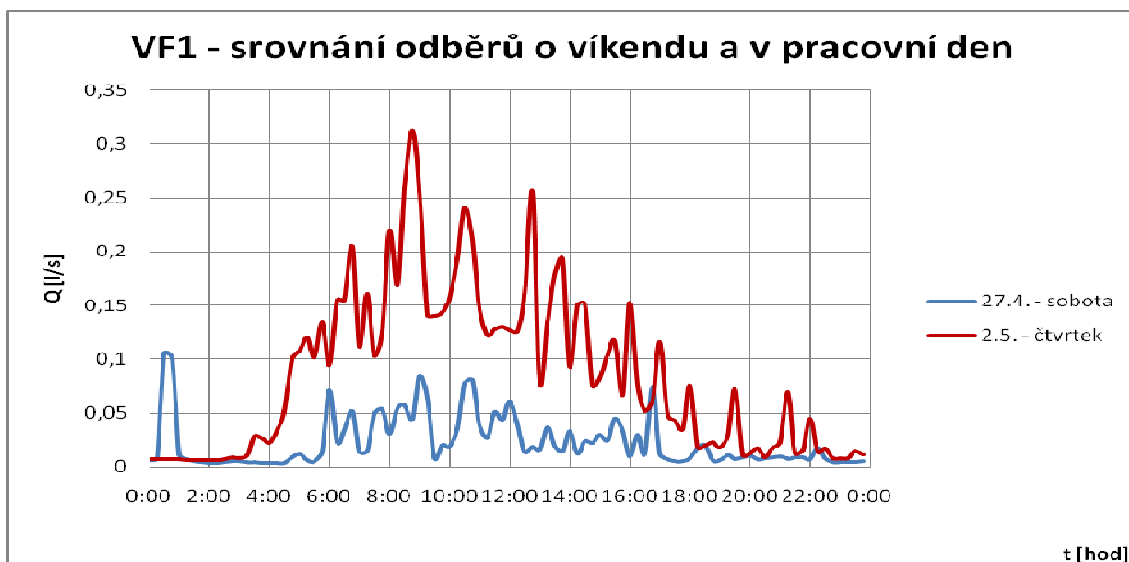
Maximální hodinová hodnota odběru za měřené období byla zaznamenána 26. 4. 2013 v 11:00.

Tabulka 5-1: Průtokové charakteristiky včetně volných dnů VF1

	Včetně volných dnů				
Qp =	0,08	$\text{l} \cdot \text{s}^{-1}$	=>	6,912	$\text{m}^3 \cdot \text{den}^{-1}$
Qd =	0,62	$\text{l} \cdot \text{s}^{-1}$	=>	53,568	$\text{m}^3 \cdot \text{den}^{-1}$
Qh =	0,62	$\text{l} \cdot \text{s}^{-1}$	=>	2,232	$\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1}$

Tabulka 5-2: Průtokové charakteristiky pouze pracovní dny VF1

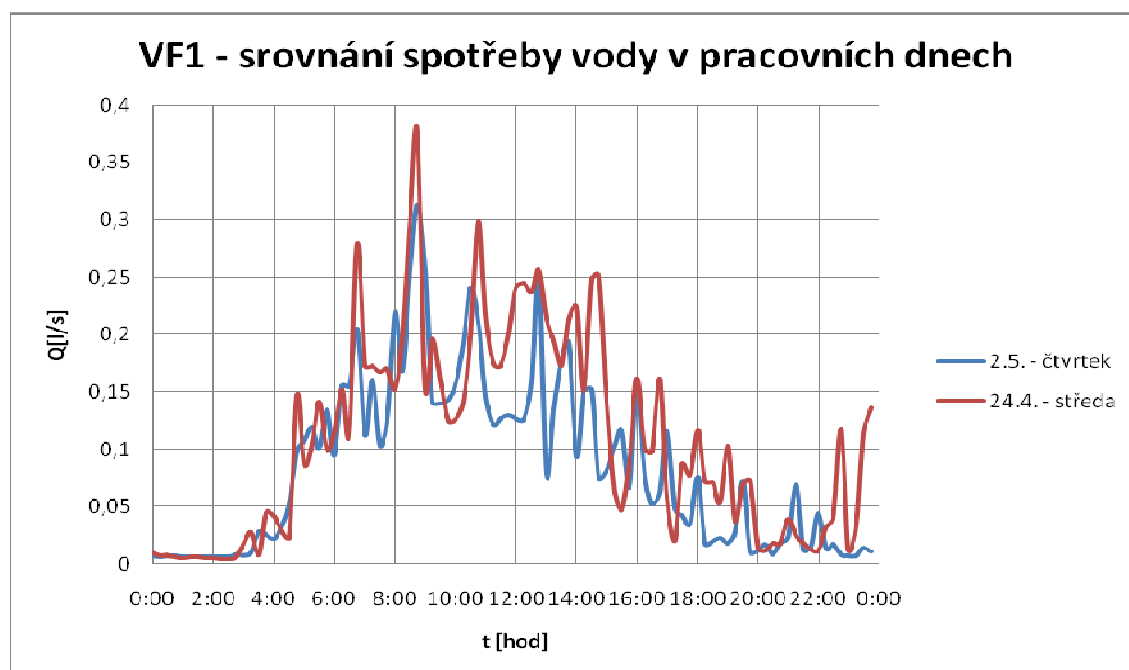
	Pracovní dny				
Qp =	0,12	$\text{l} \cdot \text{s}^{-1}$	=>	10,368	$\text{m}^3 \cdot \text{den}^{-1}$
Qd =	0,62	$\text{l} \cdot \text{s}^{-1}$	=>	53,568	$\text{m}^3 \cdot \text{den}^{-1}$
Qh =	0,62	$\text{l} \cdot \text{s}^{-1}$	=>	2,232	$\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1}$



Obrázek 5-6: Graf srovnání odběrů o víkendu a v pracovní den VF1

V druhém grafu je znázorněno srovnání odběrů vody v pracovních dnech. Můžeme si všimnout, že hodnoty se nijak výrazně neliší a jsou téměř totožné. Nejzajímavějším faktem je, že ve středu 24. 4. 2013 došlo v nočních hodinách mezi 22 a 23 hodinou k velkému nárůstu odběrů až do hodnot přes $0,1 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$. Na dobu, kdy by ve škole neměl nikdo být, je to zajímavý údaj.

