



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ OBCÍ

INSTITUTE OF MUNICIPAL WATER MANAGEMENT

SPOTŘEBA VODY U VYBRANÝCH SUBJEKTŮ

WATER CONSUMPTION IN SELECTED SUBJECTS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

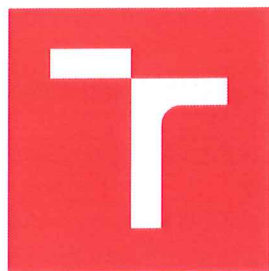
TEREZA JEDLIČKOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. TOMÁŠ KUČERA, Ph.D.

BRNO 2017



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

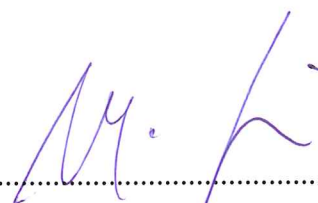
STUDIJNÍ PROGRAM	B3607 Stavební inženýrství
TYP STUDIJNÍHO PROGRAMU	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
STUDIJNÍ OBOR	3647R015 Vodní hospodářství a vodní stavby
PRACOVISTĚ	Ústav vodního hospodářství obcí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

STUDENT	Tereza Jedličková
NÁZEV	Spotřeba vody u vybraných subjektů
VEDOUCÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE	Ing. Tomáš Kučera, Ph.D.
DATUM ZADÁNÍ	30. 11. 2016
DATUM ODEVZDÁNÍ	26. 5. 2017

V Brně dne 30. 11. 2016


doc. Ing. Ladislav Tuhovčák, CSc.
Vedoucí ústavu


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



PODKLADY A LITERATURA

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

[2] KRIŠ, Jozef, Oskár ČERMÁK a Ivona ŠKULTÉTYOVÁ. Vodárenstvo 1: Zásobovanie vodou. Bratislava: Vydavateľstvo STU, 2006. ISBN 80-227-2426-2.

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

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ (ZADÁNÍ, CÍLE PRÁCE, POŽADOVANÉ VÝSTUPY)

Předmětem bakalářské práce je vyhodnocení spotřeby vody u vybraných subjektů kategorie velkoodběratel. Studentka stanoví hodnoty potřeby vody – průměrnou denní, maximální denní a případně i maximální hodinovou, dále bude stanovena specifická spotřeba na vhodnou jednotku podle typu spotřebitele. Pokud to bude technicky proveditelné, bude provedeno podpůrné měření průtoku na vodovodní přípojce přenosným ultrazvukovým průtokoměrem.

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).



Ing. Tomáš Kučera, Ph.D.

Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Cílem teoretické části bakalářské práce je vymezení základních pojmů, souvisejících s potřebou a spotřebou vody. Jsou zde vysvětleny následující pojmy: průměrná denní potřeba vody, maximální denní a maximální hodinová potřeba vody. Dále práce pojednává o měření průtoku vody. Je zde mimo jiné popsáno několik druhů průtokoměrů.

V praktické části bakalářské práce je provedena analýza spotřeby a cen vody ve třech vybraných zemědělských družstvech. Jsou zde porovnávána jednotlivá zemědělská družstva. Součástí práce je zároveň stanovení průměrné hodnoty spotřeby vody u jedné dojnice.

KLÍČOVÁ SLOVA

Potřeba vody, spotřeba vody, průměrná denní potřeba vody, maximální denní potřeba vody, maximální hodinová potřeba vody, měření průtoku, zemědělské družstvo.

ABSTRACT

The aim of the theoretical part of the bachelor thesis is to define the basic concepts related to the need and consumption of water. The following terms are explained: average daily water demand, maximum daily and maximum hourly water demand. The thesis also deals with water flow measurement. Among other things several types of flow meters are described here.

In the practical part of the bachelor thesis, water consumption and water prices are analyzed in three selected agricultural cooperatives. There are compared individual agricultural cooperatives. Part of the thesis is also the determination of the average value of water consumption per cow.

KEYWORDS

Water consumption, water demand, average water demand per day, maximum water demand per day, maximum water demand per hour, measurement of flow, agriculture farm.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Tereza Jedličková *Spotřeba vody u vybraných subjektů*. Brno, 2017. 63 s. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství obcí. Vedoucí práce Ing. Tomáš Kučera, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 23. 5. 2017

Tereza Jedličková
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

V první řadě bych chtěla velice poděkovat mému vedoucímu práce panu Ing. Tomáši Kučerovi, Ph.D. za odborné vedení a za všechny cenné rady, které mi během psaní práce poskytoval.

Poděkovat bych také chtěla všem, kteří mi byli nápomocni při získávání informací a dat k praktické části bakalářské práce. Mezi ně patří hlavně paní Ing. Bohuslava Kořánová, pan Bc. Karel Dobřemysl a pan Karel Zeman.

Největší dík si ovšem zaslouží moje rodina, která mi byla a pořád je velikou oporou v mém životě a studiu.

OBSAH

1	ÚVOD	3
2	POTŘEBA A SPOTŘEBA VODY.....	4
2.1	ZÁKLADNÍ TERMINOLOGIE	4
2.1.1	Specifická potřeba vody	4
2.1.2	Průměrná denní potřeba vody	4
2.1.3	Maximální denní potřeba vody	4
2.1.4	Maximální hodinová potřeba vody.....	5
2.2	TYPY POTŘEBY VODY	5
2.2.1	Voda pro obytné území obcí.....	6
2.2.2	Voda pro průmysl.....	6
2.2.3	Voda pro zemědělskou činnost.....	6
2.2.4	Voda na požární účely	6
2.2.5	Voda na jiné účely	7
2.3	VÝPOČET POTŘEBY VODY	7
2.3.1	Výpočet potřeby vody ve spotřebišti s vodovodem.....	7
2.3.2	Výpočet potřeby vody pro spotřebišť bez vodovodu	9
2.3.3	Výpočet potřeby vody v zemědělství	9
2.4	VÝPOČET SPOTŘEBY VODY	11
2.5	VÝVOJ SPOTŘEBY A CENY VODY V ČR	12
3	MĚŘENÍ PRŮTOKU.....	15
3.1	ZÁKLADNÍ METODY MĚŘENÍ	15
3.2	PRŮŘEZOVÉ PRŮTOKOMĚRY	15
3.2.1	Průtokoměry na principu tlakového rozdílu	15
3.2.2	Průtokoměry se škrtícími orgány.....	16
3.2.3	Kolenové průtokoměry	16
3.3	RYCHLOSTNÍ PRŮTOKOMĚRY	16
3.3.1	Pitotova trubice.....	17
3.3.2	Prandltova trubice.....	17
3.4	PRŮTOKOMĚRY S PROMĚNNÝM PRŮŘEZEM	18
3.4.1	Pružinový průtokoměr	18
3.4.2	Průtokoměr s vychylovanou klapkou	18
3.5	TURBÍNOVÉ A LOPATKOVÉ SENZORY PRŮTOKU	18
3.5.1	Vrtulové průtokoměry	19
3.5.2	Průtokoměry s lopatkovými koly	19
3.6	OBJEMOVÉ PRŮTOKOMĚRY	20
3.6.1	Oválový průtokoměr.....	20
3.6.2	Tělesový (piškotový, lalokový) průtokoměr	20
3.6.3	Průtokoměr s krouživým pístem (prstencový).....	20
3.7	DEFORMAČNÍ PRŮTOKOMĚRY	21
3.8	ULTRAZVUKOVÉ PRŮTOKOMĚRY	21
3.8.1	Přímé ultrazvukové průtokoměry	22
3.8.2	Zpětnovazební průtokoměry	22
3.8.3	Dopplerovy průtokoměry	23
3.8.4	Výhody ultrazvukových průtokoměrů.....	23
3.9	INDUKČNÍ PRŮTOKOMĚRY	24
3.9.1	Elektromagnetický průtokoměr	24
3.9.2	Rozdělení elektromagnetických průtokoměrů.....	25
4	ANALÝZA SPOTŘEBY VODY	26
4.1	ZEMĚDĚLSKÉ DRUŽSTVO „A“	27

4.1.1	Informace o družstvu	27
4.1.2	Cena vody v družstvu	28
4.1.3	Počet dojnic a jejich spotřeba vody	30
4.1.4	Měření denní spotřeby vody v ZD „A“	33
4.2	VÝROBNĚ OBCHODNÍ DRUŽSTVO KADOV	36
4.2.1	Informace o družstvu	36
4.2.2	Cena vody v družstvu	37
4.2.3	Počet dojnic a jejich spotřeba	39
4.2.4	Měření denní spotřeby vody ve VOD Kadov	42
4.3	ZEMĚDĚLSKÉ DRUŽSTVO BĚLČICE	44
4.3.1	Informace o družstvu	44
4.3.2	Cena vody v družstvu	45
4.3.3	Počet dojnic a jejich spotřeba	47
4.3.4	Měření denní spotřeby vody v ZD Bělčice.....	50
4.4	SROVNÁNÍ ZD „A“, VOD KADOV, ZD BĚLČICE.....	52
4.4.1	Srovnání ceny vody	52
4.4.2	Srovnání celkové spotřeby vody	53
4.4.3	Srovnání směrného čísla a skutečné spotřeby dojnice.....	53
4.4.4	Srovnání naměřených hodnot ve vybraných kravínech.....	54
5	ZÁVĚR.....	56
	POUŽITÁ LITERATURA	58
	SEZNAM TABULEK	59
	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	60
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ.....	62
	SUMMARY.....	63

1 ÚVOD

Voda je nejrozšířenější látka na Zemi, zabírá zhruba 75 % zemského povrchu a je jednou z nejdůležitějších látek pro život všech organismů. Většinu objemu vody na Zemi tvoří voda slaná. Sladká voda zaujímá pouze 3 % ze zmíněného objemu.

Jelikož je voda nezbytnou látkou pro život a tím pádem také pro rozvoj civilizace, je nutné věnovat velkou pozornost návrhu vodovodních sítí, které ji rozvádí do jednotlivých objektů. Pro návrh vodovodních sítí je důležitý výpočet potřeby vody jednotlivých objektů. Potřeba vody se stanovuje pro obyvatelstvo a pro velkoodběratele. Potřeba vody velkoodběratelů se určuje podle specifické potřeby vody, která se skládá z vody výrobní a vody potřebné pro zaměstnance. Přesnost stanovení potřeby vody je důležitá pro efektivní a ekonomický návrh sítě.

Teoretická část práce je věnována vysvětlení základních pojmů v problematice potřeby a spotřeby vody. Je zde vysvětlen postup výpočtu. Jelikož se práce specifikuje na analýzu spotřeby vody v zemědělských družstvech, je zde uveden i výpočet potřeby vody v zemědělství. Dále je v teoretické části zmíněn vývoj ceny vodného v ČR během posledních desítek let.

Druhá polovina teoretické části je věnována měření průtoku. Jsou zde uvedeny různé typy průtokoměrů a vysvětlen jejich způsob měření.

Hlavním cílem této práce je pak analýza spotřeby vody u třech vybraných zemědělských družstev: Zemědělské družstvo „A“ (jde o ZD, které si nepřálo být v práci jmenováno), Výrobně obchodní družstvo Kadov a Zemědělské družstvo Bělčice. Družstva byla vybrána s ohledem na jejich lokalitu, velikost a způsob chovu zemědělských zvířat.

Praktická část se zabývá analýzou spotřeby vody ve výše uvedených zemědělských družstvech. Vyhodnocuje se cena vody v družstvu, celková spotřeba vody a spotřeby vody pro dojnice. V závěru je uvedeno porovnání jednotlivých družstev a srovnání se směrným číslem potřeby vody v příloze č. 12 Vyhlášky č. 120/2011 Sb.

2 POTŘEBA A SPOTŘEBA VODY

Potřeba vody je jedním z nejdůležitějších a nejhlavnějších podkladů pro návrh vodovodní sítě, vodojemu, čerpací stanice, úpravný vody. Potřebou vody rozumíme množství vody za časovou jednotku, které je třeba pro zásobování odběratelů a stanovuje se většinou výpočtem. Celková potřeba vody se skládá z následujících položek: potřeby vody pro obyvatelstvo, potřeby vody pro průmysl a zemědělství, potřeby vody pro občanskou vybavenost (škola, nemocnice, restaurace, hotel, obecní úřad atd.). Do potřeby vody se také zahrnují ztráty vody, které vznikají např. netěsnostmi spojů trubek, špatným napojením na rozvodný řad nebo špatným měřením. [1]

Spotřeba vody je množství vody, které bylo skutečně spotřebováno za určitý časový úsek. Hodnoty spotřeb vody zaznamenávají vodoměry. Analýzu spotřeby vody si provádí provozovatel vodovodu sám.[1]

2.1 ZÁKLADNÍ TERMINOLOGIE

2.1.1 Specifická potřeba vody

Označuje se jako q_{sp} . Specifická potřeba vody je množství vody za časovou jednotku, které spotřebuje jedna jednotka za den. Za jednotku považujeme obyvatele, dále to může být také jednotka týkající se výrobního nebo nevýrobního procesu, např. pracovník, výrobek, kus dobytka, lůžko v hotelu atd. Minimální hodnota pro splnění hygienických požadavků se uvádí $80 \text{ l} \cdot \text{os}^{-1} \cdot \text{den}^{-1}$. [1]

2.1.2 Průměrná denní potřeba vody

Průměrná denní potřeba vody je označována Q_p a jedná se o specifickou potřebu vody násobenou počtem jednotek. Tato potřeba plní klíčovou roli pro další výpočty potřeby vody. [1]

2.1.3 Maximální denní potřeba vody

Maximální denní potřeba je označována Q_d , v některých odborných zdrojích také Q_m a jedná se o hodnotu průměrné denní potřeby vody násobené součinitelem denní nerovnoměrnosti k_d . Maximální denní potřeba může kolísat během týdne, měsíce a roku. [1]

Součinitel denní nerovnoměrnosti k_d

Součinitel denní nerovnoměrnosti zohledňuje kolísání denní potřeby vody. Jeho velikost se liší podle velikosti a charakteru spotřebiště. Hodnoty se pohybují v rozmezí 1,2 – 1,5. [1]

Tab. 2.1 Doporučené hodnoty (empiricky stanovené) koeficientu denní nerovnoměrnosti [6]

Velikost spotřebiště [počet obyvatel]	k_d [-]
do 500 obyvatel	1,50
500 – 2 000 obyvatel	1,35
2 000 – 20 000 obyvatel	1,30
20 000 – 1 mil. obyvatel	1,25
nad 1 mil. obyvatel	1,20

Tab. 2.2 Hodnoty koeficientu denní nerovnoměrnosti podle historické Směrnice č. 9/1973 [6]

Velikost spotřebiště [počet obyvatel]	k_d [-]
do 1 000	1,50
1 000 – 5 000	1,40
5 000 – 20 000	1,35
20 000 – 100 000	1,25
nad 100 000	1,15

2.1.4 Maximální hodinová potřeba vody

Maximální hodinová potřeba vody (Q_h) je největší potřeba vody po dobu jedné hodiny ve dnech, kdy je maximální denní potřeba vody. Její výpočet se provádí vynásobením maximální denní potřeby vody a hodinovým součinitelem nerovnoměrnosti k_h . Při jejím stanovení se musí zohlednit správné jednotky – $m^3 \cdot hod^{-1}$ nebo $l \cdot s^{-1}$. Nesmí se použít jednotka $m^3 \cdot den^{-1}$. [1]

Součinitel hodinové nerovnoměrnosti k_h

Hodnota součinitele hodinové nerovnoměrnosti k_h se liší podle velikosti spotřebiště a charakteru spotřebiště. Hodnoty se pohybují v rozmezí 1,8 – 2,1. Nižší hodnoty pro spotřebiště s pravidelným odběrem vody a vyšší hodnoty pro menší pravidelnost oděru. [1]

2.2 TYPY POTŘEBY VODY

Celková potřeba voda pro zásobování se dělí do pěti základních skupin. Rozdělení je uvedeno podle toho, kdo vyrobenou vodu spotřebovává. [2]

2.2.1 Voda pro obytné území obcí

Tato potřeba vody se liší v různých státech světa. Ovlivňuje ji velké množství faktorů (vyspělost, životní úroveň obyvatelstva, ...), taktéž klimatické podmínky, které jsou v různých částech světa rozdílné. [2]

Slouží pro uspokojení základních potřeb obyvatelstva, které jsou nezbytně nutné pro existenci, zdraví a rozvoj společnosti. Do této kategorie zahrnujeme vodu pro bytový fond, tj. na přímou spotřebu obyvatelstva na pití, vaření, umývání nádobí, osobní hygienu, praní a pro jiné práce v domácnosti, např. zalévání na zahradách. Dále sem řadíme vodu pro občanskou a technickou vybavenost obcí. V současné době tvoří potřeba pitné vody pro obytné území obcí zhruba 65% z celkové dodávky pitné vody. [2]

Stanovení minimální potřeby vody v domácnosti

Potřeba vody v domácnostech se skládá z více složek. Na základě průměrných hodnot potřeby vody v domácnosti a druhu použití je uveden následující seznam minimálních hodnot potřeby vody. [2]

- Voda pro přímou potřebu, vaření	5	$1 \cdot \text{os}^{-1} \cdot \text{den}^{-1}$
- Osobní hygiena (umývání, čištění zubů, ...)	10 – 15	$1 \cdot \text{os}^{-1} \cdot \text{den}^{-1}$
- Sprchování	max. 50	$1 \cdot \text{os}^{-1} \cdot \text{den}^{-1}$
- Koupání ve vaně	150 – 250	$1 \cdot \text{os}^{-1} \cdot \text{den}^{-1}$
- Splachování WC	30 – 50	$1 \cdot \text{os}^{-1} \cdot \text{den}^{-1}$
- Praní, vytírání	5 – 20	$1 \cdot \text{os}^{-1} \cdot \text{den}^{-1}$

2.2.2 Voda pro průmysl

Do této kategorie zařazujeme vodu pro zaměstnance (na pití, vaření, umývání a osobní hygienu), dále je to voda přímo pro průmyslovou činnost (např. technologická a chladicí voda). Stanovení této potřeby vody bývá velmi individuální a záleží na typu a velikosti průmyslu. [2]

2.2.3 Voda pro zemědělskou činnost

Voda pro zemědělskou činnost zahrnuje vodu pro pracovníky v zemědělských družstvech (na osobní hygienu, pití, vaření, atd.). Dále sem patří voda pro hospodářská zvířata a voda pro další účely v zemědělství např. voda zavlažovací. [2]

2.2.4 Voda na požární účely

Tato potřeba je množství vody použité pro požární účely – hlavně hašení ohně. Odběr této vody zajišťuje vodovod a musí být zajištěn po určitou dobu. Pro návrh potřeby požární vody se využívá norma ČSN 73 0873 Požární bezpečnost staveb. Minimální doba požáru je stanovena normou (0,5 hod.). Průměrná hodnota se pohybuje od 4 do 40 $\text{l} \cdot \text{s}^{-1}$. Zásady pro rozmísťování odběrných míst se stanovují podle **Tab. 2.3**, tabulka platí pro rodinné domy se zastavěnou plochou do 200 m^2 včetně a pro nevýrobní objekty kromě skladů, které mají plochu do 120 m^2 včetně.