Maximální hodinová hodnota odběru vody v obou dnech je ve stejný čas v 8:30. Ve čtvrtek 2. 5. 2013 byla hodnota odběru vody $0,31 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ a ve středu 24. 4. 2013 $0,38 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$.



Obrázek 5-7: Graf srovnání odběrů vody v pracovních dnech VF1

Fakturační vodoměr VF2

U fakturačního vodoměru VF 2 můžeme vidět, že spotřeby vody jsou mnohem vyšší než u fakturačního vodoměru VF 1. Na grafu je znázorněno, že odběry v pracovních dnech se od sebe nijak výrazně neliší a hodnoty odběrů jsou téměř totožné celý den. Hodnoty odběrů v pozdních nočních a brzkých ranních hodinách by měly být nulové, ale z grafu je patrné, že se odběry rovnoměrně a po celou dobu pohybují kolem $0,03 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ a ve čtvrtek 2. 5. 2013 dokonce $0,06 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$. Výrazně vyšší odběry nastaly v oba dny ve stejnou dobu a to v 9, 11 a 13 hodin, kdy ve dne 24. 4. 2013 se hodnota odběrů vyšplhala téměř k $1,0 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$

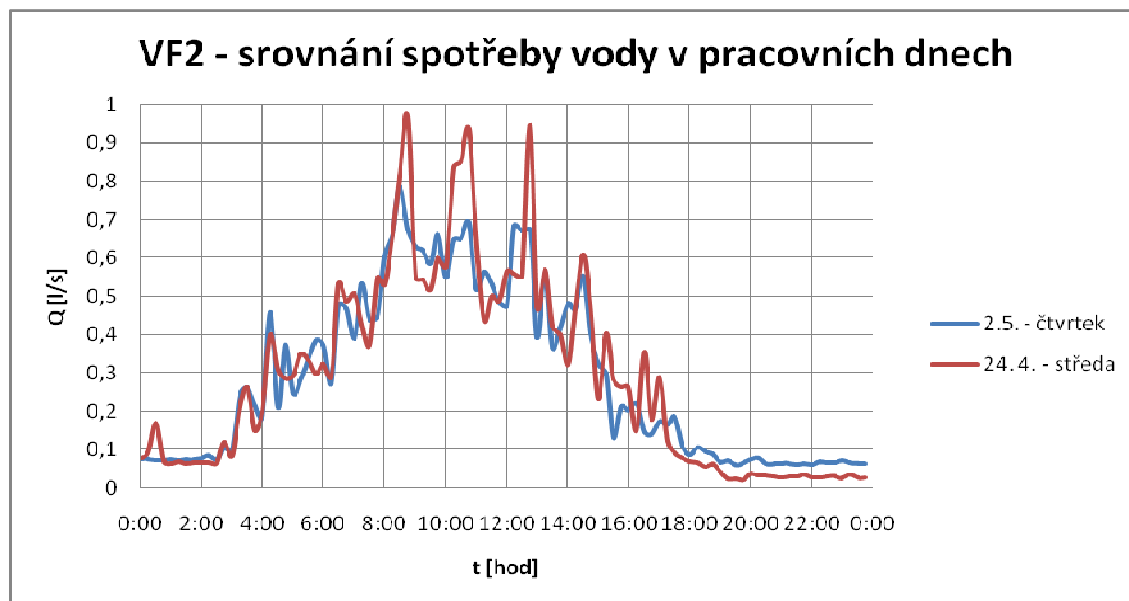
Maximální hodinová hodnota odběru za měřené období byla zaznamenána 23. 4. 2013 ve 12:30.

Tabulka 5-3: Průtokové charakteristiky včetně volných dnů VF2

	Včetně volných dnů				
Qp =	0,19	$\text{l} \cdot \text{s}^{-1}$	=>	16,42	$\text{m}^3 \cdot \text{den}^{-1}$
Qd =	1,22	$\text{l} \cdot \text{s}^{-1}$	=>	105,41	$\text{m}^3 \cdot \text{den}^{-1}$
Qh =	1,22	$\text{l} \cdot \text{s}^{-1}$	=>	4,39	$\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1}$

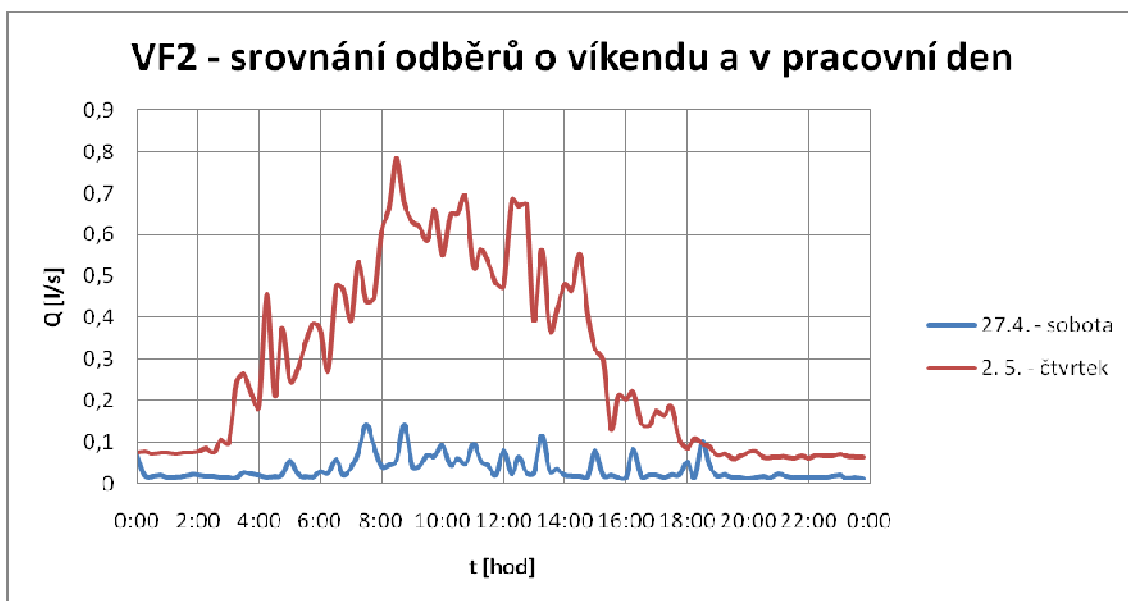
Tabulka 5-4: Průtokové charakteristiky pouze pracovní dny VF2