Přednostně se navrhuje nadzemní hydranty. Výtokové stojany a plnicí místa se navrhuje např. v uzavřených areálech výrobních a nevýrobních objektů. Navrhuje se hydranty a výtokové stojany. [1][5]

Tab. 2.3 Zásady pro rozmísťování odběrných míst [5]

	Max. od objektu [m]	Max. mezi sebou [m]
hydranty	200	400
výtokové stojany	600	1 200
plnicí místo	3 000	6 000
vodní tok nebo nádrž	600	-

2.2.5 Voda na jiné účely

V této kategorii je zahrnuta vlastní potřeba vody ve vodárnách (voda pro zaměstnance, voda potřebná k ředění chemikálií atd.). [2]

2.3 VÝPOČET POTŘEBY VODY

V současné době v České republice neplatí závazná směrnice resp. ČSN pro výpočet spotřeby vody. V minulosti se výpočet prováděl pomocí normativních směrnic (Směrnice MLVH č. 9/1973) nebo podle Metodického pokynu Ministerstva zemědělství. Při výpočtu je třeba rozlišit, zda se jedná o spotřebiště se stávajícím vodovodem nebo jde o spotřebiště bez vodovodu. Výpočet se provádí s ohledem na budoucnost, zhruba na dalších třicet let. [1]

2.3.1 Výpočet potřeby vody ve spotřebišti s vodovodem

Výpočet potřeby vody ve spotřebišti se stávajícím vodovodem vychází z podrobné analýzy vývoje spotřeby vody v minulosti. Musí se také řídit územním plánem posuzované lokality a předpokládaného počtu zásobovaných obyvatel v budoucnosti. Výpočet se provádí s výhledem do budoucnosti (5 – 20 let). [1]

Celková průměrná denní potřeba vody se stanoví z níže uvedeného vztahu:

$$Q_p = VFC + VVO + VNF \quad [l \cdot s^{-1}] \quad (2.1)$$

kde

VFC je voda fakturovaná celkem. Voda fakturovaná celkem zahrnuje veškerou potřebu vody pro obyvatelstvo. Patří sem voda pro domácnosti, občanskou vybavenost, drobné živnosti a malé podnikatele. Výpočet VFC vychází z následujícího vzorce.

$$VFC = \frac{SPVFC \cdot ZO}{86400} \quad [\text{l} \cdot \text{s}^{-1}] \quad (2.2)$$

kde

SPVFC je výhledová specifická potřeba vody fakturované celkem uvedená v $\text{l} \cdot \text{ob}^{-1} \cdot \text{den}^{-1}$. Její hodnota se liší pro různé druhy spotřebišť a také podle technické vybavenosti obce. Hodnota by se ovšem měla pohybovat od $120 \text{ l} \cdot \text{ob}^{-1} \cdot \text{den}^{-1}$ do $150 \text{ l} \cdot \text{ob}^{-1} \cdot \text{den}^{-1}$. Nižší hodnota platí pro menší občanskou vybavenost a vyšší hodnota pro dobře občansky vybavené spotřebiště.

ZO je výhledový počet obyvatel

VVO je potřeba pro výhledové významné ostatní obyvatele. Stanoví se podle konkrétních projektů potřeb pitné vody. Pokud projekty nejsou k dispozici, mohou se pro výpočet použít směrná čísla spotřeby vody.

VNF je voda nefakturovaná, která se stanoví z jednotkových úniků a délky vodovodní sítě podle vzorce:

$$VNF = \frac{JUVNF \cdot L}{86400 \cdot 365} \quad [\text{l} \cdot \text{s}^{-1}] \quad (2.3)$$

kde

JUVNF je jednotkový únik vody nefakturované. Stanoví se na základě analýzy ztrát v uplynulém období

L je celková délka výhledové vodovodní sítě.

Z průměrné denní potřeby vody Q_p a koeficientů denní a hodinové nerovnoměrnosti se pomocí vzorců stanoví maximální denní potřeba Q_d a maximální hodinová potřeba vody Q_h .
[1]

Vzorec pro výpočet maximální denní potřeby vody:

$$Q_d = Q_p \cdot k_d \quad [\text{l} \cdot \text{s}^{-1}; \text{m}^3 \cdot \text{den}^{-1}] \quad (2.4)$$

Vzorec pro výpočet maximální hodinové potřeby vody:

$$Q_h = Q_d \cdot k_h \quad [\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1}; \text{l} \cdot \text{s}^{-1}] \quad (2.5)$$

2.3.2 Výpočet potřeby vody pro spotřebiště bez vodovodu

Jedná se o malá spotřebiště s malým počtem zásobovaných obyvatel. Výpočet se provádí obdobně jako u spotřebišť s vodovodem. SPVFC se stanoví pomocí analýzy spotřeby vody fakturované u obdobných spotřebišť (podobná velikost a charakter). JUVNF uvažujeme hodnotou $3200 \text{ m}^3 \cdot \text{km}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$. Celková délka sítě L se odhaduje.

Koeficient denní nerovnoměrnosti k_d by se měl pohybovat v rozmezí 1,4 – 1,6 a koeficient hodinové nerovnoměrnosti k_h mezi hodnotami 1,8 – 2,0. [1]

2.3.3 Výpočet potřeby vody v zemědělství

Potřeba vody v zemědělství tvoří potřeba zaměstnanců, kteří v určitém zemědělském objektu pracují a potřeba hospodářských zvířat. Může sem také patřit voda na jiné účely v zemědělství (např. voda zavlažovací).

Potřeba vody zaměstnanců závisí na druhu práce, možnosti hygieny, stravování atd. a počítá se podobně jako u zaměstnanců v průmyslu. Pro hospodářská zvířata je stanovena potřeba vody pro jednotlivé druhy hospodářských zvířat ve vyhlášce č. 120/2011 Sb. – příloha č. 12 – Směrná čísla roční potřeby vody.

Hodnoty jsou uvedeny v **Tab. 2.4** v m^3 na jeden kus zvířete v průměru za rok. Pro další výpočty je tedy třeba si $\text{m}^3/\text{kus}/\text{rok}$ převést na $\text{l}/\text{kus}/\text{den}$. Uvedené hodnoty se nevztahují na velkochovy, kde je třeba řešit potřebu vody individuálně podle použité technologie chovu. [2]

Tab. 2.4 Roční potřeba vody HOSPODÁŘSKÝCH ZVÍŘAT A DRŮBEŽE [7]

IX. HOSPODÁŘSKÁ ZVÍŘATA A DRŮBEŽ		
Hospodářská zvířata		
	<i>m^3 na jeden kus v průměru/rok</i>	
55.	Dojnice včetně ošetřování mléka a oplachů	36
56.	Býk	18
57.	Tele, ovce, koza, vepř	6
58.	Prasnice	8
59.	Kůň	14
60.	Pes – chovná stanice (pouze nad 2 kusy)	1
Drůbež		
	<i>m^3 na 100 kusů v průměru/rok</i>	
61.	Slepice, perličky	11
62.	Husy, kachny, krůty	36

Na následujícím **Obr. 2.1** je možné vidět příklad přehledného výpočtu potřeby vody v zemědělství, uvažujeme zde provoz na dvě směny. První směna je od 6:00 hod. do 14:00 hod. a druhá od 18:00 hod. do 02:00 hod. V zemědělství pracuje 50 zaměstnanců a chová se zde 100 kusů dojníc, 50 kusů telat, 120 kusů prasnic a 150 kusů býků. Potřeba je vyjádřena v $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1}$ a v $\text{l} \cdot \text{s}^{-1}$. Na konci tabulky můžeme vidět vyjádřenou maximální denní, průměrnou denní a hodinovou potřebu vody.

chov dobytka		druh	potřeba na kus		počet ks	celkem	($\text{l} \cdot \text{s}^{-1}$)
		dojnice	0.0007		100	0.069	
		tele	0.0001		50	0.006	
		prasnice	0.0002		120	0.028	
		býci	0.0006		150	0.087	
						0.190	($\text{l} \cdot \text{s}^{-1}$)
zaměstnanci			na 1 zam.		počet	celkem	($\text{l} \cdot \text{s}^{-1}$)
			0.0052		50	0.260	
hod.	zaměstnanci		chov dobytka		celkem		
	$\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$	$\text{l} \cdot \text{s}^{-1}$	$\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$	$\text{l} \cdot \text{s}^{-1}$	$\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$	$\text{l} \cdot \text{s}^{-1}$	
0-1	0.938	0.260	0.683	0.190	1.621	0.450	
1-2	0.938	0.260	0.683	0.190	1.621	0.450	
2-3	0	0	0	0	0	0	
3-4	0	0	0	0	0	0	
4-5	0	0	0	0	0	0	
5-6	0	0	0	0	0	0	
6-7	0.938	0.260	0.683	0.190	1.621	0.450	
7-8	0.938	0.260	0.683	0.190	1.621	0.450	
8-9	0.938	0.260	0.683	0.190	1.621	0.450	
9-10	0.938	0.260	0.683	0.190	1.621	0.450	
10-11	0.938	0.260	0.683	0.190	1.621	0.450	
11-12	0.938	0.260	0.683	0.190	1.621	0.450	
12-13	0.938	0.260	0.683	0.190	1.621	0.450	
13-14	0.938	0.260	0.683	0.190	1.621	0.450	
14-15	0	0	0	0	0	0	
15-16	0	0	0	0	0	0	
16-17	0	0	0	0	0	0	
17-18	0	0	0	0	0	0	
18-19	0.938	0.260	0.683	0.190	1.621	0.450	
19-20	0.938	0.260	0.683	0.190	1.621	0.450	
20-21	0.938	0.260	0.683	0.190	1.621	0.450	
21-22	0.938	0.260	0.683	0.190	1.621	0.450	
22-23	0.938	0.260	0.683	0.190	1.621	0.450	
23-24	0.938	0.260	0.683	0.190	1.621	0.450	
	15	4.167	10.933	3.037	25.933	7.204	
					$Q_d = Q_p$		
					max		
					1.621		
					Q_h		

Obr. 2.1 Přehledný výpočet potřeby vody v zemědělství

2.4 VÝPOČET SPOTŘEBY VODY

Ke spotřebě se stanovují následující proměnné:

ZO	počet zásobovaných obyvatel
VVR	voda vyrobená k realizaci
VFC	voda fakturovaná celkem
VFD	voda fakturovaná domácnostem
VFOO	voda fakturovaná ostatním odběratelům
VNF	voda nefakturovaná
ZV	ztráty vody
VS	vlastní spotřeba vody
JUVNF	jednotkový únik vody nefakturované

Specifické spotřeby vody:

SPVVR	specifická spotřeba vody vyrobené k realizaci
SPVFC	specifická spotřeba vody fakturované celkem
SPVFD	specifická spotřeba vody fakturované domácnostem
SPVFOO	specifická spotřeba vody fakturované ostatním odběratelům
SPVNF	specifická spotřeba vody nefakturované [1]

Pro analýzu spotřeby vody platí následující početní vztahy:

$$VVR = VFC + VNF \quad [l \cdot \text{obyv}^{-1} \cdot \text{den}^{-1}] \quad (3.1)$$

$$VFC = VFD + VFOO \quad [l \cdot \text{obyv}^{-1} \cdot \text{den}^{-1}] \quad (3.2)$$

$$VNF = ZV + VS \quad [l \cdot \text{obyv}^{-1} \cdot \text{den}^{-1}] \quad (3.3)$$

Důležitou součástí analýzy spotřeby vody je stanovení průměrné denní spotřeby vody Q_p , maximální denní spotřeby vody Q_d a maximální hodinové spotřeby vody Q_h . Uvedené spotřeby vody se stanovují pro celá spotřebišť nebo pro jednotlivá tlaková pásma ve spotřebištích. Z proměnných Q_p , Q_d a Q_h se stanoví koeficienty denní a hodinové nerovnoměrnosti. Výpočet je proveden podle následujících vztahů. [1]

$$k_d = \frac{Q_d}{Q_p} \quad [-] \quad (3.5)$$

$$k_h = \frac{Q_h}{Q_p} \quad [-] \quad (3.6)$$

Hodnoty koeficientu denní nerovnoměrnosti se pohybují v rozmezí **1,1 – 1,6**. Velikost závisí na charakteru a velikosti spotřebiště. U velkých spotřebišť jsou to hodnoty nižší a u menších spotřebišť hodnoty vyšší. [1]

Hodnoty koeficientu hodinové nerovnoměrnosti nabývají různých hodnot pro pracovní dny a dny pracovního klidu. V České republice se hodnoty pohybují zpravidla v rozmezí **1,5 – 2,5**. Vyšší hodnoty se vyskytují u např. u velkých sídlišť. Největší spotřeba vody bývá ve večerních hodinách (**19 – 21 hod.**), naopak nejmenší spotřeba je v brzkých ranních hodinách (**2 – 4 hod.**). [1]

2.5 VÝVOJ SPOTŘEBY A CENY VODY V ČR

Zvýšení ceny za vodné a stočné je jedním z účinných nástrojů k dosažení ekonomické rovnováhy v oblasti zásobování vodou a odkanalizování spotřebišť. Při stabilní situaci by vodné a stočné mělo být dominantním finančním zdrojem, který pokrývá náklady nebo aspoň hlavní část těchto nákladů. Částka za vodné a stočné by měla také umožňovat opravy a rozšíření vodovodů a kanalizací.

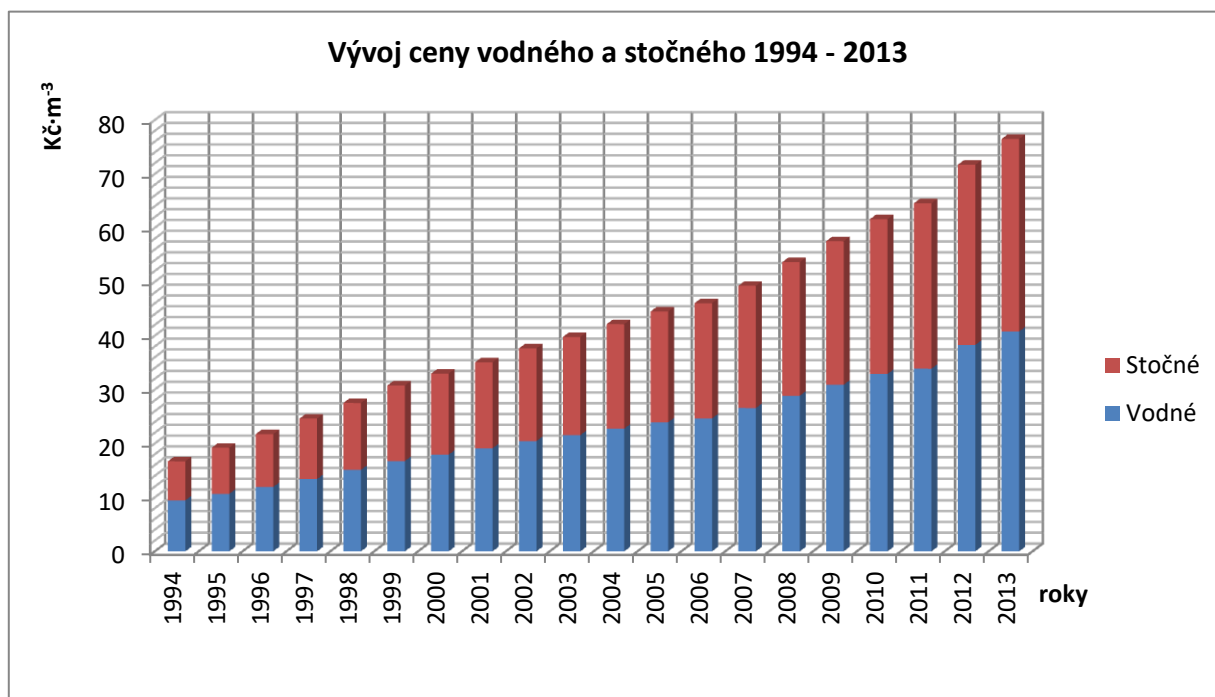
Tato finanční rovnováha mezi náklady a příjmy je problémem ekonomickým, ale zohledňují se také politické a sociální aspekty.

Po roce 1989 se v České republice výrazně snížila spotřeba vody. Díky společensko-ekonomickým změnám se cena vody významně zvýšila. Po roce 1989 cena vody stoupala řádově o víc jak 130 %. Lidé byli nuceni snížit odběry vody, snažili se řešit hospodaření s pitnou vodou, šetřit, měřit spotřebu vody nebo instalovat spotřebiče s nižší spotřebou vody. Přehled vývoje ceny vodného a stočného včetně indexů meziročního růstu cen (včetně DPH) pro období 1994 – 2013 je uveden v **Tab. 2.5**. [1] [2]

Tab. 2.5 Vývoj realizačních cen pro vodné a stočné včetně indexů meziročního růstu cen (včetně DPH) [4]

Rok	Spotřebitel. Ceny *)	Ceny pro vodné		Ceny pro stočné		Celkem (vodné + stočné)	
		cena Kč·m ⁻³	index %	cena Kč·m ⁻³	index %	cena Kč·m ⁻³	index %
1994	10,0	9,46	23,7	7,25	24,4	16,71	24,0
1995	9,1	10,67	12,8	8,55	17,9	19,22	15,0
1996	8,8	11,93	11,8	9,81	14,7	21,74	13,1
1997	8,5	13,41	12,4	11,22	14,4	24,63	13,3
1998	10,7	15,11	12,7	12,42	40,7	27,53	11,8
1999	2,1	16,74	10,8	14,02	12,9	30,76	11,7
2000	3,9	17,93	7,1	15,05	7,3	32,98	7,2
2001	4,7	19,11	6,6	15,96	6,0	35,07	6,3
2002	1,8	20,45	7,0	17,2	7,8	37,65	7,4
2003	0,1	21,56	5,4	18,21	5,9	39,77	5,6
2004	2,8	22,76	5,6	19,39	6,5	42,15	6,0
2005	1,9	23,94	5,2	20,56	6,0	44,50	5,6
2006	2,5	24,65	3,0	21,38	4,0	46,03	3,4
2007	2,8	26,59	7,9	22,67	6,0	49,26	7,0
2008	6,3	28,86	8,5	24,79	9,4	53,65	8,9
2009	1,0	30,90	7,1	26,63	7,4	57,53	7,2
2010	1,5	32,91	6,5	28,72	7,8	61,63	7,1
2011	1,9	33,88	2,9	30,69	6,9	64,57	4,8
2012	3,3	38,29	13,0	33,42	8,9	71,71	11,1
2013	1,4	40,79	6,5	35,72	6,9	76,51	6,7

Poznámka: *) Přírůstek průměrného ročního indexu spotřebitelských cen



***Obr. 2.2** Vývoj ceny vodného a stočného 1994 - 2013*

3 MĚŘENÍ PRŮTOKU

Měření průtoku pomocí průtokoměrů je bezprostředně spojeno se spotřebou a potřebou vody. V následujících kapitolách je uvedeno několik druhů průtokoměrů, které jsou vhodné jako domovní vodoměry, některé je možné použít i pro měření ostatních médií. Jako domovní vodoměry se používají především následující: *průřezové, rychlostní, objemové, ultrazvukové a indukční průtokoměry*. [3]

3.1 ZÁKLADNÍ METODY MĚŘENÍ

Průtokoměry jsou založeny na různých metodách a podle použitých metod se dělí do určitých skupin.

Průtokoměry, které využívají rychlostní metody, se nazývají **rychlostní průtokoměry** a dělí se na:

- **Průtokoměry s konstantním průtočným průřezem**

Měřítkem průtoku je okamžitá střední rychlost proudění. Tyto průtokoměry tvoří většinu provozních průtokoměrů a patří sem: *škrtící orgány, ultrazvukové, indukční, turbínové průtokoměry apod.*;

- **Průtokoměry s konstantní střední rychlostí proudění**

Měřítkem průtoku u těchto průtokoměrů je velikost průtočného průřezu. Do této kategorie lze zařadit *průtokoměry plováčkové a jejich modifikace*.

Mezi průtokoměry, využívající mechanické účinky kinetické energie proudící kapaliny, patří **průtokoměry deformační, objemové a gyroskopické**. Gyroskopické průtokoměry jsou zastaralé, a proto se v praxi z této skupiny průtokoměrů využívají hlavně průtokoměry objemové. [3]

Hlavní dělení průtokoměrů je tedy na: **rychlostní,**
objemové průtokoměry.

3.2 PRŮŘEZOVÉ PRŮTOKOMĚRY

3.2.1 Průtokoměry na principu tlakového rozdílu

Tyto průtokoměry využívají princip zachování energie v proudící tekutině, který je formulovaný Bernoulliho rovnicí. Během proudění kapaliny vzniká kinetická energie, která způsobuje vzrůst dynamického tlaku a pokles tlaku statického. Celkový tlak ovšem zůstává stejný. Informace o proudění jsou získány z dynamického tlaku. Dynamický tlak je určen buď jako rozdíl statických tlaků před a za překážkou, která zmenšuje průřez potrubí, nebo z rozdílu celkového tlaku a tlaku statického. Statický tlak je měřen senzory tlaku. [3]

3.2.2 Průtokoměry se škrťacími orgány

Měření pomocí průtokoměrů se škrťacími orgány je velmi často využívanou metodou měření průtoku v průmyslových aplikacích. Průtok se určuje ze ztráty, naměřené v místě zúžení průřezu potrubí. Tekutina má při průchodu škrťacím orgánem větší rychlost a energie pro toto zrychlení se získá poklesem statického tlaku v místě zúžení. Minimální statický tlak je v místě s největší rychlostí proudění. [3]

V průmyslu jsou nejvíce využívány tyto škrťací orgány: *Clony, Venturiho trubice, Dallova trubice, Dýzy, V–kužely, Klínové segmenty*

3.2.3 Kolenové průtokoměry

Kolenové průtokoměry využívají tlakové rozdíly, vyvolané odstředivou silou, která působí při proudění na stěnách potrubí kruhovitěho tvaru. Síla, která působí na vnitřní stranu kolena, je úměrná součinu hustoty média a čtverci rychlosti proudění. Hodnota této síly je nepřímo úměrná poloměru kolena. [3]

Jako kolenový průtokoměr lze použít každé 90° koleno, do kterého stačí ve střední části kolena (45°) vyvrtat otvory, kam se připojí senzory tlakové difference. Je to velmi jednoduché zařízení, ale tlakový rozdíl je malý, proto je třeba mít velmi citlivé senzory tlakové difference. [3]



Obr. 3.1 Průřezový průtokoměr s pohyblivou clonou [8]

3.3 RYCHLOSTNÍ PRŮTOKOMĚRY

Rychlostní průtokoměry určují průtok na základě naměřené hodnoty rychlosti proudění v profilu výpočtem. Existuje několik možností pro určení rychlosti tekutiny, mezi nejpoužívanější patří tzv. rychlostní sondy. [3]

3.3.1 Pitotova trubice

Pitotova trubice byla vynalezena v roce 1732 Henrim Pitotem. Na rozdíl od škrticích orgánů měří rychlost tekutiny v místě otvoru pro určení totálního tlaku. Objemový průtok se určí násobením rychlosti a plochy průřezu. Důležité je umístit otvor pro totální tlak v průměrné rychlosti. Nastavení bývá obtížné, proto se doporučuje Pitotovy trubice umísťovat v průřezích s turbulentním prouděním, kde bývá rychlostní profil plochý.

Dále se používají také víceotvorové Pitotovy trubice, které stanovují průměrnou rychlost kombinací údajů o totálním a statickém tlaku, odběrem z více otvorů, které jsou na náporové straně a úplavové straně. Náporová strana poskytuje údaje o totálním tlaku a úplavová o statickém tlaku. [3]

3.3.2 Prandltova trubice

Prandltova trubice je zvláštní uspořádání Pitotovy trubice, jež je upravena tak, aby celkový a statický tlak měřil ve stejném místě (použití tvaru písmene „L“). Místa pro odběr statického tlaku jsou umístěna ve vzdálenosti větší než $3d$ (d je průměr sondy). Ideální tvar sondy je rotační paraboloid, výroba by byla ovšem náročná, proto se používá válcovitý tvar. Je vhodné, aby na místě měření statického tlaku byly minimální turbulence. Pro správné určení objemového průtoku je nutné stanovit z naměřených hodnot rychlostního profilu střední rychlost. K tomuto stanovení se používá graficko-početní metoda (kruhové potrubí). [3]

Tyto průtokoměry patří do kategorie průtokoměrů na principu tlakové difference, tlaková difference zůstává na průtokoměru konstantní a rychlost proudění vyvolává změnu polohy plováčku. [3]



Obr. 3.2 Rychlostní sonda [9]

3.4 PRŮTOKOMĚRY S PROMĚNNÝM PRŮŘEZEM

Plováček, který má plochu A , hustotu ρ_2 a objem V a vznáší se v tekutině o hustotě ρ proudící v trubici kónického tvaru, se ustálí v poloze, jež odpovídá rovnováze sil působící směrem po proudu (F_A) a proti proudu (F_G). Trubice kónického tvaru způsobuje rozdílné tvary průřezů mezi spodní a vrchní částí a různé světlosti. Na základě Bernoulliho rovnice se tedy liší rychlosti v_1 a v_2 a statické tlaky p_1 a p_2 ve spodní a vrchní části plováku. [3]

Mohou se vyskytovat i jiné varianty plováčkových průtokoměrů např. válcovitá trubice s kuželovitým trnem a také píst pohybující se v perforovaném válci s otočenou klapkou. Plováček je udržován v počáteční poloze gravitační silou, nebo kalibrovanou pružinou, viz. následující *Pružinový průtokoměr*. [3]

3.4.1 Pružinový průtokoměr

U pružinových průtokoměrů se ke gravidní síle působící proti proudu přidává direktivní síla pružiny, která udržuje plovák při nulovém průtoku v poloze uzavírající otvor clony nebo na dnu trubice. Mechanický pohyb plováku u jednoduchých průtokoměrů může být převeden na polohu ukazatele, nebo může být výslednou veličinou tlaková diference. [3]

3.4.2 Průtokoměr s vychylovanou klapkou

Tento typ průtokoměru můžeme řadit jak mezi průřezové, tak i mezi průtokoměry s proměnlivou plochou, protože se při vychylování klapky mění plocha průřezu potrubí průtokoměru. Jsou to tedy průtokoměry s proměnlivým tlakovým spádem. Klapka, která má většinou kruhovitý tvar, je udržována v rovnováze se silovými účinky proudící tekutiny direktivní silou přesné torzní pružiny. Klapky se vychylují o určitý úhel, ten se měří indukčností senzorem na principu diferenčního rotačního transformátoru. Používají se především k měření průtoku páry. [3]

3.5 TURBÍNOVÉ A LOPATKOVÉ SENZORY PRŮTOKU

U turbínových a lopatkových senzorů průtoku uvádí protékající kapalina do rotačního pohybu lopatkový rotor s vhodně umístěnými lopatkami, který je umístěn v ose průtokoměru. Objemový průtok se pak určuje z počtu průchodů listů turbíny nebo lopatek pod senzorem polohy. Počet lopatek je volen podle rozsahu a aplikace, obvykle je v rozmezí 6 – 20 lopatek. Naměřený objemový průtok odpovídá protékajícímu množství a není přímo závislý na hmotnosti protékající tekutiny, proto nejsou tyto průtokoměry zařizovány do skupiny průtokoměrů, pracujících na základě kinetické energie proudící tekutiny. [3]

Výstupem turbínových průtokoměrů jsou impulzy, které se získají zesílením a tvarováním signálu ze senzorů. Měronosnou veličinou je frekvence impulzů f , jež je úměrná objemovému průtoku qV , pro převod pak platí následující vztah. [3]

$$f = K_t \cdot q_V \quad [\text{Hz}] \quad (5.1)$$

kde

K_t je součinitel turbínového senzoru

V základním konstrukčním provedení senzory pracují spolehlivě v rozmezí Reynoldsových čísel 4 000 – 20 000. Pokud je požadováno měření průtoku v objemu přepočteném na teplotu 15 °C a tlak 101,325 kPa, je třeba místo, kde probíhá měření, doplnit snímačem teploty a tlaku a použít přepočítávací modul. V typickém provedení bývá k urovnání proudění vložen před a za rotor usměrňovač proudění, který upravuje turbulentní proudění na přibližné laminární proudění. [3]

Mezi turbínové průtokoměry patří různé typy průtokoměrů: **Turbínový průtokoměr s tangenciálním vtokem (lopatkový radiální průtokoměr), zásuvný turbínový průtokoměr, turbínový průtokoměr se dvěma protiběžnými rotory.** [3]

3.5.1 Vrtulové průtokoměry

U vrtulového průtokoměru neboli šroubového průtokoměru otáčí proudící kapalinu vrtulka (šroub) a měří se otáčky vazbou na mechanické počítadlo. Tyto přístroje jsou nepřesné, užívají se např. v zavlažovacích systémech. Jejich nevýhodou je, že přestávají fungovat při rychlostech menších než $0,3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. [3]

3.5.2 Průtokoměry s lopatkovými koly

Na rozdíl od turbínek mají lopatky orientovány kolmo na směr proudění. Jsou přesné a ekonomicky výhodnější než turbínové průtokoměry, lopatkové kolo je totiž levné a nevyžaduje kuličková ložiska. Pro většinu typů není nutná individuální kalibrace, pokud platí $Re > 5000$. [3]

U nových typů lopatkových průtokoměrů se snímá průchod lopatky optickým vláknovým senzorem, v některých případech Hallovým senzorem. Tyto typy průtokoměrů jsou vhodné i pro tekutiny s větší viskozitou. Funkce průtokoměrů je málo závislá na výskytu tuhých částic v kapalině. [3]

Mezi průtokoměry s lopatkovými koly patří také **turbínové a lopatkové průtokoměry s tryskou a turbínové průtokoměry s obtokem (bočnίκem).** Průtokoměry se clonou a tryskou se používají tam, kde jsou menší průtoky a je třeba soustředit proud kapaliny na lopatky. Vzhledem k malému průměru trysky je možné tyto průtokoměry použít jen u čistých kapalin. U turbínových průtokoměrů s obtokem spočívá princip s umístěním vlastní turbíny do obtoku a ventilu do hlavního potrubí. Přidáním boční cesty a zavíracích ventilů můžeme provádět údržbu a opravy bez přerušení provozu. [3]

3.6 OBJEMOVÉ PRŮTOKOMĚRY

Objemové průtokoměry jsou založeny na měření objemu tekutiny. Měření objemu lze realizovat dvojím způsobem: *spojitě* nebo *diskrétně*. U spojitého měření jde o akumulaci kapaliny po určitý čas a po skončení máme k dispozici údaj o měření objemu. Podstatou diskrétního měření je dělení tekutiny na konečnou objemovou kvantu – *dávku*. Z termínu dávka vychází pojem *dávkovací průtokoměry*. [3]

Objemové průtokoměry patří do fakturačních průtokoměrů, měří objem tekutiny s malou nejistotou. Pro správně měření objemových průtokoměrů musíme odplyňovat kapaliny. Problematické bývá měření kapalin, které se mohou odpařovat. [3]

3.6.1 Oválový průtokoměr

Oválový průtokoměr se skládá ze dvou ozubených oválových těles, která zapadají do sebe a komory. Průtokoměr je poháněn rozdílem točivých momentů, jenž jsou vyvolané plaky na příslušné průměty činné plochy pístů. Během otáčení těles vznikají mezi nimi a stěnami komory střídavě se plnící a vyprazdňující odběrné prostory. [3]

Počet otáček se zaznamenává v čítači jako veličina úměrná objemovému průtoku. Průtokoměry se používají pro měření průtoku od jednotek $\text{dm}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ do $1000 \text{ dm}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ a při teplotě až do 290°C . Průtokoměry se používají pro měření rychlosti kapalných plynů, louhů, kyselin, tuků, lepidel a dalších. Tyto průtokoměry jsou vhodné i pro měření kapalin s velkou viskozitou. [3]

3.6.2 Tělesový (piškotový, lalokový) průtokoměr

Tělesový průtokoměr je méně přesnou obdobou oválového průtokoměru. Místo ozubených kol se používají tělesa ve tvaru dětských piškotků, která nejsou tak náročná na výrobu. Během otáčení se tekutina dostává mezi piškotová tělesa a pak je vytlačována ven. Obě tělesa vykonávají stejný pohyb, proto stačí měřit rychlost jen jednoho z nich. Jsou vhodné pro měření velkých průtoků, při měření nízkých průtoků vykazují chyby. K výrobě se používá mnoho materiálů od termoplastů až po kvalitní kovy. [3]

3.6.3 Průtokoměr s krouživým pístem (prstencový)

Oficiální označení tohoto průtokoměru je: *objemové průtočné měřidlo na kapaliny s kroužkem*. Energii pro pohon průtokoměru dodává měřená kapalina, jde o princip obdobný Wankelovu motoru a vývoj se připisuje firmě Siemens. Průtokoměry jsou přesné a umožňují i měření agresivních médií a vysoce viskózních kapalin. [3]



Obr. 3.3 Kroužkový objemový vodoměr ALTAIR V3 [10]

3.7 DEFORMAČNÍ PRŮTOKOMĚRY

Deformační průtokoměry pracují na principu využití kinetické energie, proudící tekutiny k deformaci pružného členu. Pružným členem je reakční deska, která může mít různý tvar: kruhový terčík, nosník, pádlo. Pokud je terčík symetrický, lze měřit průtok v obou směrech. Pro méně náročné aplikace se používají zavěšené reakční desky a výchylky desky se měří senzory úhlové výchylky. Pro náročnější aplikace se deformace nosníku měří odporovými tenzometry. Nejčastějším tvarem terčíku je deska, válec nebo klapka. [3]

Měření dosahují pro větší průtoky nejistoty kolem 5%. I pro velmi nízké průtoky klesá přesnost a je třeba individuální kalibrace pro každou tekutinu. Volbou rozměrů a tvaru deformačního členu lze měřit i malé průtoky s dostatečnou jistotou pro běžné aplikace. Pro přesné měření je potřeba umístit rovný úsek o délce deseti DN proti proudu a pěti DN po proudu. [3]

Deformační průtokoměry jsou vhodné pro měření průtoku znečištěných tekutin, viskózních kapalin a kapalin obsahující pevné částice. Neměly by se jimi měřit abrazivní tekutiny a tekutiny, které se mohou usadit na terčíku. Nejsou tedy vhodné pro měření kalů a tekutin s velkou viskozitou. [3]

3.8 ULTRAZVUKOVÉ PRŮTOKOMĚRY

Činnost ultrazvukových průtokoměrů je založena na změně rychlosti šíření nebo frekvenci ultrazvukového vlnění. Šíření ultrazvukového vlnění probíhá mezi vysílačem a přijímačem. Vysílač a přijímač jsou umístěny na stěnách potrubí.

Proudění měřené tekutiny vyvolá změnu rychlosti ultrazvukového vlnění, ta je úměrná průmětu vektoru rychlosti pohybu tekutiny do vektoru rychlosti ultrazvukového vlnění. Ultrazvukové vlnění se vysílá i přijímá pomocí ultrazvukového měniče, ten pracuje střídavě v režimu *piezostričním* (jako vysílač) a *elektrickým* (jako přijímač). [3]

Podle charakteru vlnění jsou ultrazvukové průtokoměry provozovány v režimu spojitě akustické vlny, kdy se stále vysílá nosná vlna (ozn. Continuous Wave – CW), nebo v impulzním režimu, kdy je po krátký časový úsek opakovaně vysíláno spojitě ultrazvukové vlnění s frekvencí odpovídající resonančnímu kmitočtu měniče. [3]

Podle uspořádání můžeme ultrazvukové průtokoměry rozdělit do tří základních skupin: [3]

- 1) **Přímé impulzní**
- 2) **Zpětnovazební**
- 3) **Dopplerovy**

3.8.1 Přímé ultrazvukové průtokoměry

Fungují na principu měření doby průchodu impulzů ultrazvukového vlnění mezi vysílačem a přijímačem. [3]

Pro správné měření je třeba přesně určit začátek a konec časového intervalu, který odpovídá době průchodu, tj. jednoznačná definice míst na vysílači a přijímači (např. čelní hraně), ty určují měřený časový interval. Největší nároky na přesné umístění bývají přirozeně u potrubí s malou světlostí, zde jsou doby průchodu dlouhé několik desítek ms a nejistoty měření bývají menší než stovky ns. Naštěstí technika pro měření časových intervalů bývá dobře zvládnuta, využívá interpolační postupy. [3]

3.8.2 Zpětnovazební průtokoměry

Princip činnosti je založen na dvou diferenčně uspořádaných měřicích drahách, tvořených dvojicí vysílač – přijímač. V jedné dvojici se rychlost proudění a ultrazvuku sčítá a ve druhé odečítá. Při stejné délce cesty L je doba oběhu v jednotlivých drahách stanovena níže uvedenými vztahy: [3]

$$t- = \frac{L}{c - v \cos \alpha} \quad [s] \quad (5.2)$$

$$t+ = \frac{L}{c + v \cos \alpha} \quad [s] \quad (5.3)$$

kde

c je rychlost ultrazvuku.

v je rychlost proudění.

L je délka akustické cesty.

α je sklon mezi vektory c a v .

U zpětnovazebních průtokoměrů jsou možné různé druhy měření:

Zpětnovazební průtokoměr se stálou dobou měření

V tomto případě se určuje, kolik vyslaných nebo přijatých impulzů se vyskytlo v jedné a druhé zpětnovazební smyčce po dobu pozorování. [3]

Zpětnovazební průtokoměr se stálým počtem oběhů impulzu

V této variantě měříme doby oběhu impulzů T_+ a T_- , které odpovídají danému počtu oběhů v jedné i druhé smyčce. [3]

Zpětnovazební průtokoměr se stálou vlnovou délkou signálu

Odlíšnou možností jsou měřicí obvody, které pracují na rozdíl od předchozích impulzních metod se spojitým harmonickým signálem. Měřicí obvod je založen na udržování stejné vlnové délky vlnění v kanálu skloněného ve směru a proti směru proudění. Udržování je zajištěno metodou automatické fázové synchronizace. [3]

3.8.3 Dopplerovy průtokoměry

Dopplerovy průtokoměry pracují na principu vyhodnocení změny frekvence ultrazvukové vlny odražené od nehomogenit unášených proudem kapaliny. Za nehomogenity můžeme považovat různé částice, bubliny nebo poruchy. Tyto průtokoměry měří tedy přímo rychlost unášených částic a ne rychlost kapaliny. Je zde jeden měnič stále vysílající ultrazvukové vlnění, které je po odrazu od nehomogenit přijímáno přijímačem, ten obvykle leží na protilehlé straně. Výhodnější bývá instalace jenom jednoho měniče, který má funkci vysílače i přijímače – bývá rozdělen na vysílací a přijímací část. Průtokoměry s jedním měničem jsou nazývány jako příložné nebo bezdotykové. [3]

3.8.4 Výhody ultrazvukových průtokoměrů

Ultrazvukové průtokoměry mají několik výhod. Jednou z největších výhod je univerzálnost použití. Ultrazvukové průtokoměry jsou schopné měřit nejen kapaliny a plyny, ale také např. satureované i přehřáté páry. Fungují v libovolné poloze a můžeme je použít i pro obousměrné proudění. [3]

Mezi další výhody patří malá tlaková ztráta při měření, nenáročná údržba. Na rozdíl od klasických průtokoměrů nemají žádné pohyblivé části a pracují bezhlučně. Vyžadují tedy minimální údržbu. Jejich instalace je jednoduchá, ale je třeba přesně seřadit osy protilehlých měničů. [3]

Ultrazvukové průtokoměry umožňují široký rozsah měření. Jsou schopné měřit od 2 až do 400 000 m³·hod⁻¹, do tlaku až 100 MPa a při teplotách -300 až 600 °C. Je také možné měřit několik veličin současně, např. při vícekanálovém uspořádání. [3]



Obr. 3.4 Ultrazvukový průtokoměr Siemens SITRANS FUS1010 [11]

3.9 INDUKČNÍ PRŮTOKOMĚRY

3.9.1 Elektromagnetický průtokoměr

Označení lépe vystihující fyzikální podstatu tohoto průtokoměru je elektromagnetický průtokoměr. Také existuje průtokoměr pracující na duálním principu označovaný jako magnetoelektrický. Proto je lepší používat označení elektromagnetický místo indukčního a v následujícím textu budeme tak průtokoměr nazývat. [3]

Principem elektromagnetického průtokoměru je Faradayův indukční zákon – vznik napětí je vysvětlován jako důsledek časové změny magnetického toku při pohybu vodivé kapaliny v potrubí. Náznornější a fyzikálně bližší bývá vysvětlení pomocí Lorentzova zákona. Lorentzův zákon určuje magnetické síly, působící na náboj, který se pohybuje v magnetickém poli o indukci, rychlosti a elektrické síly působící na náboj v elektrickém poli o intenzitě. [3]

Elektromagnetický průtokoměr pracuje na principu snímání indukovaného napětí, které vzniká při pohybu kapaliny a magnetickém poli. Napětí je přímo úměrné střední profilové rychlosti proudění. Průtokoměr se skládá ze dvou částí a to ze snímače – indukčního čidla a převodníku, který zpracovává a vyhodnocuje naměřená data. Tyto dvě části jsou propojeny speciálním kabelem. [3]

3.9.2 Rozdělení elektromagnetických průtokoměrů

Elektromagnetické průtokoměry jsou vyrobeny a určeny především pro průmysl. Můžeme je rozdělit do následujících základních skupin. [3]

- **průtokové** – s vodivou a s nevodivou měřicí trubicí, se zaplněným a nezaplněným potrubím
- **ponorné**
- **zásuvné**
- **bodové**
- **plošné**

Ponorný průtokoměr je obdoba průtokoměru s nevodivým kanálem. Je konstrukčně upraven pro ponoření do měřené tekutiny. Magnetický obvod je umístěn uvnitř utěsněného pláště, který je vyplněn izolačním olejem. [3]

Zásuvné průtokoměry jsou určeny pro měření osových složek vektoru rychlosti proudění kapalin. Velkou výhodou těchto průtokoměrů je měření bez přerušení procesu, které je při instalaci přírubových typů nutné. [3]



Obr. 3.5 Magneticko-indukční průtokoměr KROHNE OPTIFLUX 2100 s převodníkem IFC 100 [12]

4 ANALÝZA SPOTŘEBY VODY

V rámci praktické části bakalářské práce byla vyhledána tři zemědělská družstva v Jihočeském kraji a zjištěny informace o hospodaření družstva, spotřebě vody, cenách vody apod. pomocí vytvořeného dotazníku. Družstva poskytla informace, které byla schopna dohledat. S ohledem na ochranu osobních údajů bylo jedno družstvo označeno jako družstvo „A“ (družstvo si nepřálo být jmenováno). Zbýlá dvě družstva jsou označena úplným názvem. Výsledky zjištěné v rámci bakalářské práce budou použity pouze pro účely bakalářské práce. Informace o družstvech jsou přehledně zpracovány do přiložených tabulek.