	Pracovní dny				
Qp =	0,28	$\text{l} \cdot \text{s}^{-1}$	=>	24,19	$\text{m}^3 \cdot \text{den}^{-1}$
Qd =	1,22	$\text{l} \cdot \text{s}^{-1}$	=>	105,41	$\text{m}^3 \cdot \text{den}^{-1}$
Qh =	1,22	$\text{l} \cdot \text{s}^{-1}$	=>	4,39	$\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1}$



Obrázek 5-8: Graf srovnání odběrů vody v pracovních dnech VF2

Na druhém grafu je znázorněné srovnání odběrů o víkendu a v pracovní den. Můžeme si všimnout, že hodnoty odběrů se velmi liší. Noční odběry ve čtvrtek 2. 5. nejsou nulové, ale pohybují se okolo hodnoty $0,06 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$. Ani noční a ranní odběry o víkendu nejsou nulové a jsou průměrně $0,01 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ velké. Nejvyšší hodinová hodnota odběru $0,79 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ byla zaznamenána v čase 8:30 ve čtvrtek 2. 5. 2013.



Obrázek 5-9: Graf srovnání odběrů vody o víkendu a v pracovní den VF2

Fakturační vodoměr VF3

První graf znázorňuje srovnání odběrů vody v pracovních dnech u fakturačního vodoměru VF3 v budově E. Hodnoty odběrů jsou téměř totožné a odběry v čase od 20:00 do 4:00 se téměř rovnají nule. Ale můžeme si všimnout, že odběry začínají vzrůstat už ve 4:00 ráno. Maximální odběr nastal v obou dnech kolem 13:00 hodin.

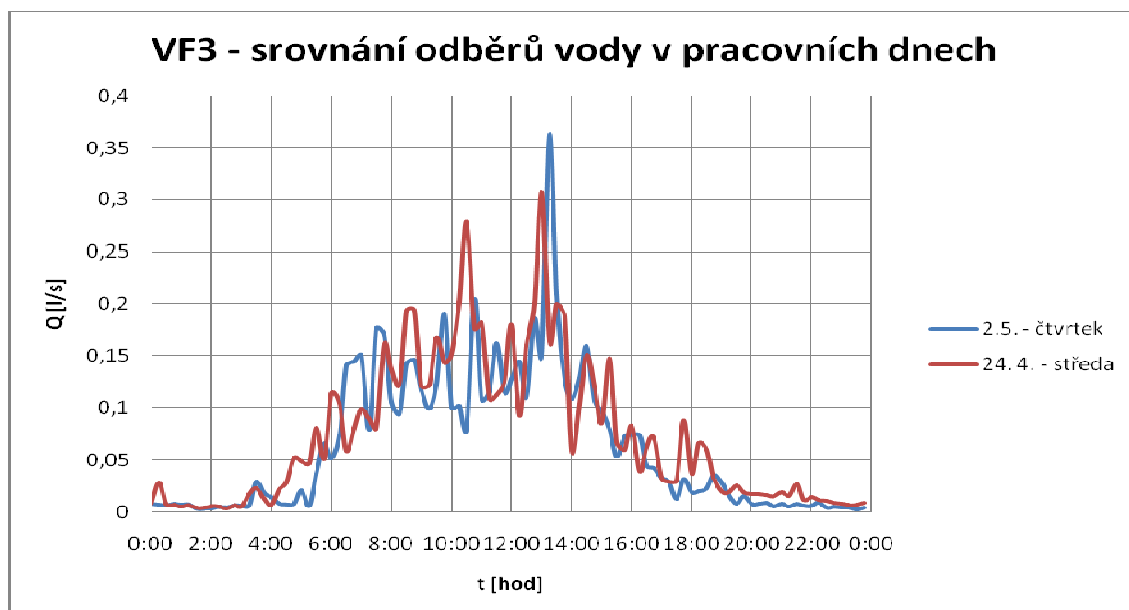
Maximální hodinová hodnota odběru za měřené období byla zaznamenána 2. 5. 2013 ve 13:15.

Tabulka 5-5: Průtokové charakteristiky pouze pracovní dny VF3

	Pracovní dny				
Qp =	0,06	$\text{l}\cdot\text{s}^{-1}$	=>	5,18	$\text{m}^3\cdot\text{den}^{-1}$
Qd =	0,36	$\text{l}\cdot\text{s}^{-1}$	=>	31,10	$\text{m}^3\cdot\text{den}^{-1}$
Qh =	0,36	$\text{l}\cdot\text{s}^{-1}$	=>	1,30	$\text{m}^3\cdot\text{hod}^{-1}$