Mimo zjišťování informací o zemědělských družstvech bylo plánované měření průtoků pomocí ultrazvukového průtokoměru Siemens ve všech vybraných družstvech. Měření s ultrazvukovým průtokoměrem bylo odzkoušeno v laboratoři FAST, VUT v Brně. Průtokoměr ovšem během zkušebního měření vykazoval chybu měření. Z důvodu chyby bylo rozhodnuto ultrazvukovým průtokoměrem neměřit. Byla zvolena náhradní varianta měření a to odečet ze stávajících vodoměrů. Odečet byl proveden pro časové období dva týdny, minimálně jednou denně.

4.1 ZEMĚDĚLSKÉ DRUŽSTVO „A“

4.1.1 Informace o družstvu

Tab. 4.1 Přehledná tabulka s informacemi o ZD "A"

Název ZD	„A“ – Družstvo si nepřeje být jmenováno.	
Lokalita	Jihočeský kraj, okres Strakonice	
Počet K.Ú., kde ZD hospodaří.	6	
Činnost ZD	Zemědělská výroba	
Velikost zemědělské plochy	orná	1343 ha
	travní	553 ha
Počet zaměstnanců	54	
Živočišná produkce	telata do 1 roku	103 kusů
	telata do 2 let (býci)	128 kusů
	jalovice	173 kusů
	dojnice	244 kusů
Zdroje vody	veřejný vodovod obce	
	veřejný vodovod ČEVAK	
Zvýhodněná cena vody od dodavatele	Ano/Ne	Důvod
	Ne	Nebyla uzavřena dohoda o zvýhodněné ceně. ZD má naopak cenu o něco vyšší než obyvatelé obce.
Další informace o ZD	V roce 2010 došlo ke snížení stavu dojnic z důvodu nevyhovující vazné stáje. V roce 2013 byl uveden do provozu nový kravín s volným stáním v jedné z obcí, kde ZD hospodaří, na 250 dojnic. V roce 2016 došlo k poklesu dojnic vzhledem ke špatné situaci na trhu s mlékem z hlediska ceny i produkce.	

4.1.2 Cena vody v družstvu

Zemědělské družstvo „A“ (dále jen ZD „A“) odebírá vodu ze dvou vodovodů – z veřejného vodovodu, patřícího obci a z veřejného vodovodu společnosti Čevak. ZD „A“ nemá uzavřenou dohodu o zvýhodněné ceně vodného, za odběr z veřejného vodovodu obce platí dokonce o něco víc než místní občané.

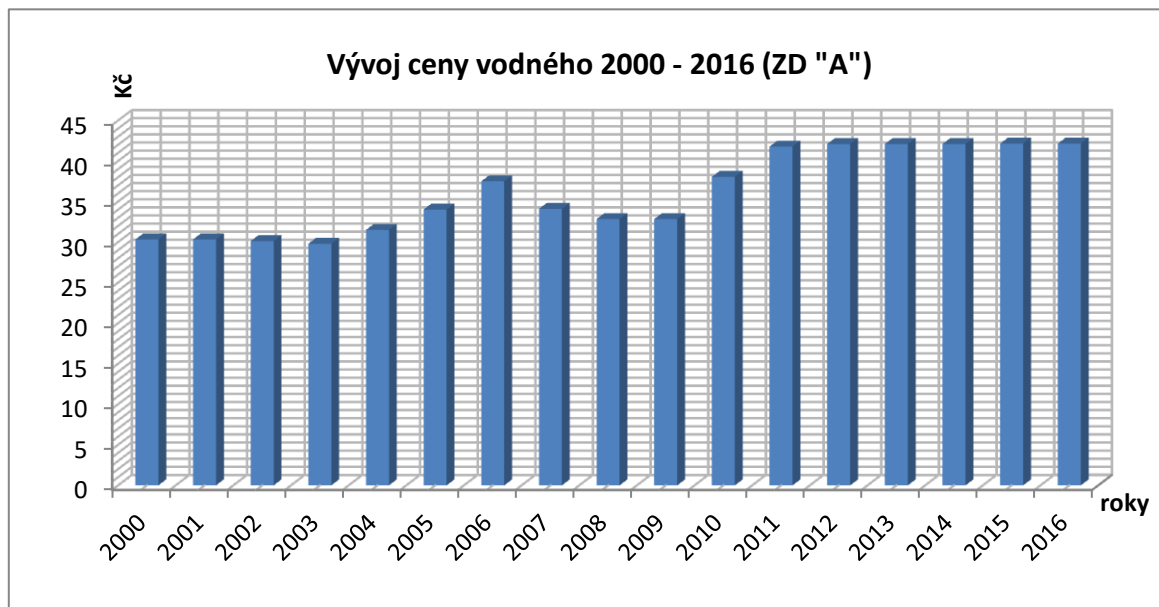
Ve spotřebě vody od roku 2000 do roku 2016 jsou patrné rozdíly. Největší rozdíl je vidět po roce 2010, kdy došlo ke snížení stavu dojníc (roční spotřeba klesla o zhruba 5500 m³). Dále je zřejmé zvýšení spotřeby po roce 2013, kdy byl postaven nový kravín (roční potřeba se zvýšila o zhruba 2000 m³).

V následující **Tab. 4.2** jsou uvedeny ceny vody, roční spotřeby vody a celkové náklady za vodu pro období 2000 – 2016. Všechny uvedené ceny jsou včetně DPH.

Tab. 4.2 Přehledná tabulka ceny vody, spotřeby vody a celkových nákladů (ZD "A")

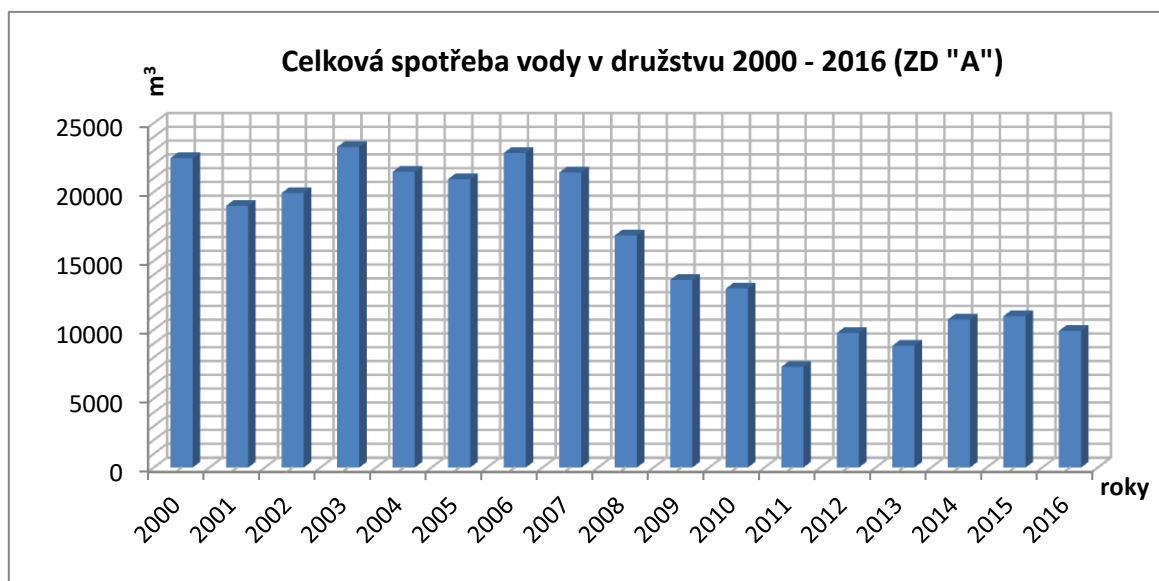
rok	cena vody včetně DPH [Kč/m ³]	spotřeba vody [m ³ /rok]	celkové náklady za vodu včetně DPH [Kč/rok]
2000	30,33	22453	681 000
2001	30,33	18991	576 000
2002	30,12	19920	600 000
2003	29,80	23255	693 000
2004	31,50	21460	676 000
2005	34,02	20929	712 000
2006	37,50	22824	855 914
2007	34,10	21408	730 000
2008	32,84	16839	553 000
2009	32,84	13611	447 000
2010	38,05	12983	494 000
2011	41,78	7300	305 000
2012	42,10	9762	411 000
2013	42,10	8836	372 000
2014	42,10	10736	452 000
2015	42,15	10985	463 000
2016	42,15	9917	418 000

Na **Obr. 4.1** je vidět vývoj ceny vodného v ZD „A“ během let 2000 – 2016. Vývoj ceny vodného má většinou vzestupnou tendenci, pouze během let 2007 – 2009 cena zaznamenala mírný pokles.



Obr. 4.1 Vývoj ceny vodného 2000 – 2016 (ZD „A“)

Na **Obr. 4.2** můžeme vidět celkovou spotřebu vody v družstvu „A“ během let 2000 – 2016. Po roce 2010 je vidět výraznější pokles spotřeby vody z již uvedeného důvodu (snížení počtu dojnic). Po roce 2013 je vidět mírný vzrůst spotřeby vody (výstavba nového kravína).



Obr. 4.2 Celková spotřeba vody v družstvu 2000 - 2016 (ZD „A“)

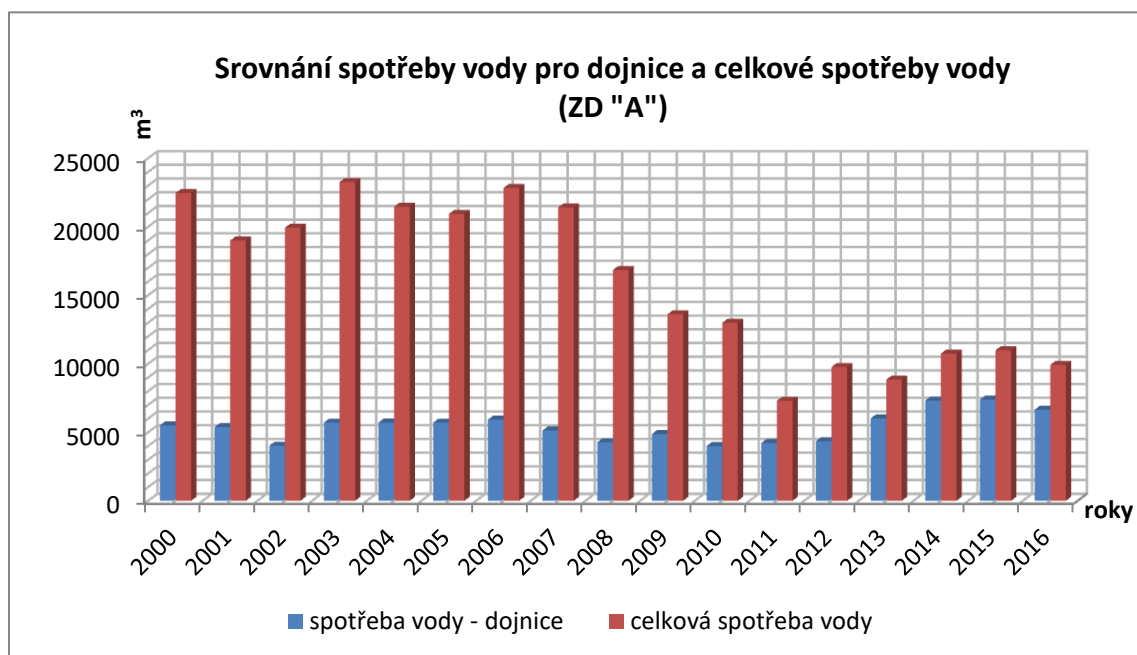
4.1.3 Počet dojnic a jejich spotřeba vody

Tab. 4.3 Počet dojnic, spotřeba vody dojnic a celková spotřeba vody, náklady za vodu – dojnice a celkové náklady za vodu (ZD „A“)

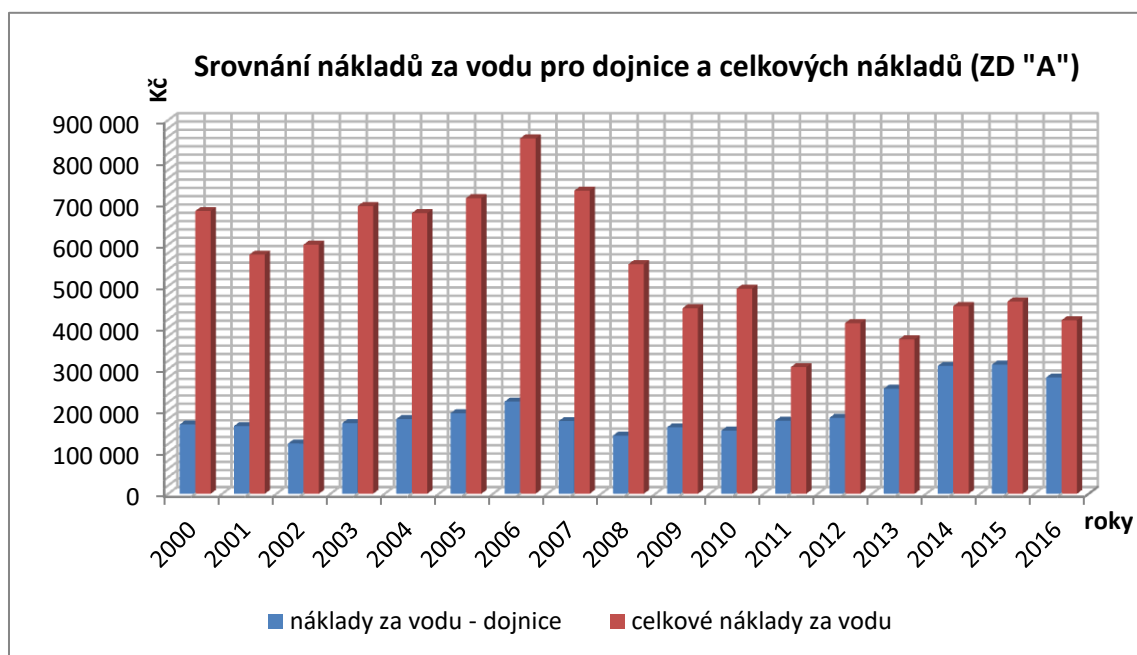
rok	počet dojnic [ks]	spotřeba vody - dojnice [m ³ /rok]	spotřeba vody - celková [m ³ /rok]	náklady za vodu – dojnice [Kč/rok]	náklady za vodu – celkové [Kč/rok]
2000	371	5506	22453	167 000	681 000
2001	373	5374	18991	163 000	576 000
2002	374	4017	19920	121 000	600 000
2003	403	5705	23255	170 000	693 000
2004	468	5714	21460	180 000	676 000
2005	468	5703	20929	194 000	712 000
2006	496	5920	22824	222 000	855 914
2007	474	5132	21408	175 000	730 000
2008	443	4263	16839	140 000	553 000
2009	422	4872	13611	160 000	447 000
2010	356	3995	12983	152 000	494 000
2011	342	4213	7300	176 000	305 000
2012	331	4347	9762	183 000	411 000
2013	288	6010	8836	253 000	372 000
2014	306	7316	10736	308 000	452 000
2015	279	7378	10985	311 000	463 000
2016	242	6643	9917	280 000	418 000

V ZD „A“ se využívá voda nejvíce na chov zemědělských zvířat. ZD „A“ chová několik druhů zvířat (telata do 1 roku, telata do 2 let (býci), jalovice a dojnice). Následující dva obrázky (**Obr. 4.3** a **Obr. 4.4**) znázorňují celkovou spotřebu vody v družstvu a množství vody, které spotřebují dojnice.

Zbývající část z celkové spotřeby vody se využívá na chov ostatních zvířat v družstvu, již výše uvedený výčet. Dále se voda v družstvu využívá na čištění zemědělských strojů, aut a na údržbu areálu ZD. Je zde zahrnuta i spotřeba vody pro zaměstnance (sociální zařízení, sprchy, menší stravovací zařízení).