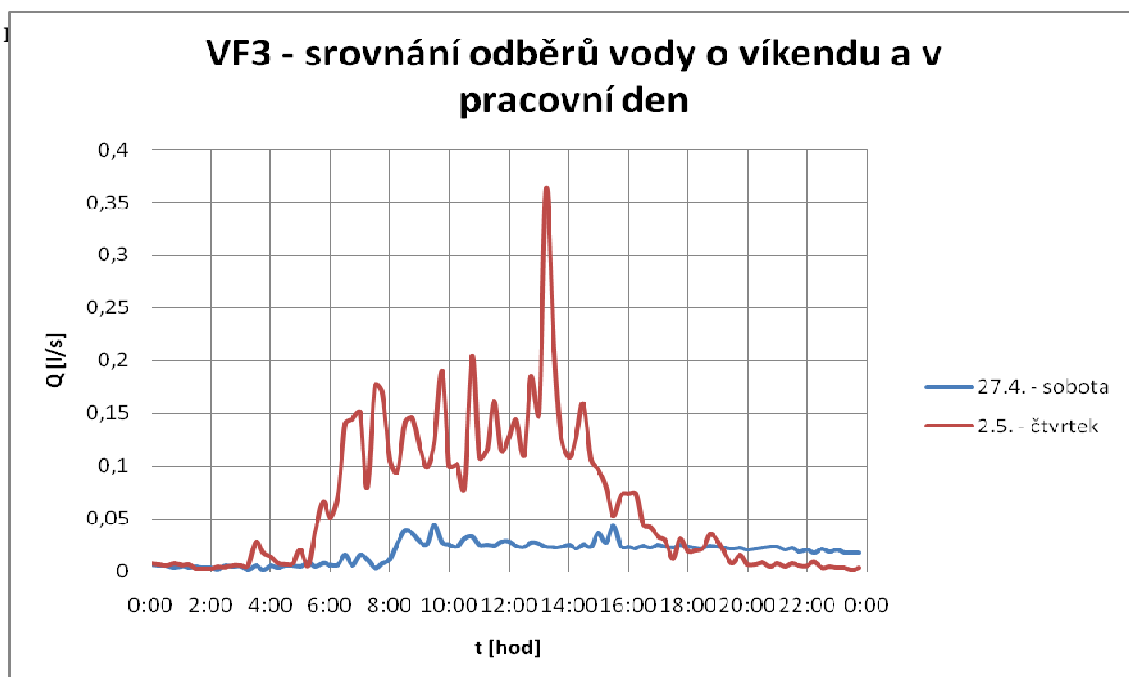
Tabulka 5-6: Průtokové charakteristiky včetně volných dnů VF3

	Včetně volných dnů				
Qp =	0,03	$\text{l}\cdot\text{s}^{-1}$	=>	2,59	$\text{m}^3\cdot\text{den}^{-1}$
Qd =	0,36	$\text{l}\cdot\text{s}^{-1}$	=>	31,10	$\text{m}^3\cdot\text{den}^{-1}$
Qh =	0,36	$\text{l}\cdot\text{s}^{-1}$	=>	1,30	$\text{m}^3\cdot\text{hod}^{-1}$



Obrázek 5-10: Graf srovnání odběrů vody v pracovních dnech VF3

Druhý graf zobrazuje srovnání odběrů vody o víkendu a v pracovní den. Tyto hodnoty se od sebe liší hlavně v průběhu dne, večer a v noci už velké rozdíly nejsou. Hlavní rozdíly jsou mezi 6:00 až 18:00. Hodnoty odběrů v sobotu jsou přes den téměř rovnoměrné, ale pokračují také ve stejných hodnotách až do nočních hodin. Odběry ve čtvrtek jsou v nočních a brzkých ranních hodinách téměř nulové. První vyšší odběry nastávají již ve 4:00 ráno. Pracovní den vykazuje na fakturačním vodoměru VF3



Obrázek 5-11: Graf srovnání odběrů vody o víkendu a v pracovní den VF3

Fakturační vodoměr VF4

Na prvním grafu je srovnání odběrů vody v pracovních dnech, kdy vidíme, že odběry v čase od 20:00 do 4:00 hodin ráno jsou nulové pro oba dva dny, největší rozdíl mezi jednotlivými dny je od 10:00 do 14:00. Jinak jsou hodnoty odběrů téměř totožné. Největší odběr je zaznamenán oba dva dny mezi 12:00 a 14:00. Je to způsobeno nejspíše tím, že je čas oběda a studenti zamířili do jídelny, která sídlí v této budově.

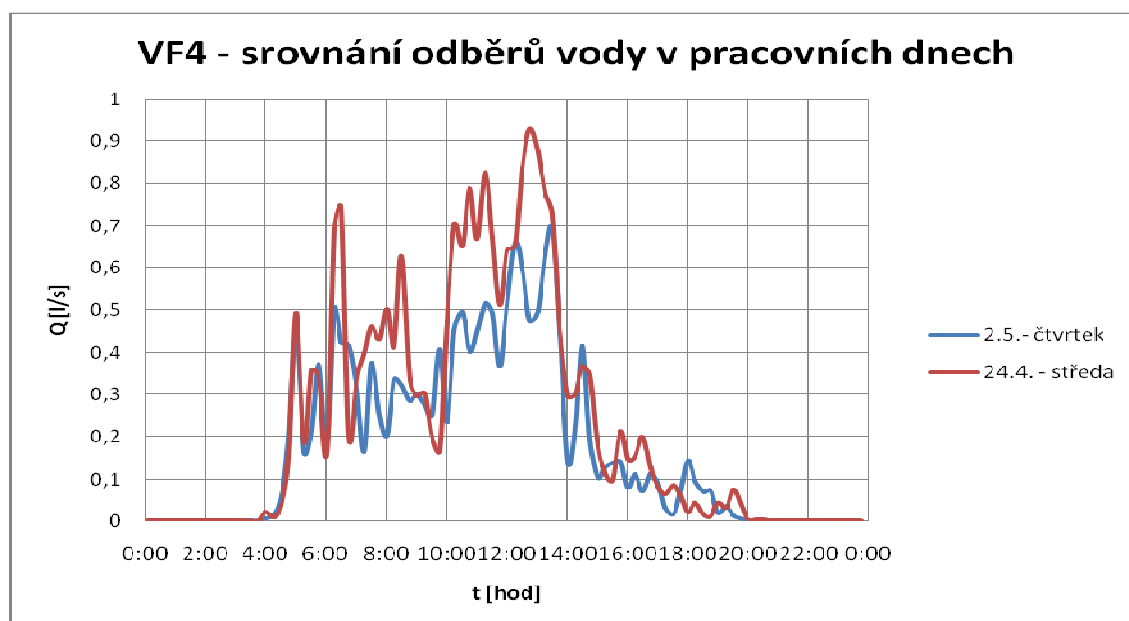
Maximální hodnota odběru za měřené období byla zaznamenána 3. 5. 2013 ve 12:00.

Tabulka 5-7: Průtokové charakteristiky pouze pracovní dny VF4

	Pracovní dny				
Qp =	0,19	$\text{l}\cdot\text{s}^{-1}$	=>	16,42	$\text{m}^3\cdot\text{den}^{-1}$
Qd =	1,45	$\text{l}\cdot\text{s}^{-1}$	=>	125,28	$\text{m}^3\cdot\text{den}^{-1}$
Qh =	1,45	$\text{l}\cdot\text{s}^{-1}$	=>	5,22	$\text{m}^3\cdot\text{hod}^{-1}$

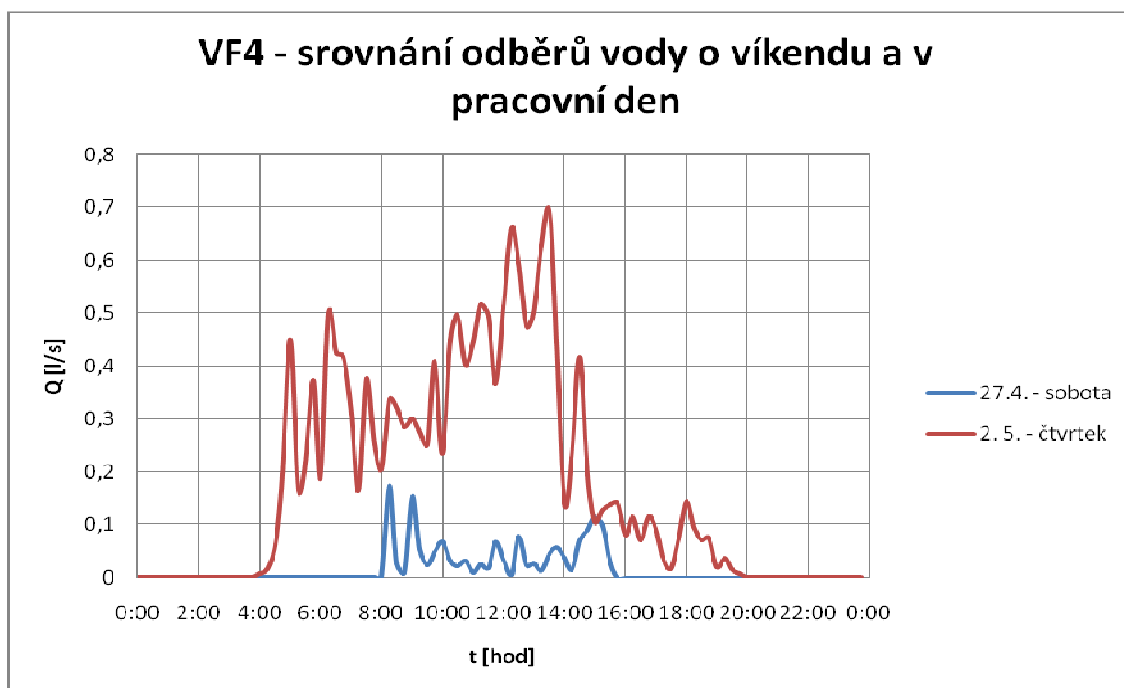
Tabulka 5-8: Průtokové charakteristiky včetně volných dnů VF4

	Včetně volných dnů				
Qp =	0,08	$\text{l}\cdot\text{s}^{-1}$	=>	6,91	$\text{m}^3\cdot\text{den}^{-1}$
Qd =	1,45	$\text{l}\cdot\text{s}^{-1}$	=>	125,28	$\text{m}^3\cdot\text{den}^{-1}$
Qh =	1,45	$\text{l}\cdot\text{s}^{-1}$	=>	5,22	$\text{m}^3\cdot\text{hod}^{-1}$



Obrázek 5-12: Graf srovnání odběrů vody v pracovních dnech VF4

Druhý graf zobrazuje srovnání odběrů vody o víkendu a v pracovní den. Tyto hodnoty se od sebe liší hlavně v průběhu dne, večer a v noci nejsou rozdíly takřka žádné. Ve čtvrtek se začínají odběry zvyšovat už ve 4:00 ráno, což je způsobeno nejspíše začátkem přípravy jídla pro studenty. Zatímco o víkendu jsou z grafu patrné odběry pouze od 8:00 do 16:00, potom jsou odběry nulové.



Obrázek 5-13: Graf srovnání odběrů vody o víkendu a v pracovní den VF4

5.4.3 Stanovení průměrných specifických spotřeb

Stavební fakulta vysokého učení technického v Brně je rozdělena do 22 ústavů, které jsou rozmístěny v různých budovách areálu FAST. V budově Z na ulici Žižkova sídlí celkem 7 ústavů, které zahrnují 189 stálých zaměstnanců a 10 externích pracovníků.

Na ulici Rybkova, kde je budova R, sídlí jeden ústav a to Ústav ekonomiky, který čítá dohromady 57 zaměstnanců, z toho 5 externích pracovníků.

V areálu na ulici Veverí je zbylých 14 ústavů rozmístěných do jednotlivých budov. V budově A je 11 pracovníků, všichni jsou zaměstnanci knihovnického centra. Budova B čítá 3 ústavy a celkem 92 zaměstnanců a 28 externích pracovníků. V budově

C jsou 4 ústavy, které čítají 137 pracovníků a 18 externí zaměstnanců. Budova D je domovem pro 2 ústavy a také pro 222 zaměstnanců stálých a 29 externích pracovníků. V budově E je celkem 109 zaměstnanců, z toho 5 externích pracovníků.

V roce 2011/ 2012 na stavební fakultě vysokého učení technického studovalo dohromady 6 302 studentů.

Letošní školní rok 2012/ 2013 se na fakultě nachází 5 847 studentů.

K 16. 4. 2013 je:

- v bakalářském studijním programu zapsáno 4 333 studentů
- v navazujícím magisterském 1 042 studentů
- v doktorandském studijním programu 472 studentů.

Celkem je to tedy 5 847 studentů.

Při výpočtu specifických spotřeb jsem uvažoval celkový počet studentů studujících na stavební fakultě v jednotlivých oborech bez rozdělení změřeni do jednotlivých budov. Protože i student, který studuje obor Vodní hospodářství obcí a vodní stavby, není pouze v budově Z na Žižkově, ale chodí i do jiných budov absolvovat své cvičení, či přednášky.