Obr. 4.3 Srovnání spotřeby vody pro dojnice a celkové spotřeby vody (ZD "A")



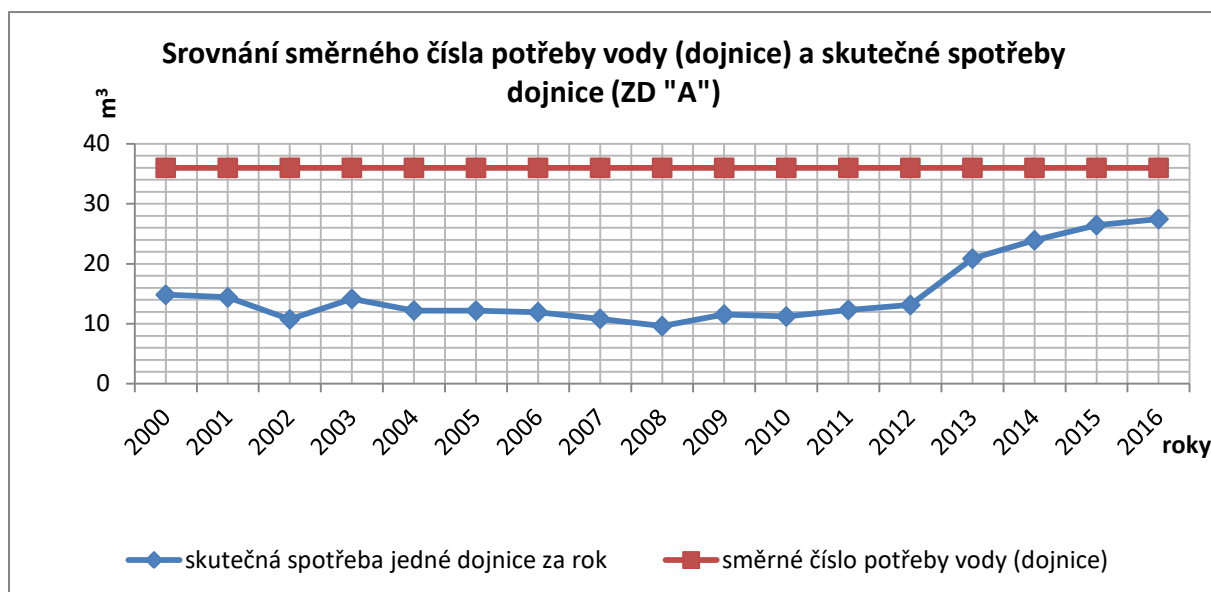
Obr. 4.4 Srovnání nákladů za vodu pro dojnice a celkových nákladů (ZD „A“)

Spotřeba vody jedné dojnice v ZD „A“ je doložena v **Tab. 4.4**. Hodnota se během let 2000 – 2016 měnila, celkově má rostoucí tendenci. Současná hodnota roční spotřeby je zhruba 28 m³/rok. Směrné číslo potřeby vody dojnice uvedené v příloze č. 12 Vyhlášky č. 120/2011 Sb. je 36 m³/rok. Spotřeby dojnic v ZD „A“ jsou tedy vždy nižší než číslo uvedené ve vyhlášce. [7]

Tab. 4.4 Počet dojnic, spotřeba vody jedné dojnice a náklady za vodu - jedna dojnice (ZD "A")

rok	počet dojnic [ks]	spotřeba vody jedné dojnice [m ³ /rok]	náklady za vodu – jedna dojnice [Kč/rok]
2000	371	14,84	450
2001	373	14,41	437
2002	374	10,74	324
2003	403	14,16	422
2004	468	12,21	385
2005	468	12,19	415
2006	496	11,94	448
2007	474	10,83	369
2008	443	9,62	316
2009	422	11,55	379
2010	356	11,22	427
2011	342	12,32	515
2012	331	13,13	553
2013	288	20,87	879
2014	306	23,91	1007
2015	279	26,44	1115
2016	242	27,45	1157

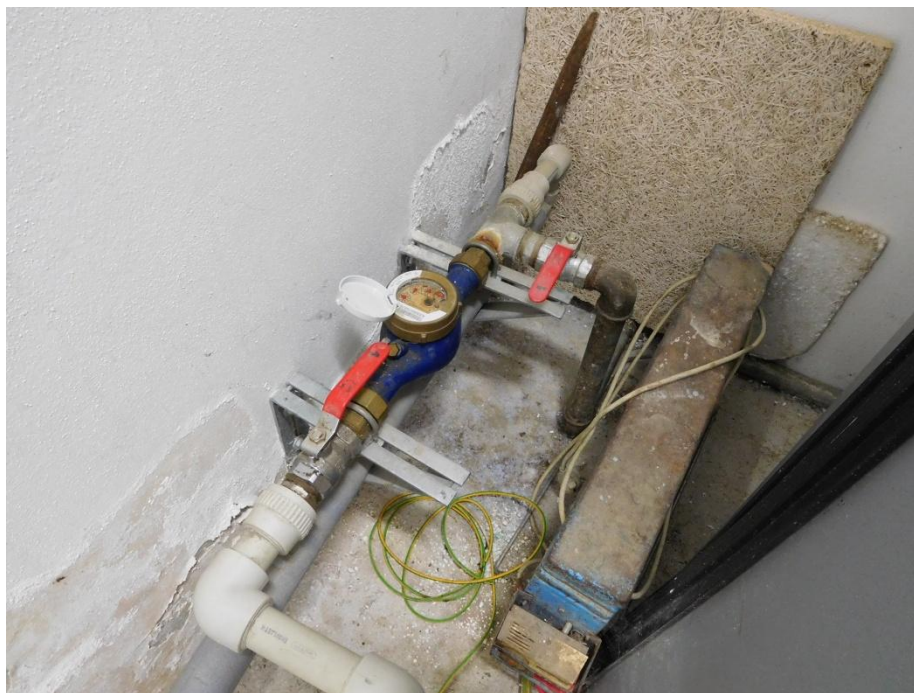
Obr. 4.5 srovnává směrné číslo potřeby vody dojnice z přílohy č. 12 Vyhlášky č. 120/2011 Sb. ($36 \text{ m}^3/\text{rok}$) a potřeby vody dojníc v ZD „A“ od roku 2000 do roku 2016. [7]



Obr. 4.5 Srovnání směrného čísla potřeby vody (dojnice) a skutečné spotřeby dojnice (ZD "A")

4.1.4 Měření denní spotřeby vody v ZD „A“

V ZD „A“ bylo po dobu čtrnácti dnů provedeno měření pomocí odečtu ze stávajícího vodoměru. Měření probíhalo každý den od 17. 4. do 30. 4. 2017 a bylo realizováno ve vybraném kravíně, kde se chová 244 kusů dojníc. Odečet byl prováděn z vodoměru, nacházejícího se u areálu kravína. Na následujícím **Obr. 4.6** je vidět vodoměr v areálu ZD „A“, ze kterého probíhal odečet.



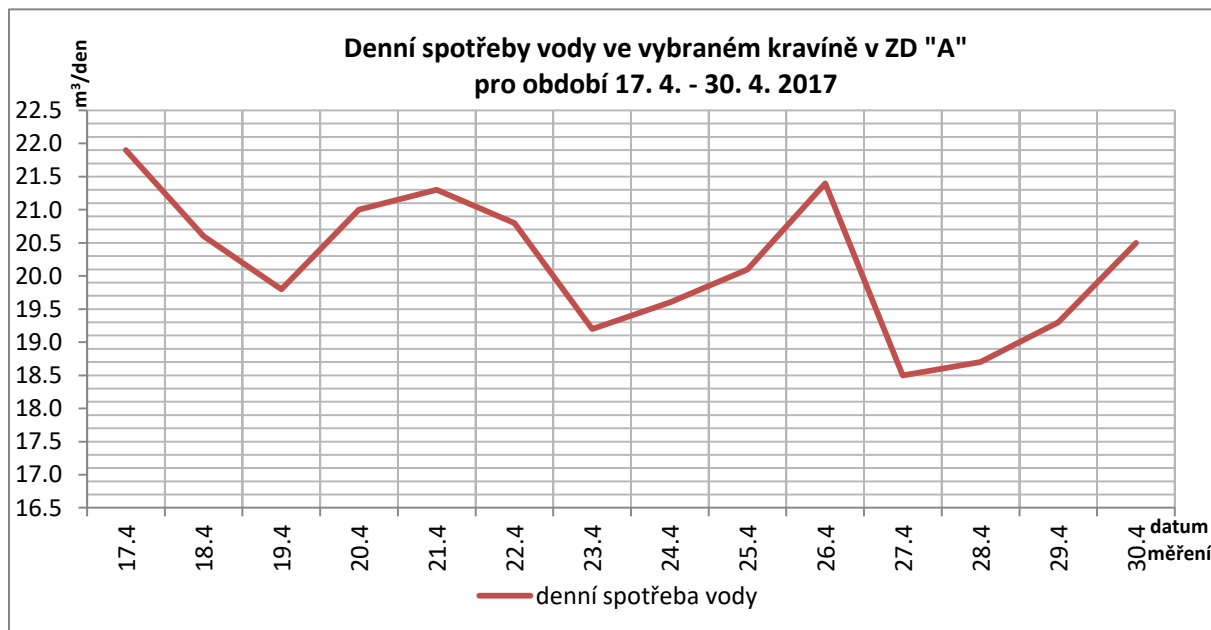
Obr. 4.6 Umístění vodoměru v areálu ZD "A"

Z měření byla sestavena následující **Tab. 4.5**, která obsahuje denní spotřeby vody po dobu čtrnácti dnů.

Tab. 4.5 Měření denní spotřeby vody v ZD "A"

datum měření	Q_d [m ³ /den]
17. 4. 2017	21,9
18. 4. 2017	20,6
19. 4. 2017	19,8
20. 4. 2017	21,0
21. 4. 2017	21,3
22. 4. 2017	20,8
23. 4. 2017	19,2
24. 4. 2017	19,6
25. 4. 2017	20,1
26. 4. 2017	21,4
27. 4. 2017	18,5
28. 4. 2017	18,7
29. 4. 2017	19,3
30. 4. 2017	20,5

Obr. 4.7 znázorňuje naměřené denní spotřeby. Maximální denní spotřeba byla naměřena 17. 4. 2017 a měla hodnotu **21,9 m³/den**. Minimální denní spotřeba – **18,5 m³/den** (27. 4. 2017). Průměrná denní spotřeba vody za měřené období byla **20,2 m³/den**.



Obr. 4.7 Denní spotřeba vody ve vybraném kravíně ZD "A" pro období 17. 4. - 30. 4. 2017

4.2 VÝROBNĚ OBCHODNÍ DRUŽSTVO KADOV

4.2.1 Informace o družstvu

Tab. 4.6 Přehledná tabulka s informacemi o VOD Kadov

Název ZD	Výrobně obchodní družstvo Kadov	
Lokalita	Jihočeský kraj, okres Strakonice	
Počet K.Ú., kde ZD hospodaří.	15	
Činnost ZD	zemědělská výroba, bioplynová stanice	
Velikost zemědělské plochy	orná	1060 ha
	travní	400 ha
Počet zaměstnanců	23	
Živočišná produkce	telata	130 kusů
	jalovice	130 kusů
	dojnice	250 kusů
Zdroje vody	vlastní zdroj (studny, vrty)	
Zvýhodněná cena vody od dodavatele	Ano/Ne	Důvod
	Ne	Zemědělské družstvo má vlastní zdroje vody. Cena je složena z vlastních nákladů (elektřina) a z poplatku státu (3 Kč za 1 m ³).
Další informace o ZD	V roce 2011 byl uzavřen chov prasat. Chov byl uzavřen z důvodu špatného stavu vepřína. Družstvo do roku 2011 chovalo zhruba 250 ks prasat. V roce 2012 byla postavena bioplynová stanice. Družstvo nezavádí žádná opatření na šetření s vodou (náklady na vodu jsou nízké). Předseda družstva je pan Bc. Karel Dobřemysl, který mi poskytl potřebné informace k bakalářské práci.	

4.2.2 Cena vody v družstvu

Výrobně obchodní družstvo Kadov (dále jen VOD Kadov) odebírá vodu z vlastních zdrojů. Jako vlastní zdroje využívá hlavně studny a vrty, pro účely bioplynové stanice využívá také vodu z místního rybníka. Cena vody ve VOD Kadov se skládá z vlastních nákladů a z poplatku státu. Vlastní náklady, zejména náklady na elektřinu, jsou také nízké. VOD Kadov využívá elektřinu z bioplynové stanice. Bioplynová stanice byla postavena v roce 2012, můžeme tedy sledovat i mírný pokles ceny vody od roku 2012. Poplatek státu je už dlouhou dobu neměnný a je to 3 Kč za 1 m³ vody.

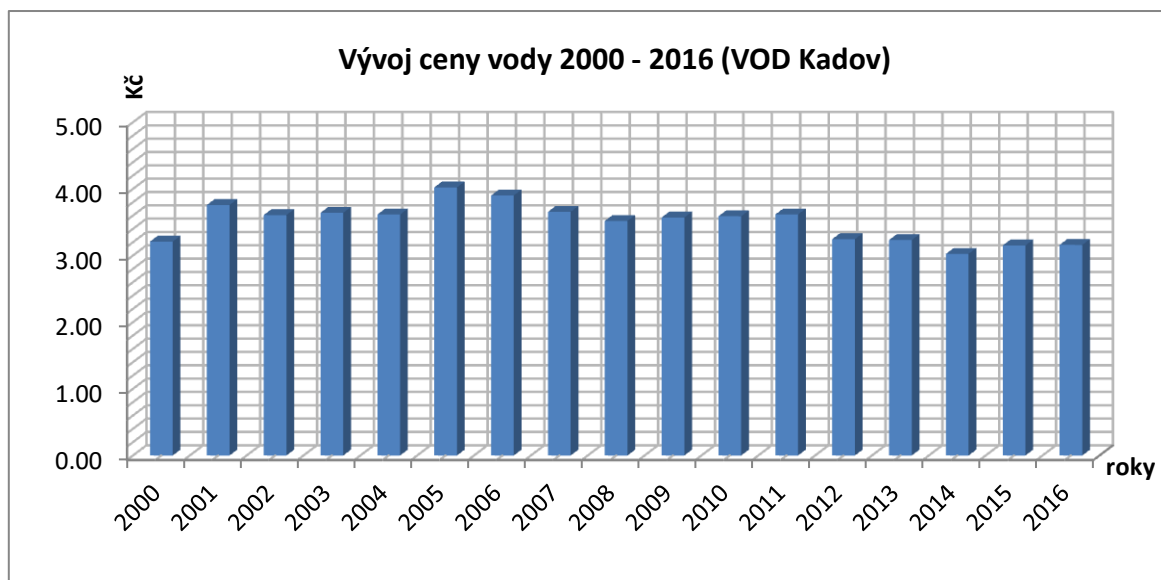
Ve spotřebě vody od roku 2000 do roku 2016 jsou patrné rozdíly. Největší rozdíl spotřeby vody je po roce 2011. Důvodem je uzavření chovu prasat, z důvodu špatného stavu vepřína.

V následující **Tab. 4.7** jsou uvedeny ceny vody, roční spotřeby vody a celkové náklady za vodu pro období 2000 – 2016. Všechny uvedené ceny jsou včetně DPH.

Tab. 4.7 Přehledná tabulka ceny vody, spotřeby vody a celkových nákladů (VOD Kadov)

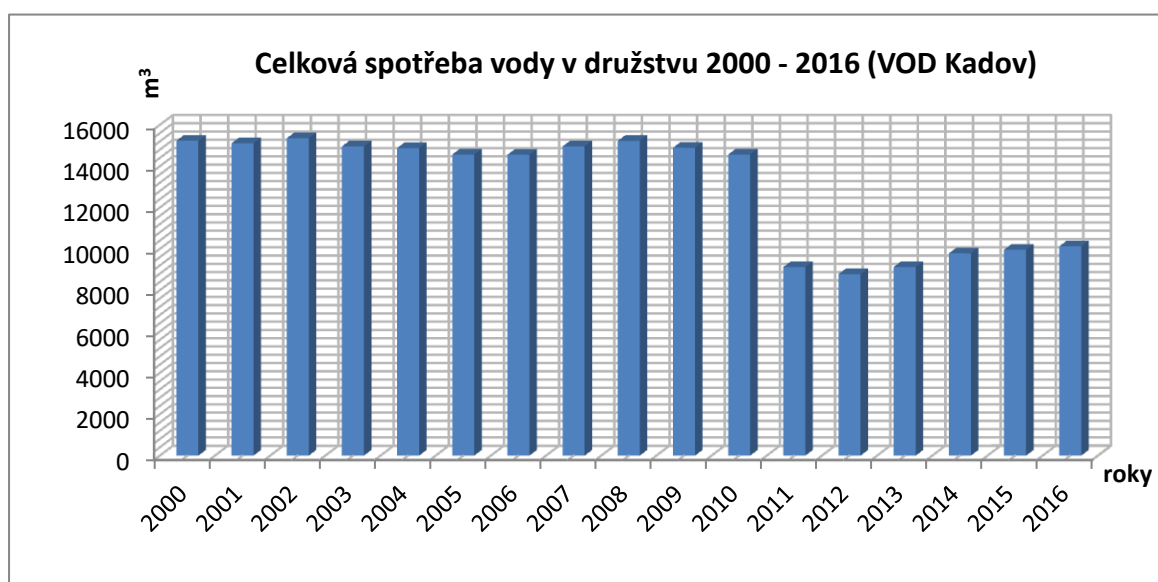
rok	cena vody včetně DPH [Kč/m ³]	spotřeba vody [m ³ /rok]	celkové náklady za vodu včetně DPH [Kč/rok]
2000	3,21	15236	48 900
2001	3,76	15112	56 800
2002	3,61	15356	55 400
2003	3,64	14963	54 500
2004	3,62	14879	53 800
2005	4,02	14568	58 600
2006	3,90	14559	56 800
2007	3,66	14963	54 700
2008	3,52	15230	53 600
2009	3,57	14896	53 200
2010	3,59	14568	52 300
2011	3,62	9125	33 000
2012	3,25	8780	28 500
2013	3,23	9125	29 500
2014	3,02	9786	29 600
2015	3,15	9963	31 400
2016	3,16	10126	32 000

Na **Obr. 4.8** je zobrazen vývoj ceny vody ve VOD Kadov během let 2000 – 2016. Vývoj ceny vody zaznamenal mírný pokles po roce 2011. Důvodem je výstavba bioplynové stanice v roce 2012. Snížily se náklady na elektřinu.



Obr. 4.8 Vývoj ceny vody 2000 - 2016 (VOD Kadov)

Na **Obr. 4.9** můžeme vidět celkovou spotřebu vody ve VOD Kadov během let 2000 – 2016. Po roce 2010 můžeme pozorovat pokles spotřeby vody. Důvodem poklesu je zrušení chovu prasat v roce 2011.



Obr. 4.9 Celková spotřeba vody v družstvu 2000 - 2016 (VOD Kadov)

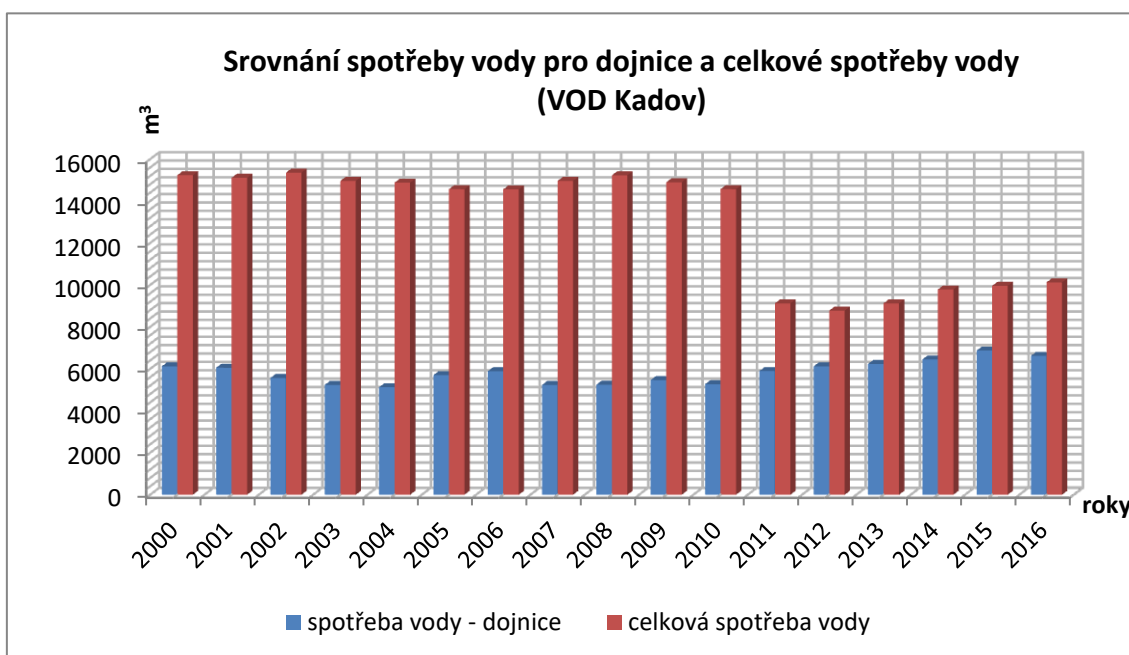
4.2.3 Počet dojnic a jejich spotřeba

Tab. 4.8 Počet dojnic, spotřeba vody a celková spotřeba vody, náklady za vodu - dojnice a celkové náklady za vodu (VOD Kadov)

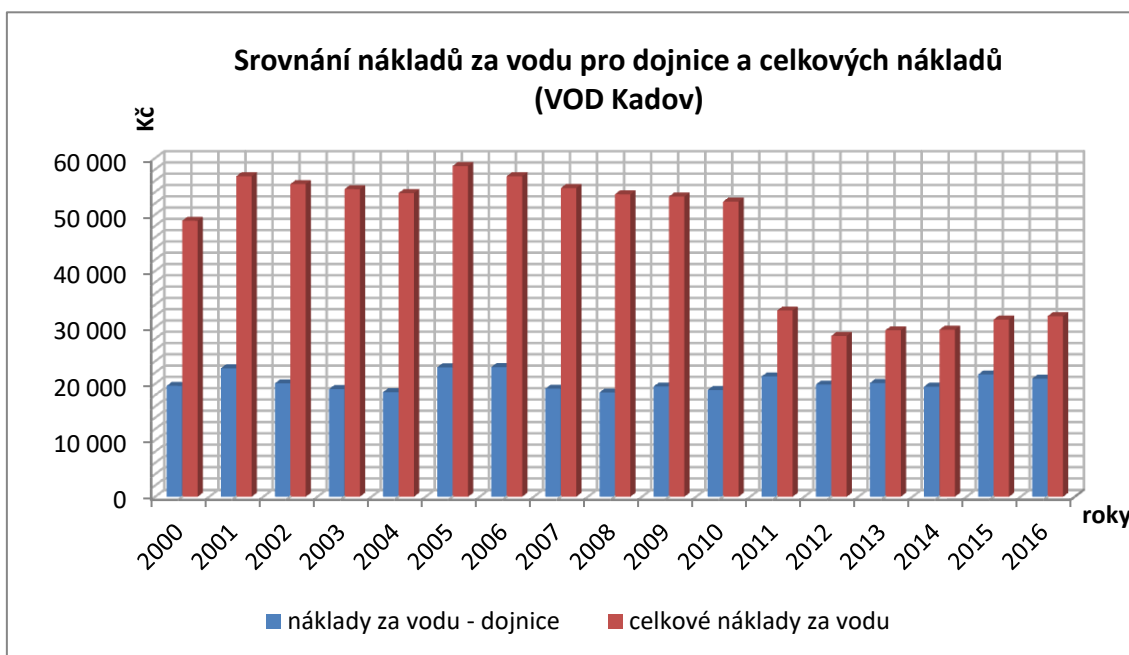
rok	počet dojnic [ks]	spotřeba vody - dojnice [m ³ /rok]	spotřeba vody - celková [m ³ /rok]	náklady za vodu – dojnice [Kč/rok]	náklady za vodu – celkové [Kč/rok]
2000	336	6123	15236	19 652	48 900
2001	345	6056	15112	22 762	56 800
2002	321	5569	15356	20 091	55 400
2003	289	5236	14963	19 071	54 500
2004	298	5126	14879	18 535	53 800
2005	304	5703	14568	22 940	58 600
2006	356	5890	14559	22 979	56 800
2007	314	5236	14963	19 141	54 700
2008	296	5248	15230	18 470	53 600
2009	289	5469	14896	19 532	53 200
2010	302	5269	14568	18 916	52 300
2011	326	5896	9125	21 323	33 000
2012	320	6123	8780	19 875	28 500
2013	286	6234	9125	20 154	29 500
2014	260	6450	9786	19 510	29 600
2015	265	6874	9963	21 665	31 400
2016	250	6623	10126	20 930	32 000

Ve VOD Kadov se využívá voda nejvíce na chov zemědělských zvířat. VOD Kadov chová několik druhů zvířat (telata, jalovice a dojnice). Následující dva obrázky (**Obr. 4.10** a **Obr. 4.11**) znázorňují celkovou spotřebu vody a množství vody, které spotřebují dojnice.