Tabulka 5-9: Odečty fakturačních vodoměrů

Vodoměr	Umístění	Stav vodoměru							
		2012				2013			Spotřebováno
		1. 9.	1. 10.	1. 11.	1. 12.	1. 1.	1. 2.	3. 4.	
VF1	vodměrná šachta vedle budovy Z	161	377	668	920	1091	1245	1662	1501 m ³
VF2	vodměrná šachta před budovou A	3	780	1510	2115	2509	2904	4055	4052 m ³
VF3	budova E, místnost E002	3488	3559	3650	3750	3834	3936	4207	719 m ³
VF4	budova R, místnost "Hlavní uzávěr vody"						3230	4214	984 m ³
								Celkem =	7256 m ³

Z tabulky vyplývá, že na stavební fakultě Vysokého učení technického v Brně za měřené období bylo spotřebováno 7 256 m³ pitné vody. Nejvyšší spotřeba byla zaznamenána u fakturačního vodoměru VF2, který měří budovy A, B, C, D, F.

Celkově spotřebováno: 7 256 m³ pitné vody

Počet studentů: 5 847 studentů

Počet zaměstnanců: podle umístění kanceláře, která se nachází v budově, kterým měří spotřebu jednotlivé fakturační vodoměry.

- VF1: 199 zaměstnanců a 10 externích pracovníků
- VF2: 538 zaměstnanců a 65 externích pracovníků
- VF3: 109 zaměstnanců a 5 externích pracovníků
- VF4: 57 zaměstnanců a 5 externích pracovníků

Pokud vezmeme všechny studenty, zaměstnance i externí pracovníky dohromady, tak dostaneme 6 835 osob, které mají zapsané studium na stavební fakultě, nebo zde mají pracovní poměr.

Tabulka 5-10: Specifická spotřeba na osobu včetně víkendů

Spotřebováno dohromady =	7256	m ³ /8 měsíců
Počet osob na fakultě =	6835	osob
Specifická spotřeba na osobu=	1,06	m ³ /8 měsíců
Specifická spotřeba na osobu=	4,42	l/os/den

Samozřejmě nemůžeme brát v potaz, že všichni studenti, zaměstnanci i externí pracovníci fakulty budou chodit do školy pravidelně, na celý den i o víkendech tak, jak to bylo uvažováno v prvním příkladu. Z měřených 8 měsíců bylo 125 pracovních dní a celkem 74 volných dnů.

Tabulka 5-11: Specifická spotřeba na osobu v pracovních dnech

Spotřebováno dohromady =	7256	m ³ /8 měsíců
Počet osob na fakultě =	6835	osob
Specifická spotřeba na osobu=	1,06	m ³ /8 měsíců
Specifická spotřeba na osobu=	0,01	m ³ /prac. den
Specifická spotřeba na osobu=	8,49	l/os/den

Kvůli rozdílným rozvrhům každý den navštíví fakultu cca 50 % studentů, беру в potaz i to, že většina studentů se snaží si své rozvrhy navrhnout tak, aby nemusely být ve škole i v pátek, a také jsem zahrnul vliv zkouškového období. Takže jejich počet jsem rozložil do průměrné docházky celého týdne. Fakultu tedy navštíví 2930 studentů denně. Nebudeme-li počítat externí pracovníky, dostaneme 3 827 osob.

Tabulka 5-12: Specifická spotřeba na osobu včetně víkendů

Spotřebováno dohromady =	7256	m ³ /8 měsíců
Počet osob na fakultě =	3827	osob
Specifická spotřeba na osobu=	1,90	m ³ /8 měsíců
Specifická spotřeba na osobu=	7,90	l/os/den

Tabulka 5-13: Specifická spotřeba na osobu v pracovních dnech

Spotřebováno dohromady =	7256	m ³ /8 měsíců
Počet osob na fakultě =	3827	osob
Specifická spotřeba na osobu=	1,90	m ³ /8 měsíců
Specifická spotřeba na osobu=	0,02	m ³ /prac. den
Specifická spotřeba na osobu=	15,17	l/os/den

5.5 DÁLKOVÉ MĚŘENÍ S TRVALÝM MONITORINGEM

V této kapitole jsem se zabýval možnostmi osazení fakturačních vodoměrů dataloggery s trvalým monitoringem, jehož hlavní předností je absence navštěvování dataloggerů na vodoměrech a stahování dat do počítače přes datový kabel.

V rámci toho jsem se dotázal dvou firem o vyhodnocení možností dálkového odečtu a možnosti přenášení výsledků na webové stránky. Dotazovanými dodavateli byly firmy Synerga a Fiedler – Mágr.

Nabídka od firmy Fiedler – Mágr zahrnovala:

- Cena zapůjčení dataloggeru 1 500,- Kč za prvotní sestavení
- Poté každý měsíc 500,- Kč/ měsíc/ přístroj
- Náklady za SIM karty s tarifem M2M jsou 40,- Kč/ měsíc/ SIM karta
- Datahosting 80,- Kč/ 1 stanice/ měsíc.
- Cena napájecí baterie 450,- Kč/ baterie
- OPTO snímač pro Meistream vodoměr 3 500,- Kč/ ks
- Výměna vodoměrů Sensus 420 za FLOSTAR 10-40-300-G2 5800,-Kč/ ks
- Cena snímače CYBLE pro tento typ vodoměr je 1 400,- Kč bez DPH

Celková cena realizace dálkového měření s trvalým monitoringem je 29 200,- Kč a poté každý měsíc 2 480,- Kč

Kompletní cenovou nabídku přikládám v příloze

Nabídka od firmy Synerga

V rámci této kapitoly jsem také poptal firmu Synerga, ale ani po 14 dnech ode dne domluvy, že mi zašlou cenovou nabídku jsem nedostal žádnou odpověď na dané téma a to ani po několika připomenutích.

6 ZÁVĚRY A DOPORUČENÍ

Při zpracovávání bakalářské práce jsem dospěl k závěru, že podružné vodoměry instalované v areálu stavební fakulty Vysokého učení technického v Brně jsou pro současný stav měření spotřeby vody dostačující. Fakturační vodoměry pokud by byly osazeny dataloggery bez dálkového měření s trvalým monitoringem vyhovují také. V případě použití systému na dálkové měření s trvalým monitoringem by bylo nutné vyměnit stávající vodoměry VF3 a VF4 (Sensus 420) za vodoměry typu FLOSTAR 10-40- 300- G2.

Při výpočtu specifických spotřeb jsem vycházel ze dvou variant. První varianta byla počet všech osob na fakultě (zaměstnanci a studenti) a druhá varianta byla rozpočítané počty studentů dle periody navštěvování fakulty. Z výpočtů uvedených v tabulkách 5-2 až 5- 5 vyplývá, specifická spotřeba vody na fakultě je:

- Při předpokladu, že jsou ve škole všichni studenti a zaměstnanci činí roční specifická spotřeba v pracovních dnech $1,7 \text{ m}^3 \cdot \text{rok}^{-1}$ což je 56, 6 % směrné spotřeby $3 \text{ m}^3 \cdot \text{rok}^{-1}$ dle § 29 odst. 2 Vyhlášky č. 428/ 2001 Sb ve znění Vyhlášky č. 120/ 2011 Sb. Směrná čísla roční potřeby vody (příloha č. 12).
- Budeme-li vycházet z druhé varianty, která je pravděpodobnější a udává nám, že ne všichni studenti a zaměstnanci se budou nacházet na fakultě po celou dobu, tak nám vychází specifická spotřeba je $3,03 \text{ m}^3 \cdot \text{rok}^{-1}$ což je 101,1 % směrné spotřeby $3 \text{ m}^3 \cdot \text{rok}^{-1}$ dle § 29 odst. 2 Vyhlášky č. 428/ 2001 Sb ve znění Vyhlášky č. 120/ 2011 Sb. Směrná čísla roční potřeby vody (příloha č. 12).

Skutečná spotřeba na fakultě se pohybuje mírně nad směrnou hodnotou výše uvedené vyhlášky. Bylo by dobré se spotřebou vody zabývat i nadále a hledat úspory ve využití pitné vody např. využíváním dešťových vod při splachování na WC.

7 LITERATURA A POUŽITÉ ZDROJE

- [1] TUHOVČÁK, Ladislav, et. al. Vodárenství: Studijní opory. 1. Vydání. Brno: VUT FAST, 2006. 252 s.
- [2] Vyhláška Ministerstva zemědělství ČR č. 428/ 2001, kterou se provádí zákon č. 274/ 2001 o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu, Praha, 2001.
- [3] HYDROPROJEKT. *Metodika výpočtu potřeby vody*, Praha 2010. 70 s.
- [4] PYTL, Vladimír. Statistické údaje vodovodů a kanalizací v ČR za rok 2011, SOVAK č. 8/ 2012, s. 22-23
- [5] GOOGLE. *Data map* [online]. 2013. vyd. 2013 [cist. 2013-05-17]. Dostupné z: <http://maps.google.cz/maps?hl=cs&tab=wl>
- [6] BRNĚNSKÉ VODÁRNY A KANALIZACE, A. S. Brněnské vodárny a kanalizace, a. s. www.bvk.cz [online]. Aktualizováno 16. 5. 2013 [cit. 2013-05-16]. Dostupné z: <http://www.bvk.cz/o-spolecnosti/zasobovani-pitnou-vodou/>
- [7] BRNĚNSKÉ VODÁRNY A KANALIZACE, A. S. Brněnské vodárny a kanalizace, a. s. www.bvk.cz [online]. Aktualizováno 16. 5. 2013 [cit. 2013-05-16]. Dostupné z: <http://www.bvk.cz/o-spolecnosti/zasobovani-pitnou-vodou/brezovske-privadece/>
- [8] BRNĚNSKÉ VODÁRNY A KANALIZACE, A. S. Brněnské vodárny a kanalizace, a. s. www.bvk.cz [online]. Aktualizováno 16. 5. 2013 [cit. 2013-05-16]. Dostupné z: <http://www.bvk.cz/o-spolecnosti/zasobovani-pitnou-vodou/vodojemy-a-cerpaci-stanice/>
- [9] BRNĚNSKÉ VODÁRNY A KANALIZACE, A. S. Brněnské vodárny a kanalizace, a. s. www.bvk.cz [online]. Aktualizováno 16. 5. 2013 [cit. 2013-05-16]. Dostupné z: <http://www.bvk.cz/o-spolecnosti/zasobovani-pitnou-vodou/vodovodni-sit/>
- [10] KUČERA, Tomáš a Dušan KADULA. Stanovení potřeby vody v případě malých spotřebišť. In: *Vlastnosti a zdroje vody* [online]. 2. 1. 2012 [cit. 2013-05-17]. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/vlastnosti-a-zdroje-vody/8156-stanoveni-potreby-vody-v-pripade-malych-spotrebist/>
- [11] ING. PAVEL DVOŘÁK. *Situace venkovních vodovodů kolem areálu FAST*. 1:1000. 21. 2. 2013: Brněnské vodárny a kanalizace, 2013.

- [12] HLADÍKOVÁ, Jarmila. A. 1. 24. *1_Technická zpráva: Dostavba a rekonstrukce areálu VUT FAST*. Brno: Projektová a inženýrská činnost, poradenství, konzultace v oboru vodohospodářské stavby a zdravotně technické instalace, 2010.
- [13] HLADÍKOVÁ, Jarmila. PROJEKTOVÁ A INŽENÝRSKÁ ČINNOST V OBORU VODOHOSPODÁŘSKÉ STAVBY A ZDRAVOTNĚ TECHNICKÉ INSTALACE. *Dostavba a rekonstrukce areálu VUT FAST v Brně: A. 1. 21 – Kladečské schéma areál Veverí*. Schéma. Brno: Projektová a inženýrská činnost v oboru vodohospodářské stavby a zdravotně technické instalace, 2010.
- [14] HLADÍKOVÁ, Jarmila. PROJEKTOVÁ A INŽENÝRSKÁ ČINNOST V OBORU VODOHOSPODÁŘSKÉ STAVBY A ZDRAVOTNĚ TECHNICKÉ INSTALACE. *Dostavba a rekonstrukce areálu VUT FAST v Brně: A. 1. 21 – Kladečské schéma areál Žižkova*. Schéma. Brno: Projektová a inženýrská činnost v oboru vodohospodářské stavby a zdravotně technické instalace, 2010.
- [15] Vyhláška 428/ 2001 Sb. ve znění Vyhlášky č. 120/ 2011 Sb. *Směrná čísla roční potřeby vody* (příloha č.12), Praha: Český normalizační institut, 2011