Zbývající část z celkové spotřeby vody se využívá na chov ostatních zvířat v družstvu, již výše uvedený výčet. Dále se voda v družstvu využívá na čištění zemědělských strojů, aut a na údržbu areálu. Je zde zahrnuta i spotřeba vody pro zaměstnance (sociální zařízení, sprchy).



Obr. 4.10 Srovnání spotřeby vody pro dojnice a celkové spotřeby vody (VOD KadoV)



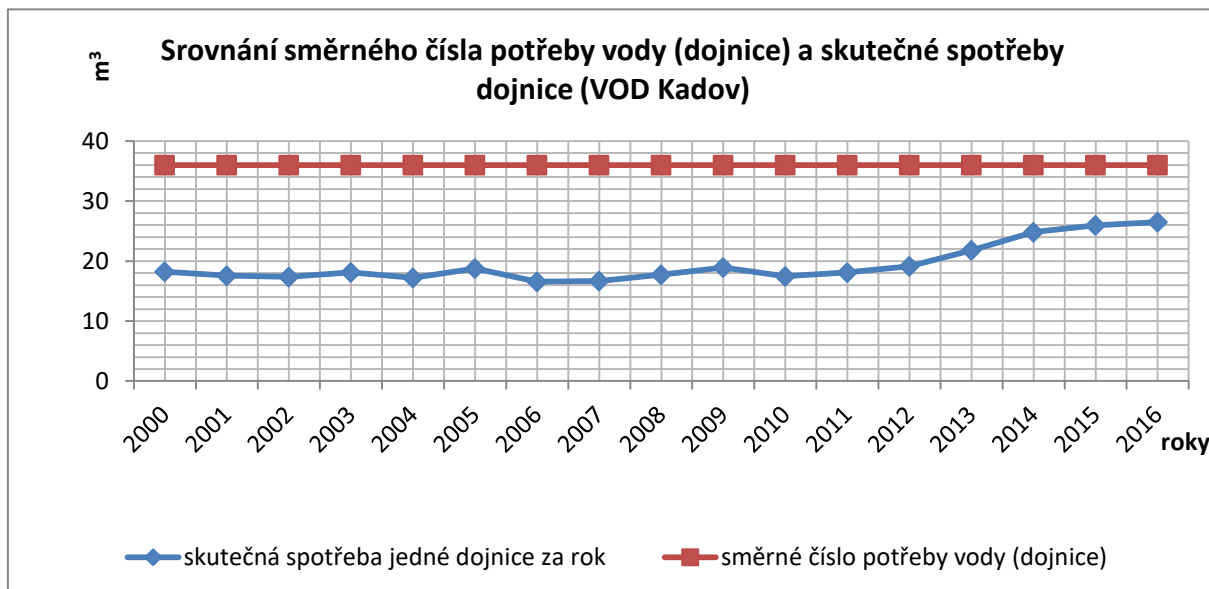
Obr. 4.11 Srovnání nákladů za vodu a celkových nákladů (VOD KadoV)

Spotřeba vody jedné dojnice ve VOD Kadov je doložena v následující **Tab. 4.9**. Hodnota se během let 2000 – 2016 měnila, má mírně rostoucí tendenci. Současná hodnota roční spotřeby je zhruba 26,5 m³/rok. Směrné číslo potřeby vody dojnice uvedené v příloze č. 12 Vyhlášky č. 120/2011 Sb. Je 36 m³/rok. Spotřeby dojnic ve VOD Kadov jsou tedy vždy nižší než číslo uvedené ve vyhlášce. [7]

Tab. 4.9 Počet dojnic, spotřeba vody jedné dojnice a náklady za vodu - jedna dojnice (VOD Kadov)

rok	počet dojnic [ks]	spotřeba vody jedné dojnice [m ³ /rok]	náklady za vodu – jedna dojnice [Kč/rok]
2000	336	18,22	58
2001	345	17,55	66
2002	321	17,35	63
2003	289	18,12	66
2004	298	17,20	62
2005	304	18,76	75
2006	356	16,54	65
2007	314	16,68	61
2008	296	17,73	62
2009	289	18,92	68
2010	302	17,45	63
2011	326	18,09	65
2012	320	19,13	62
2013	286	21,80	70
2014	260	24,81	75
2015	265	25,94	82
2016	250	26,49	84

Obr. 4.12 srovnává směrné číslo potřeby vody dojnice z přílohy č. 12. Vyhlášky č. 120/2011 Sb. ($36 \text{ m}^3/\text{rok}$) a spotřebu vody pro dojnici ve VOD Kadov od roku 2000 do roku 2016. [7]



Obr. 4.12 Srovnání směrného čísla potřeby vody (dojnice) a skutečné potřeby dojnice (VOD Kadov)

4.2.4 Měření denní spotřeby vody ve VOD Kadov

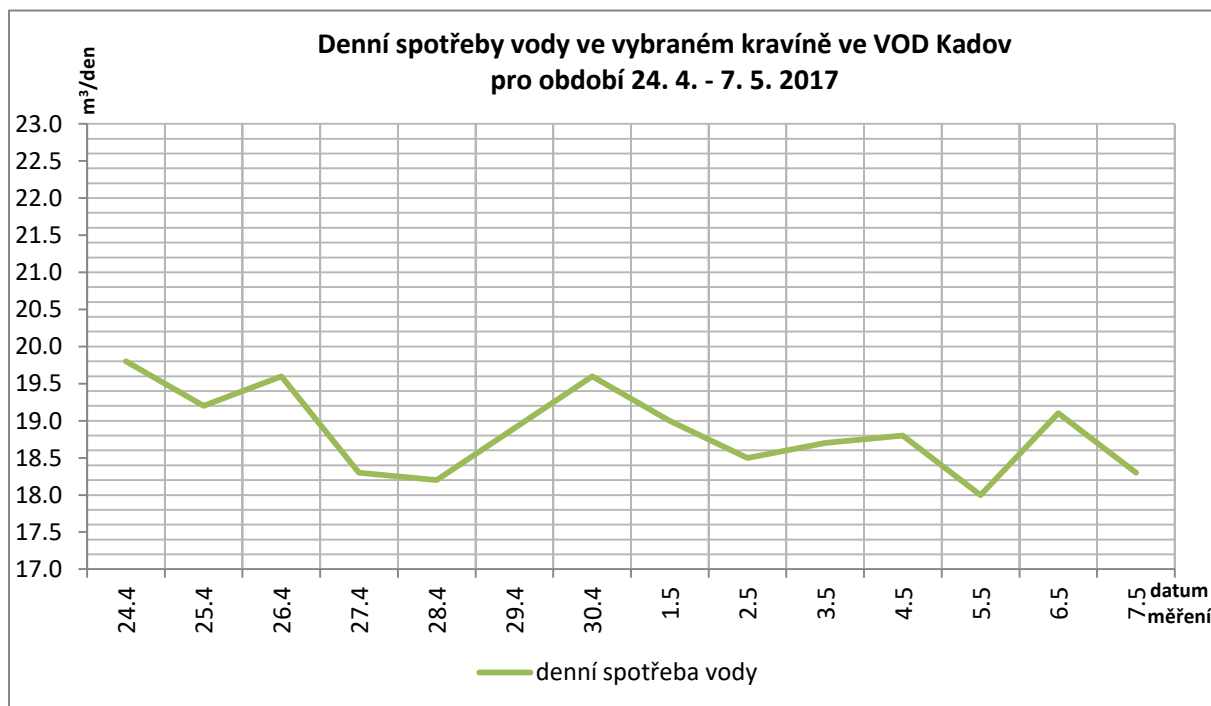
Ve VOD Kadov bylo po dobu čtrnácti dnů provedeno měření pomocí odečtu ze stávajícího vodoměru. Měření probíhalo každý den od 24. 4. do 7. 5. 2017 a bylo realizováno ve vybraném kravíně, kde se chová 250 kusů dojnic. Odečet byl prováděn z vodoměru, nacházejícího se nedaleko areálu kravína. VOD Kadov si nepřálo zveřejnit fotografii umístění vodoměru.

Měření můžeme vidět zpracované v následující **Tab. 4.10**. V tabulce je uvedena vždy hodnota denní spotřeby vody pro období čtrnácti dnů.

Tab. 4.10 Měření denní spotřeby vody ve VOD Kadov

datum	Q_d [m ³ /den]
24. 4. 2017	19,8
25. 4. 2017	19,2
26. 4. 2017	19,6
27. 4. 2017	18,3
28. 4. 2017	18,2
29. 4. 2017	18,9
30. 4. 2017	19,6
1. 5. 2017	19,0
2. 5. 2017	18,5
3. 5. 2017	18,7
4. 5. 2017	18,8
5. 5. 2017	18,0
6. 5. 2017	19,1
7. 5. 2017	18,3

Následující **Obr. 4.13** znázorňuje průběh měření. Maximální hodnota spotřeby vody v měřeném období byla **19,8 m³/den** (24. 4. 2017). Minimální hodnota – **18,0 m³/den** (5. 5. 2017). Průměrná hodnota denní spotřeby vody po celou dobu měření byla **18,9 m³/den**.



Obr. 4.13 Denní spotřeba vody ve vybraném kravině ve VOD Kadov pro období 24. 4. - 7. 5. 2017

4.3 ZEMĚDĚLSKÉ DRUŽSTVO BĚLČICE

4.3.1 Informace o družstvu

Tab. 4.11 Přehledná tabulka s informacemi o ZD Bělčice

Název ZD	Zemědělské družstvo Bělčice	
Lokalita	Jihočeský kraj, okres Strakonice	
Počet K.Ú., kde ZD hospodaří.	9 (Bělčice, Záhrobí, Tisov, Újezdec, Závišín, Hornosín, Hostišovice, Podruhlí, Drahenický Málkov)	
Činnost ZD	Chov skotu a prasat, rostlinná výroba, bioplynová stanice	
Velikost zemědělské plochy	orná	1400 ha
	travní	500 ha
Počet zaměstnanců	70	
Živočišná produkce	býci	350 kusů
	jalovice	440 kusů
	prasnice	172 kusů
	ostatní prasata	1956 kusů
	dojnice	510 kusů
Zdroje vody	vlastní zdroj v každém areálu	
Zvýhodněná cena vody od dodavatele	Ano/Ne	Důvod
	Ne	Zemědělské družstvo má vlastní zdroje vody. Cena je složena z vlastních nákladů (elektřina) a z poplatku státu (3 Kč za 1 m ³).
Další informace o ZD	V roce 2005 byl rozšířen chov prasat (zhruba o 1000 kusů). Zvýšila se tedy spotřeba vody. V roce 2010 byla postavena bioplynová stanice. ZD se snaží šetřit s vodou (např. voda na postřik se bere z rybníků). V případě sucha je v ZD zakázáno mýt techniku. Předseda družstva je pan Ing. František Vrbský. Informace pro bakalářskou práci mi poskytl pan Karel Zeman (agronom).	

4.3.2 Cena vody v družstvu

Zemědělské družstvo Bělčice (dále jen ZD Bělčice) odebírá vodu z vlastních zdrojů (studny a vrty). Cena vody v ZD Bělčice se tvoří z vlastních nákladů a poplatku státu. Poplatek státu je 3 Kč za 1 m³, vlastní náklady jsou hlavně za elektřinu. Družstvo ji využívá především pro provoz čerpadel. Cena za elektřinu není vysoká, protože družstvo využívá elektřinu z bioplynové stanice. Bioplynová stanice byla v družstvu postavena v roce 2010. Od té doby se náklady za elektřinu snížily.

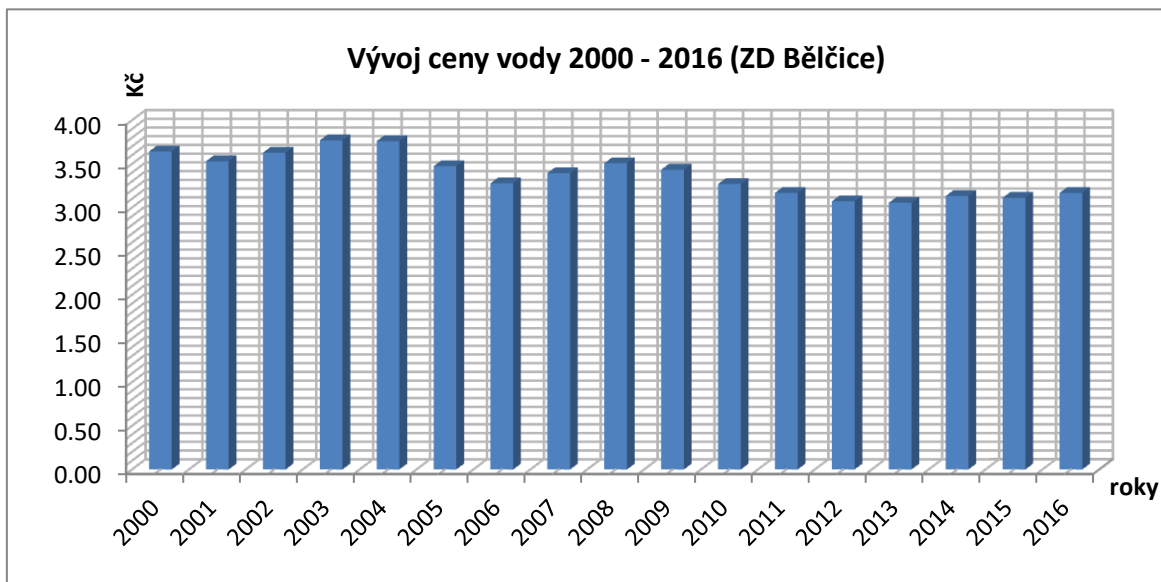
Spotřeba vody během let 2000 – 2016 má mírně rostoucí tendenci. Výraznější nárůst spotřeby vody je vidět v roce 2005. Důvodem zvýšení spotřeby vody je rozšíření chovu prasat. Chov prasat byl rozšířen zhruba o 1000 kusů. Roční spotřeba se po rozšíření chovu zvedla zhruba o 10 000 m³.

V následující **Tab. 4.12** jsou uvedeny ceny vody, roční spotřeby vody a celkové náklady za vodu pro období 2000 – 2016. Všechny uvedené ceny jsou včetně DPH.

Tab. 4.12 Přehledná tabulka ceny vody, spotřeby vody a celkových nákladů (ZD Bělčice)

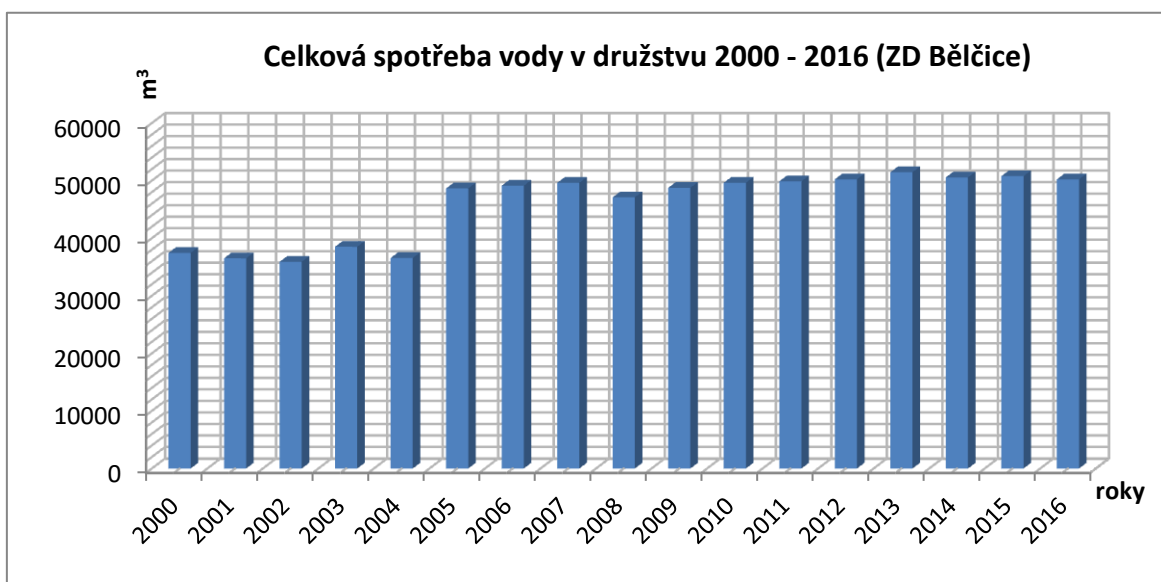
rok	cena vody včetně DPH [Kč/m ³]	spotřeba vody [m ³ /rok]	celkové náklady za vodu včetně DPH [Kč/rok]
2000	3,64	37450	136 400
2001	3,53	36511	128 900
2002	3,63	35890	130 200
2003	3,77	38520	145 200
2004	3,76	36562	137 500
2005	3,47	48653	169 000
2006	3,28	49120	161 000
2007	3,39	49616	168 400
2008	3,51	47102	165 200
2009	3,43	48750	167 400
2010	3,27	49630	162 300
2011	3,17	49877	158 000
2012	3,07	50234	154 300
2013	3,06	51456	157 200
2014	3,13	50564	158 400
2015	3,11	50784	158 000
2016	3,17	50230	159 100

Na **Obr. 4.14** je znázorněn vývoj ceny vody v ZD Bělčice během let 2000 – 2016. Cena vody se po roce 2010 o něco snížila. Důvodem je výstavba bioplynové stanice, díky které se snížily náklady na elektřinu.



Obr. 4.14 Vývoj ceny vody 2000 - 2016 (ZD Bělčice)

Na **Obr. 4.15** můžeme vidět celkovou spotřebu vody v ZD Bělčice během let 2000 – 2016. V roce 2005 je vidět nárůst spotřeby vody z důvodu rozšíření chovu prasat.