8 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 2-1: Areál stavební fakulty Vysokého učení technického v Brně [5].....	16
Obrázek 2-2: Situace venkovních vodovodních řadů	17
Obrázek 2-3: Situace vnitřního vodovodu	18
Obrázek 3-1: Schéma umístění fakturačních vodoměrů	19
Obrázek 3-3: Fakturační vodoměr VF1 - schéma umístění	20
Obrázek 3-2: Fakturační vodoměr VF 1	20
Obrázek 3-4: Fakturační vodoměr VF 2	21
Obrázek 3-5: Fakturační vodoměr VF 2 - schéma umístění	21
Obrázek 3-6: Fakturační vodoměr VF 3	22
Obrázek 3-7: Fakturační vodoměr VF 3 - schéma umístění	22
Obrázek 3-8: Fakturační vodoměr VF 4	23
Obrázek 3-9: Fakturační vodoměr VF 4 - schéma umístění	23
Obrázek 3-10: Schéma umístění podružných vodoměrů	24
Obrázek 3-11: Podružný vodoměr VP - Z1	25
Obrázek 3-12: Podružný vodoměr VP - Z1 - schéma umístění	25
Obrázek 3-13: Podružný vodoměr VP - Z2 - schéma umístění	26
Obrázek 3-14: Podružný vodoměr VP - Z2	26
Obrázek 3-15: Podružný vodoměr VP - D1	27
Obrázek 3-16: Podružný vodoměr VP - D1 - schéma umístění.....	27
Obrázek 3-17: Podružný vodoměr VP - D2	28
Obrázek 3-18: Podružný vodoměr VP - D2 - schéma umístění.....	28
Obrázek 3-19: Podružný vodoměr VP - A1	29
Obrázek 3-20: Podružný vodoměr VP - A1 - schéma umístění.....	29
Obrázek 3-21: Podružný vodoměr VP - B1	30

Obrázek 3-22: Podružný vodoměr VP - B1 - schéma umístění	30
Obrázek 3-23: Podružný vodoměr VP - C1	31
Obrázek 3-24: Podružný vodoměr VP - C1 - schéma umístění	31
Obrázek 3-25: Podružný vodoměr VP - C2	32
Obrázek 3-26: Podružný vodoměr VP - C2 - schéma umístění	32
Obrázek 3-27: Podružný vodoměr VP - F1.....	33
Obrázek 3-28: Podružný vodoměr VP - F1 - schéma umístění	33
Obrázek 3-29: Podružný vodoměr VP - F2.....	34
Obrázek 3-30: Podružný vodoměr VP - F2 - schéma umístění	34
Obrázek 3-31: Podružný vodoměr VP - V1	35
Obrázek 3-32: Podružný vodoměr VP - F1 - schéma umístění	35
Obrázek 5-1: Ukázka připojení dataloggeru na vodoměry	40
Obrázek 5-2: Použitý datalogger typu H1.....	41
Obrázek 5-3: Snímač HRI – B1/8	41
Obrázek 5-4: Snímač HRI - Mei B3	41
Obrázek 5-5: Program CDLWin 3. 41	42
Obrázek 5-6: Graf srovnání odběrů o víkendu a v pracovní den VF1	44
Obrázek 5-7: Graf srovnání odběrů vody v pracovních dnech VF1	44
Obrázek 5-7: Graf srovnání odběrů vody v pracovních dnech VF2	46
Obrázek 5-9: Graf srovnání odběrů vody o víkendu a v pracovní den VF2	46
Obrázek 5-10: Graf srovnání odběrů vody v pracovních dnech VF3	48
Obrázek 5-11: Graf srovnání odběrů vody o víkendu a v pracovní den VF3	48
Obrázek 5-12: Graf srovnání odběrů vody o víkendu a v pracovní den VF4	50
Obrázek 5-13: Graf srovnání odběrů vody v pracovních dnech VF4	49

9 SEZNAM TABULEK

Tabulka 4-1: Odečty fakturačních vodoměrů	37
Tabulka 4-2: Odečty podružných vodoměrů	37
Tabulka 5-1: Průtokové charakteristiky včetně volných dnů VF1.....	43
Tabulka 5-2: Průtokové charakteristiky pouze pracovní dny VF1	43
Tabulka 5-3: Průtokové charakteristiky včetně volných dnů VF2.....	45
Tabulka 5-4: Průtokové charakteristiky pouze pracovní dny VF2	45
Tabulka 5-5: Průtokové charakteristiky pouze pracovní dny VF3	47
Tabulka 5-6: Průtokové charakteristiky včetně volných dnů VF3.....	47
Tabulka 5-7: Průtokové charakteristiky pouze pracovní dny VF4	49
Tabulka 5-8: Průtokové charakteristiky včetně volných dnů VF4.....	49
Tabulka 5-9: Odečty fakturačních vodoměrů	51
Tabulka 5-11: Specifická spotřeba na osobu v pracovních dnech	52
Tabulka 5-10: Specifická spotřeba na osobu včetně víkendů	52
Tabulka 5-12: Specifická spotřeba na osobu včetně víkendů	53
Tabulka 5-13: Specifická spotřeba na osobu v pracovních dnech	53

10 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

Qp	průměrná denní spotřeba vody
Qd	maximální denní spotřeba vody
Qh	maximální hodinová spotřeba
VF	vodoměr fakturační
VP	vodoměr podružný

11 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1

Situace vodovodu v okolí areálu FAST

Příloha č. 2

Technická dokumentace použitého dataloggeru

Příloha č. 3

Technická dokumentace fakturačních vodoměrů

Příloha č. 4

Cenová nabídka firmy Fiedler - Mágr

12 SUMMARY

Bachelor thesis will conduct an analysis of water consumption on the premise of the Faculty of Civil Engineering. There will be a condition survey of all billing and secondary water meters in the area of faculty evaluation of design options and automatic data collection on these meters. As a further assessment will be made of the current fading status data from water meter installed in the premise of the Faculty. Own water meter fading using appropriate datalogger including determination of the average specific consumption per employee, student or other special purpose units. The last point of the thesis will investigate the possibilities for remote measurements with continuous monitoring and data transmission to the internet.