Obr. 4.15 Celková spotřeba vody v družstvu 2000 - 2016 (ZD Bělčice)

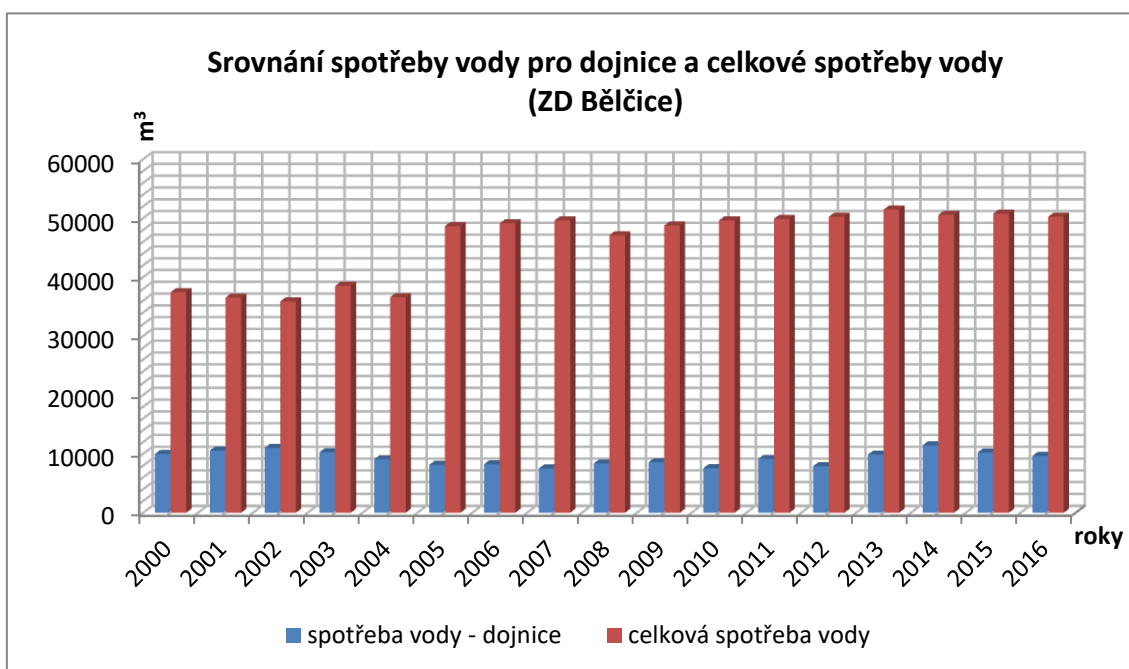
4.3.3 Počet dojnic a jejich spotřeba

Tab. 4.13 Počet dojnic, spotřeba vody dojnic a celková spotřeba vody, náklady za vodu - dojnice a celkové náklady za vodu (ZD Bělčice)

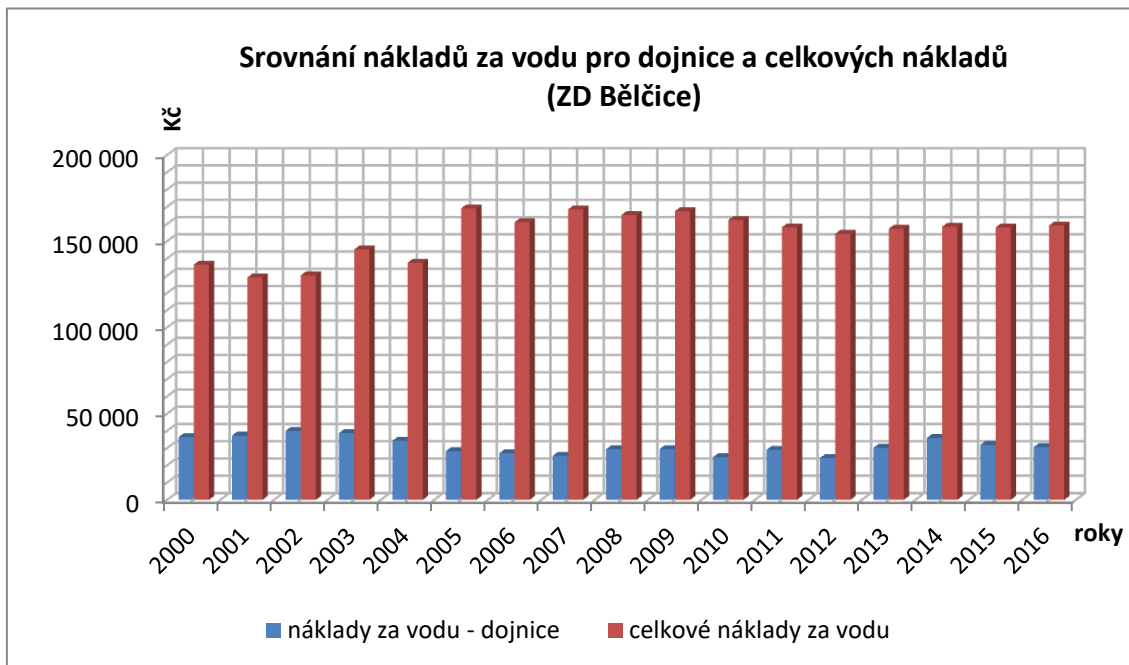
rok	počet dojnic [ks]	spotřeba vody - dojnice [m ³ /rok]	spotřeba vody - celková [m ³ /rok]	náklady za vodu – dojnice [Kč/rok]	náklady za vodu – celkové [Kč/rok]
2000	654	9980	37450	36 349	136 400
2001	650	10562	36511	37 289	128 900
2002	687	11005	35890	39 923	130 200
2003	623	10265	38520	38 694	145 200
2004	615	9102	36562	34 230	137 500
2005	602	8123	48653	28 216	169 000
2006	697	8234	49120	26 988	161 000
2007	710	7521	49616	25 527	168 400
2008	653	8365	47102	29 338	165 200
2009	605	8569	48750	29 425	167 400
2010	599	7568	49630	24 749	162 300
2011	571	9145	49877	28 969	158 000
2012	540	7896	50234	24 254	154 300
2013	563	9875	51456	30 168	157 200
2014	515	11456	50564	35 888	158 400
2015	500	10236	50784	31 846	158 000
2016	510	9657	50230	30 588	159 100

V ZD Bělčice se využívá voda nejvíce na chov zemědělských zvířat. V ZD se chová skot (býci, jalovice, dojnice) a prasnice a prasata. Následující dva obrázky (**Obr. 4.16** a **Obr. 4.17**) znázorňují celkovou spotřebu vody v družstvu a množství vody, které spotřebují dojnice.

Zbývající část z celkové spotřeby vody se využívá na chov ostatních zvířat, již výše uvedený výčet. Dále se voda využívá na čištění zemědělských strojů, aut a na údržbu areálu ZD. Je zde zahrnuta i spotřeba vody pro zaměstnance (sociální zařízení, sprchy, stravovací zařízení).



Obr. 4.16 Srovnání spotřeby vody pro dojnice a celkové spotřeby vody (ZD Bělčice)



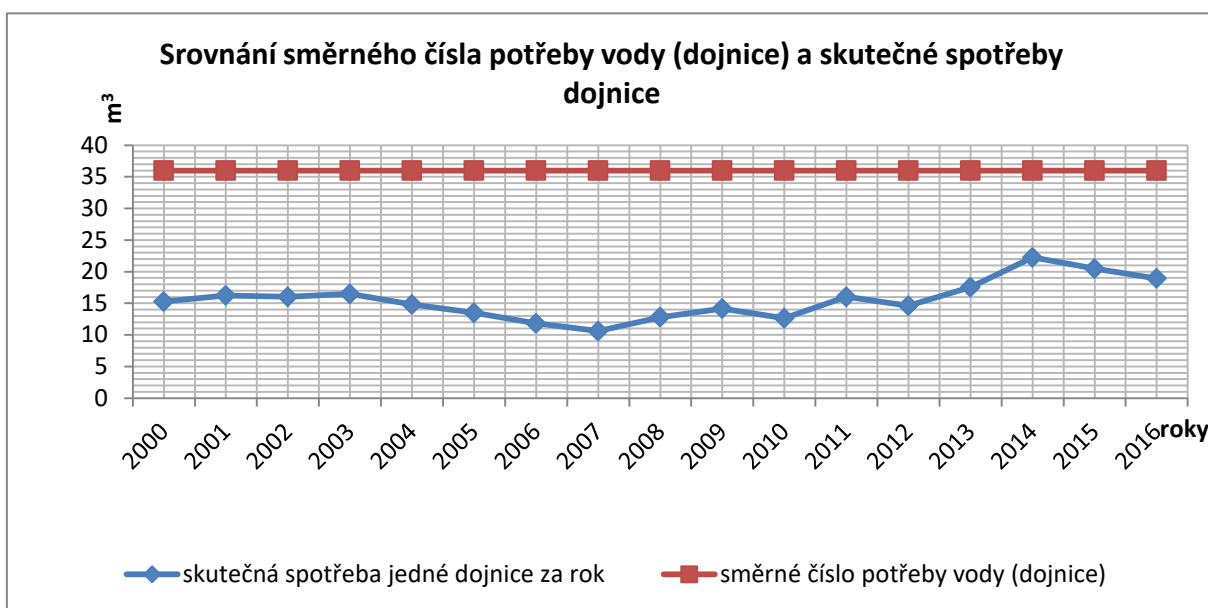
Obr. 4.17 Srovnání nákladů za vodu pro dojnice a celkových nákladů (ZD Bělčice)

Spotřeba vody jedné dojnice v ZD Bělčice je doložena v následující **Tab. 4.14**. Hodnota se během let 2000 – 2016 měnila, má rostoucí tendenci, ovšem během let 2003 – 2007 zaznamenala mírný pokles. Současná roční spotřeba jedné dojnice je zhruba 19 m³/rok. Směrné číslo potřeby vody dojnice uvedené v příloze č. 12 Vyhlášky č. 120/2011 Sb. je 36 m³/rok. Spotřeby dojnic v ZD Bělčice jsou tedy vždy nižší než číslo uvedené ve vyhlášce. [7]

Tab. 4.14 Počet dojnic, spotřeba vody jedné dojnice a náklady za vodu - jedna dojnice (ZD Bělčice)

rok	počet dojnic [ks]	spotřeba vody jedné dojnice [m ³ /rok]	náklady za vodu – jedna dojnice [Kč/rok]
2000	654	15,26	56
2001	650	16,25	57
2002	687	16,02	58
2003	623	16,48	62
2004	615	14,80	56
2005	602	13,49	47
2006	697	11,81	39
2007	710	10,59	36
2008	653	12,81	45
2009	605	14,16	49
2010	599	12,63	41
2011	571	16,02	51
2012	540	14,62	45
2013	563	17,54	54
2014	515	22,24	70
2015	500	20,47	64
2016	510	18,94	60

Obr. 4.18 srovnává směrné číslo potřeby vody pro dojnice z přílohy č. 12 Vyhlášky č. 120/2011 Sb. (36 m³/rok) a potřeby vody pro dojnici v ZD Bělčice od roku 2000 do roku 2016. [7]



Obr. 4.18 Srovnání směrného čísla potřeby vody (dojnice) a skutečné spotřeby dojnice (ZD Bělčice)

4.3.4 Měření denní spotřeby vody v ZD Bělčice

V ZD Bělčice bylo po dobu čtrnácti dnů provedeno měření pomocí odečtu ze stávajícího vodoměru. Měření probíhalo každý den od 25. 4. do 8. 5. 2017 a bylo realizováno ve vybraném kravíně, kde se chová 305 kusů dojníc. Na následujícím obrázku **Obr. 4.18** je vidět vodoměr, na kterém bylo prováděno měření. Je to vodoměr Sensus 420 (vícevtokový mokroběžný vodoměr, D86, 6.131.96).



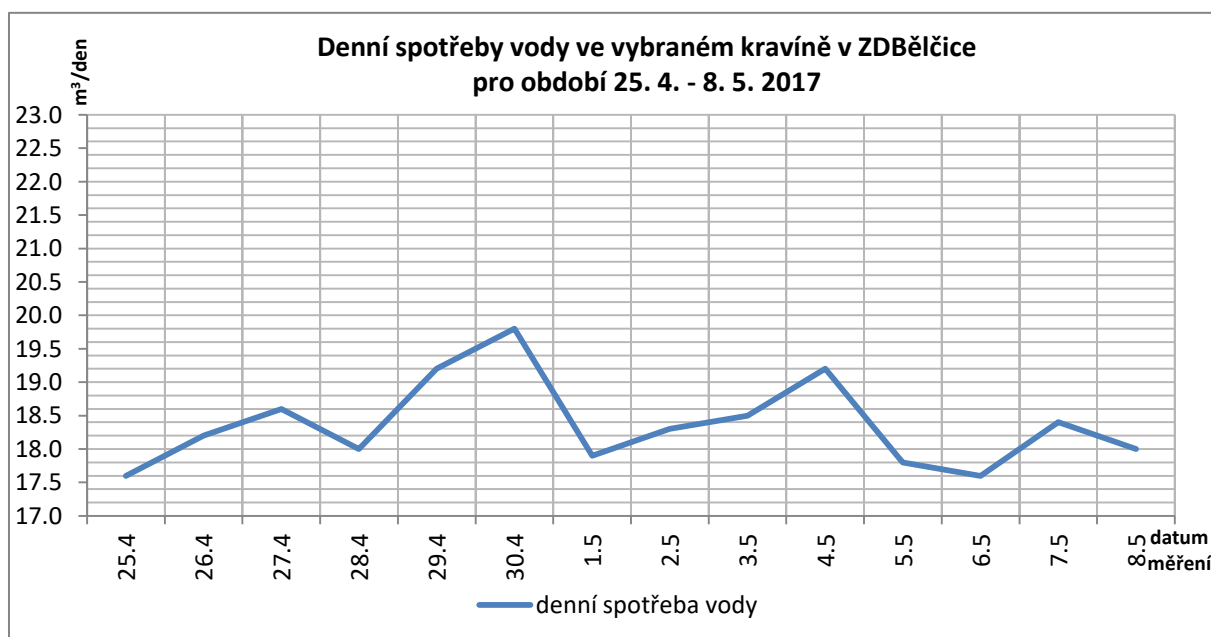
Obr. 4.19 Vodoměr Sensus 420 - ZD Bělčice

Měření je zpracované do následující **Tab. 4.15**. V tabulce jsou jednotlivé dny měření a k nim náležící denní spotřeby vody.

Tab. 4.15 Měření denní spotřeby vody v ZD Bělčice

datum	Q_d [m ³ /den]
25. 4. 2017	17,7
26. 4. 2017	18,2
27. 4. 2017	18,6
28. 4. 2017	18,0
29. 4. 2017	19,2
30. 4. 2017	19,8
1. 5. 2017	17,9
2. 5. 2017	18,3
3. 5. 2017	18,5
4. 5. 2017	19,2
5. 5. 2017	17,8
6. 5. 2017	17,6
7. 5. 2017	18,4
8. 5. 2017	18,0

Obr. 4.20 znázorňuje naměřené denní spotřeby vody. Maximální hodnota denní spotřeby vody byla naměřena dne 30. 4. 2017 (**19,8 m³/den**). Minimální hodnota – 6. 5. 2017 (**17,6 m³/den**). Průměrná hodnota za celou dobu měření je **18,4 m³/den**.



Obr. 4.20 Denní spotřeba vody ve vybraném kravíně v ZD Bělčice pro období 25. 4. - 8. 5. 2017

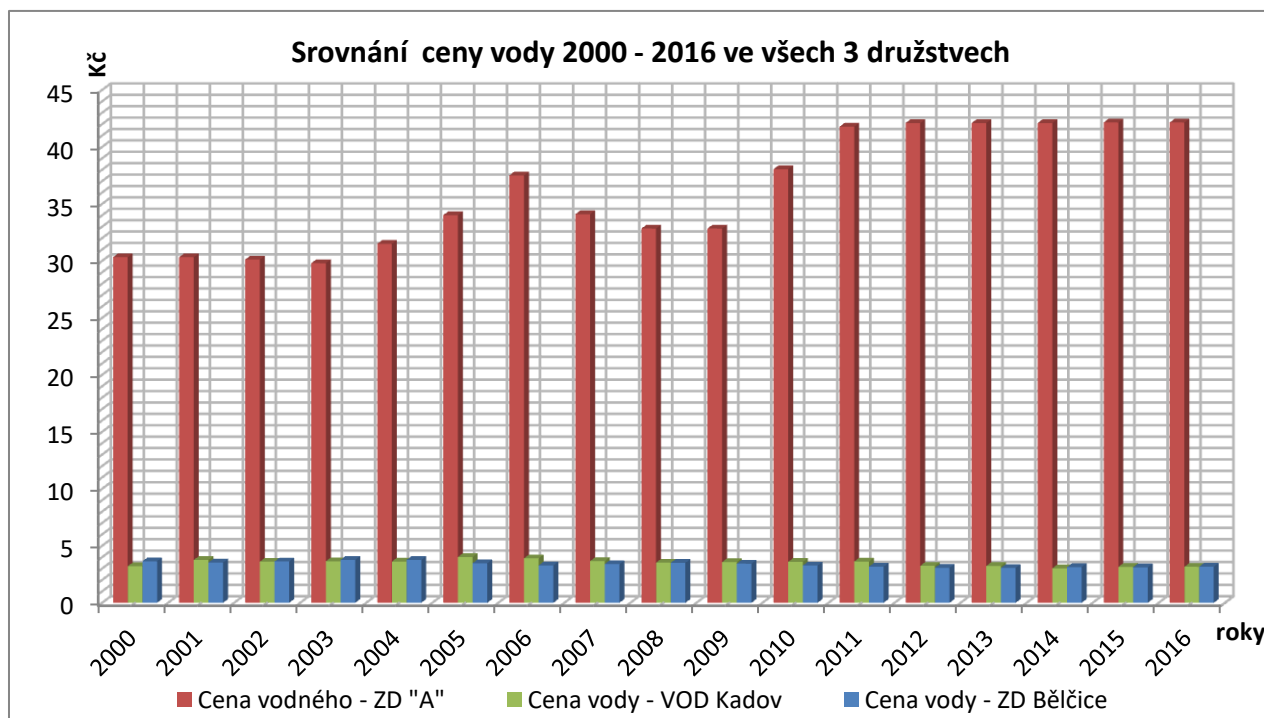
4.4 SROVNÁNÍ ZD „A“, VOD KADOV, ZD BĚLČICE

Následující tři podkapitoly porovnávají výsledky (spotřeba vody, ceny vody, spotřeba jedné dojnice atd.) zjištěné v jednotlivých zemědělských družstvech. Každé družstvo má jiné podmínky provozování, různý typ a počet chovaných zvířat a různé ceny vody.

Sledovaná zemědělská družstva se nachází ve stejném kraji (Jihočeském) a stejném okrese (Strakonice). Předpokládá se tedy, že způsob chovu zemědělských zvířat je podobný. Zvířata mají srovnatelné podmínky a podobnou spotřebu vody.

4.4.1 Srovnání ceny vody

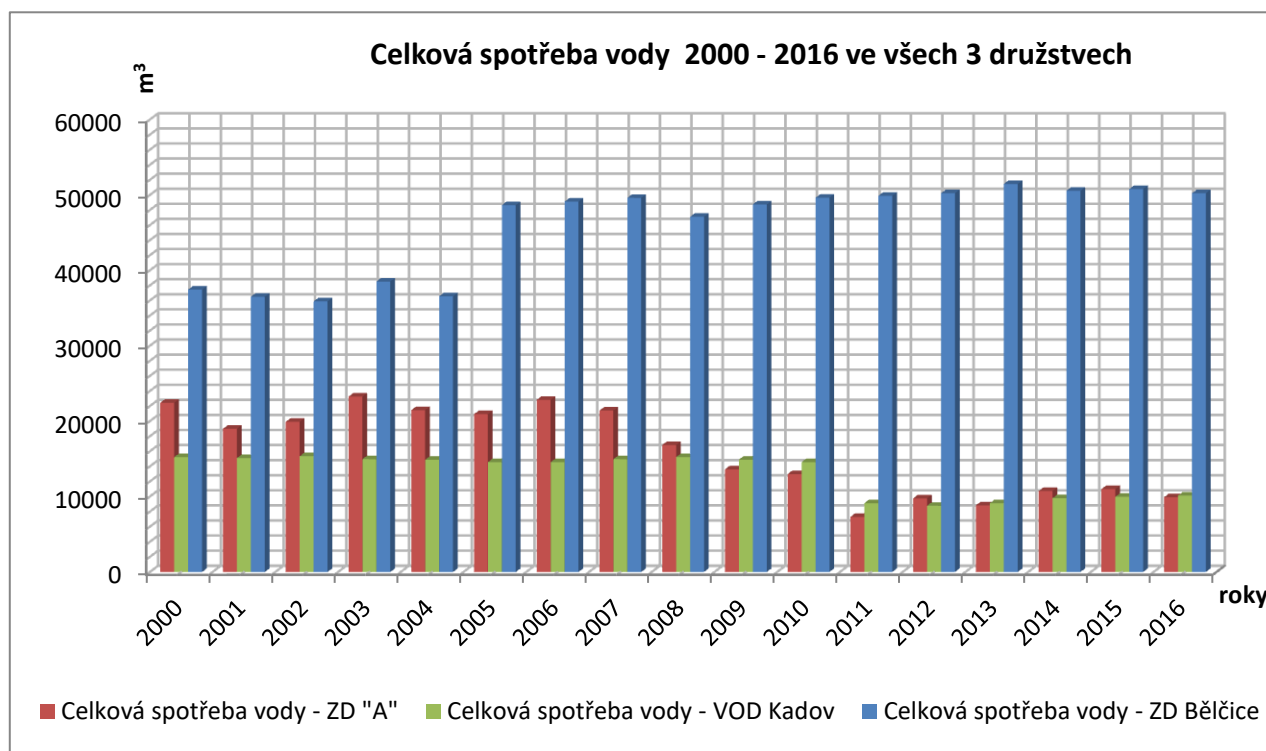
Na **Obr. 4.21** můžeme vidět srovnání cen vody pro všechna tři sledovaná družstva. Je zde vidět výrazný rozdíl v ceně vody mezi ZD „A“ a družstvy Kadov a Bělčice. ZD „A“ získává, jako jediné ze zkoumaných družstev, vodu z veřejných vodovodů. Cena vody je tedy výrazně vyšší než ve dvou zbývajících družstvech. VOD Kadov a ZD Bělčice získávají vodu z vlastních zdrojů, cena vody je tedy výrazně nižší než v ZD „A“.



Obr. 4.21 Srovnání ceny vody 2000 - 2016 ve všech 3 družstvech

4.4.2 Srovnání celkové spotřeby vody

Celková spotřeba vody ve sledovaných družstvech je odlišná hlavně z důvodu různého počtu a různých druhů chovaných zvířat. Ve ZD „A“ a VOD Kadov je celková spotřeba vody podobná (je zde podobný počet chovaných zvířat). V ZD Bělčice je spotřeba vody výrazně vyšší z důvodu vyššího počtu chovaných zvířat. Příložený **Obr. 4.22** porovnává spotřebu vody ve všech sledovaných družstvech.

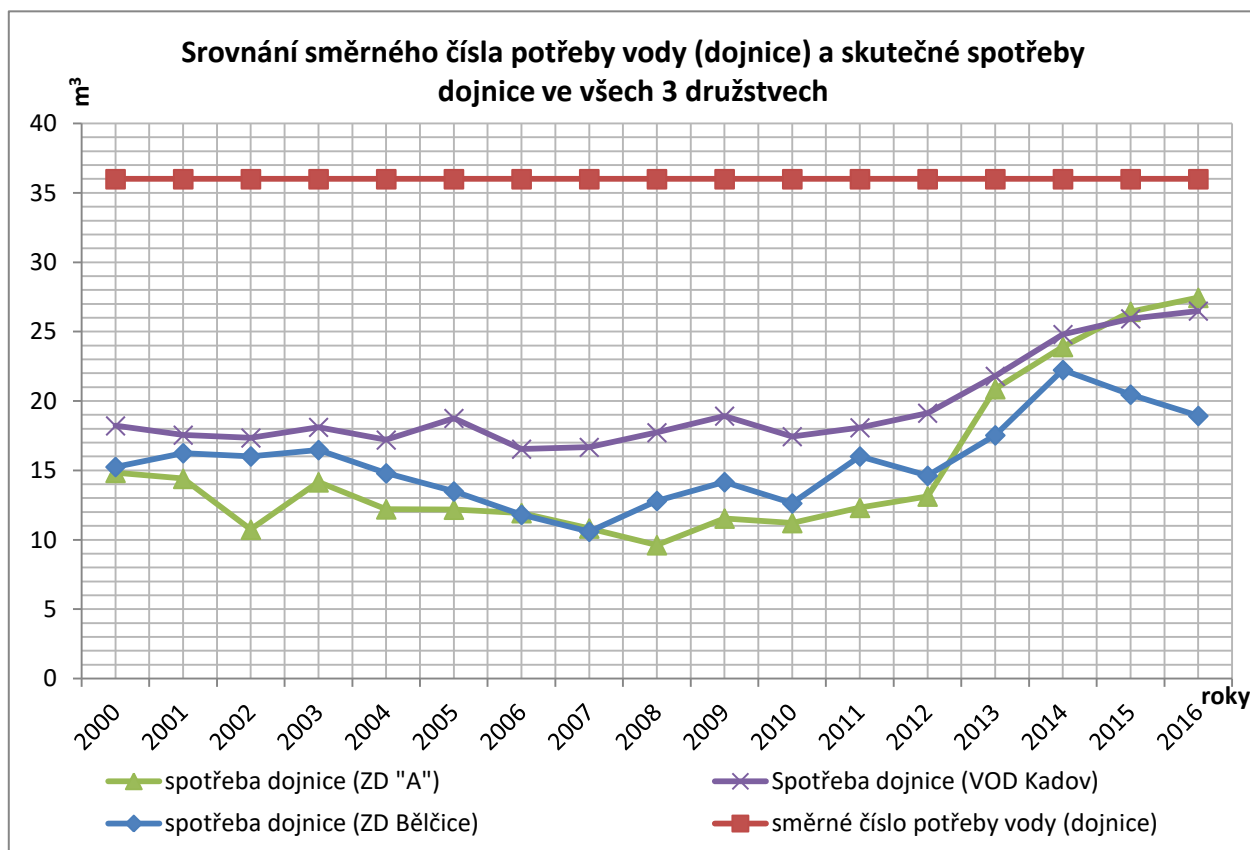


Obr. 4.22 Celková spotřeba vody 2000 - 2016 ve všech 3 družstvech

4.4.3 Srovnání směrného čísla a skutečné spotřeby dojnice

Skutečná spotřeba dojnic ve všech sledovaných družstvech je srovnatelná, a ani v jedné z uvedených hodnot není vyšší než hodnota uvedená ve vyhlášce ($36 \text{ m}^3/\text{rok}$). Po zprůměrování všech hodnot ve všech sledovaných družstvech dostaneme průměrnou hodnotu spotřeby vody jedné dojnice ($16,7 \text{ m}^3/\text{rok}$). Průměrná hodnota spotřeby dojnic pro rok 2016 je $24,3 \text{ m}^3/\text{rok}$.

Po provedené analýze spotřeby vody ve sledovaných družstvech je možné pro výpočty uvažovat nižší spotřeby vody než uvádí příloha č. 12 Vyhlášky č. 120/2011 Sb.



Obr. 4.23 Srovnání směrného čísla potřeby vody (dojnice) a skutečné spotřeby dojnice ve všech 3 družstvech

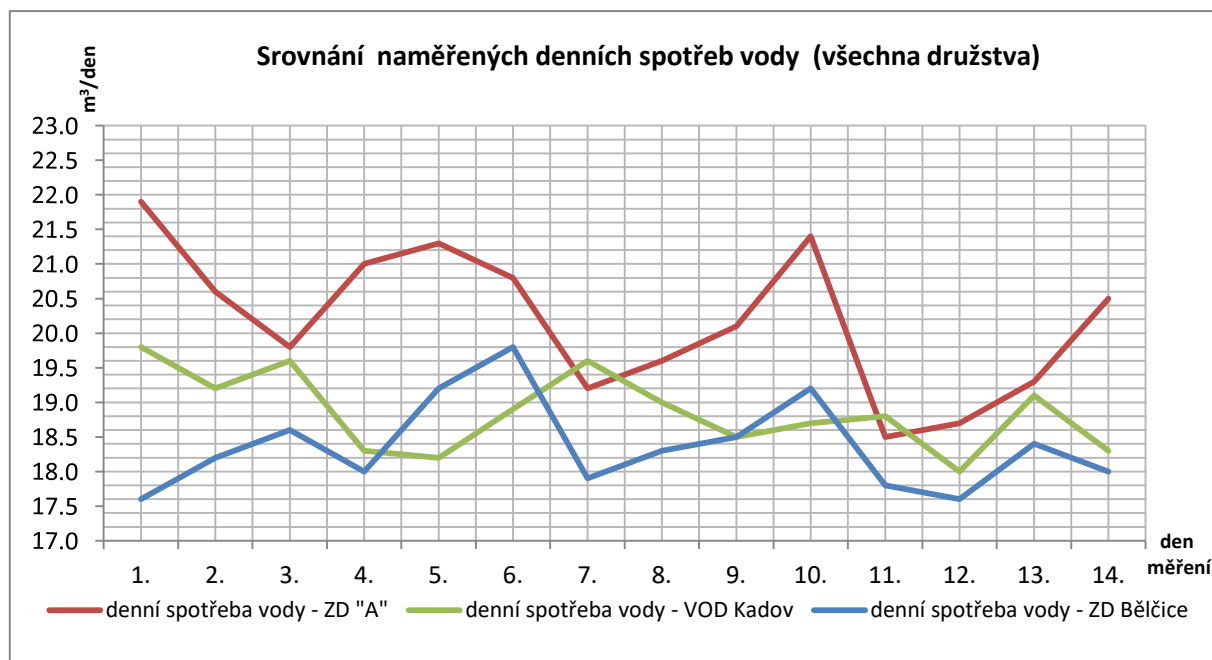
4.4.4 Srovnání naměřených hodnot ve vybraných kravínech

Příložený **Obr. 4.24** porovnává všechna tři měření. V kravíně v ZD „A“ bylo 244 kusů dojníc, ve VOD Kadov 250 kusů dojníc a v ZD Bělčice 305 kusů dojníc. Jednotlivé počty dojníc se liší, zejména v ZD Bělčice, tam je nejvyšší počet dojníc. V porovnání jsou vidět podobné denní spotřeby vody, a to i v ZD Bělčice, kde je zhruba o 50 kusů dojníc víc. Navzdory největší počtu dojníc (305 kusů) jsou naměřené denní spotřeby vody nejnižší. Můžeme tedy říct, že v ZD Bělčice nejšetrněji hospodaří s vodou. Zbývá dvě družstva (ZD „A“ a VOD Kadov) mají velmi podobný počet dojníc v kravínech a i podobnou spotřebu vody, dá se říct, že hospodaří velice podobně.

Po přepočtu spotřeby vody na jeden kus dojnice vychází průměrná hodnota spotřeby vody pro jednu dojnici v m^3/rok :

ZD „A“	– 30,2 m^3/rok
VOD Kadov	– 27,5 m^3/rok
ZD Bělčice	– 22,0 m^3/rok

Pro přesnější stanovení spotřeby vody dojníc by bylo třeba delší měření. Měření po dobu dvou týdnů je příliš krátké. Delší měření nebylo možné realizovat z časových důvodů.



Obr. 4.24 Srovnání naměřených spotřeb vody (všechna družstva)

5 ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce s názvem „Spotřeba vody u vybraných subjektů“ bylo provést analýzu spotřeby vody ve třech vybraných zemědělských družstvech (tzn. zjistit ceny vody, celkové spotřeby vody a spotřeby vody dojnic v družstvech).

Teoretická část práce je rozdělena do dvou hlavních kapitol. První kapitola pojednává o potřebě a spotřebě vody a výpočtu těchto veličin. Byl zde také uveden vývoj ceny vodného v České republice pro období po roce 1990 do současnosti. Druhá kapitola se věnovala měření průtoků, rozdělení průtokoměrů a vysvětlení vlastního principu jejich měření. Kapitola přibližovala konkrétní podoby jednotlivých průtokoměrů a uváděla možnosti jejich použití v praxi.

Praktická část práce měla za cíl provést analýzu vybraných zemědělských družstev. Byla vybrána družstva: Zemědělské družstvo „A“ (dále jen ZD „A“, neboť družstvo si nepřálo být jmenováno), Výrobně obchodní družstvo Kadov (dále jen VOD Kadov) a Zemědělské družstvo Bělčice (dále jen ZD Bělčice). Družstva se nacházela ve stejném kraji i okrese a měla podobný způsob chovu zvířat. Předpokládaly se tedy srovnatelné výsledky analýzy.

V rámci každého družstva byla provedena analýza ceny vody, celkové spotřeby vody a spotřeby vody dojnic.

Cena vody se v jednotlivých družstvech lišila. Důvodem byly odlišné zdroje vody. ZD „A“ získávalo vodu z veřejných vodovodů, zatímco VOD Kadov i ZD Bělčice měla vlastní zdroje vody (studny, vrty). V práci jsou uvedeny i náklady družstva za vodu, které jsou značně odlišné. Z výsledků analýzy je zřejmé, že díky vlastním zdrojům vody družstva dokážou ušetřit významné množství financí.

Celková spotřeba vody se v jednotlivých družstvech také lišila. Jedním z důvodů bylo, že ZD Bělčice má výrazně vyšší počet chovaných zvířat než dvě další družstva (ZD „A“ a VOD Kadov), proto i celková spotřeba vody v družstvu byla vyšší. ZD „A“ a VOD Kadov má naopak podobný počet chovaných zvířat, a z tohoto důvodu byla i celková spotřeba vody velmi podobná.

V další kapitole byla analyzována spotřeba vody vztažená na dojnice chované v družstvech. V každém družstvu byla vypočtena spotřeba vody jedné dojnice a ta byla srovnána se směrným číslem spotřeby vody z přílohy č. 12 Vyhlášky č. 120/2011 Sb.

V poslední kapitole bylo provedeno měření spotřeby vody v kravínech jednotlivých družstev. V každém družstvu byl sledován jeden kravín s určitým počtem dojnic. V ZD „A“ to byl kravín s 244 kusy dojnic, ve VOD Kadov kravín s 250 kusy dojnic a v ZD Bělčice kravín s 305 kusy dojnic. Každé měření trvalo čtrnáct dnů a bylo vyhodnoceno do tabulek, kde byl uveden datum měření a k němu náležící denní spotřeba vody. Z časových důvodů nebylo možné provést měření po delší dobu, které by bylo efektivnější a přineslo by přesnější výsledky.

V poslední části práce bylo provedeno porovnání třech výše zmíněných družstev. Výsledkem celé práce bylo tedy srovnání cen vody, celkových spotřeb vody, spotřeb vody jednotlivých dojnic a také provedené měření denních spotřeb v družstvech. Všechny hodnoty spotřeb vody dojnic byly vždy nižší než číslo z vyhlášky, došlo se tedy k závěru, že pro výpočet potřeby vody v zemědělském družstvu ve stejných nebo podobných lokalitách a s podobným způsobem chovu by bylo možné uvažovat hodnoty nižší, než ty uvedené v příloze č. 12 Vyhlášky 120/2011 Sb., nicméně při návrhu sítě je třeba vždy uvažovat horší situaci (vyšší potřebu vody) než je skutečná spotřeba. Je tedy možné, že hodnota ve vyhlášce je uměle navýšena o určitý bezpečnostní koeficient.

POUŽITÁ LITERATURA

- [1] TUHOVČÁK, L. a kol.: *Vodárenství*. Elektronická studijní opora. Brno: VUT v Brně, 2006.
- [2] KRIŠ, Jozef. *Vodárenstvo I: zásobovanie vodou*. Bratislava: Vydavateľstvo STU, 2006. ISBN 80-227-2426-2.
- [3] ĎAĎO, Stanislav, Ludvík BEJČEK a Antonín PLATIL. *Měření průtoků a výšky hladiny*. Praha: BEN - technická literatura, 2005. *Senzory neelektrických veličin*. ISBN 80-7300-156-x.
- [4] *Ročenka SOVAK ČR 2014: Sdružení oboru vodovodu a kanalizací ČR*. Čs. armády 488, 254 01 Jílové u Prahy: nakladatelství a vydavatelství Silvia, 2014.
- [5] ČSN 73 0873. *Požární bezpečnost staveb - Zásobování požární vodou*. Český normalizační institut, 2003.
- [6] *Potřeba vody - koeficienty nerovnoměrnosti*. *Vodovod.info - vodárenský portál* [online]. [cit. 2017-04-01]. Dostupné z: http://www.vodovod.info/index.php/tabulky/217-potreba-vody-koeficienty-nerovnomernosti#.WN_FsvnyhPY
- [7] PŘÍLOHA Č. 12. *Vyhláška č. 120/2011 Sb.* Praha: Tiskárna Ministerstva vnitra, 2011.
- [8] Rychlostní sonda. In: *E-Automatizace: Průřezové průtokoměry* [online]. [cit. 2017-04-01]. Dostupné z: <http://www.e-automatizace.cz/ebooks/mmr/0362.htm>
- [9] Průřezový průtokoměr. In: *Tribológie: Zařízení pro měření kapalin a plynů* [online]. [cit. 2017-04-01]. Dostupné z: <http://www.tribotechnika.sk/tribotechnika-62014/zarizeni-pro-mereni-kapalin-a-plynu.html>
- [10] Kroužkový objemový vodoměr ALTAIR V3. In: *ENBRA: Domovní a průmyslové vodoměry a průtokoměry* [online]. [cit. 2017-04-01]. Dostupné z: <http://www.enbra.cz/produkty/vodomery/domovni-a-prumyslove-vodomery-a-prutokomery>
- [11] SITRANS FUS1010 (Standard). In: *Siemens Global Website: SITRANS FUS1010 (Standard)* [online]. [cit. 2017-04-01]. Dostupné z: <http://w3.siemens.com/mcms/sensor-systems/en/process-instrumentation/flow-measurement/ultrasonic-flow-meter/clamp-on-flow/configurable-systems/pages/sitrans-fus1010-standard.aspx>
- [12] Magneticko-indukční průtokoměr KROHNE OPTIFLUX 2100 s převodníkem IFC 100. In: *JSP Měření a regulace: SITRANS FUS1010 (Standard)* [online]. [cit. 2017-04-01]. Dostupné z: http://www.jsp.cz/cz/sortiment/seznam_dle_kategorii/snimace_prutoku/indukcni_prutokomery/magneticko-indukcni-prutokomer-krone-optiflux-2100-prevodnikem-ifc-100.html

SEZNAM TABULEK

Tab. 2.1 Doporučené hodnoty (empiricky stanovené) koeficientu denní nerovnoměrnosti [6]	5
Tab. 2.2 Hodnoty koeficientu denní nerovnoměrnosti podle historické Směrnice č. 9/1973 [6]	5
Tab. 2.3 Zásady pro rozmístování odběrných míst [5]	7
Tab. 2.4 Roční potřeba vody HOSPODÁŘSKÝCH ZVÍŘAT A DRŮBEŽE [7]	9
Tab. 2.5 Vývoj realizačních cen pro vodné a stočné včetně indexů meziročního růstu cen (včetně DPH) [4]	13
Tab. 4.1 Přehledná tabulka s informacemi o ZD "A"	27
Tab. 4.2 Přehledná tabulka ceny vody, spotřeby vody a celkových nákladů (ZD "A")	28
Tab. 4.3 Počet dojnic, spotřeba vody dojnic a celková spotřeba vody, náklady za vodu – dojnice a celkové náklady za vodu (ZD „A“)	30
Tab. 4.4 Počet dojnic, spotřeba vody jedné dojnice a náklady za vodu - jedna dojnice (ZD "A")	32
Tab. 4.5 Měření denní spotřeby vody v ZD "A"	34
Tab. 4.6 Přehledná tabulka s informacemi o VOD Kadov	36
Tab. 4.7 Přehledná tabulka ceny vody, spotřeby vody a celkových nákladů (VOD Kadov)	37
Tab. 4.8 Počet dojnic, spotřeba vody a celková spotřeba vody, náklady za vodu - dojnice a celkové náklady za vodu (VOD Kadov)	39
Tab. 4.9 Počet dojnic, spotřeba vody jedné dojnice a náklady za vodu - jedna dojnice (VOD Kadov)	41
Tab. 4.10 Měření denní spotřeby vody ve VOD Kadov	43
Tab. 4.11 Přehledná tabulka s informacemi o ZD Bělčice	44
Tab. 4.12 Přehledná tabulka ceny vody, spotřeby vody a celkových nákladů (ZD Bělčice)	45
Tab. 4.13 Počet dojnic, spotřeba vody dojnic a celková spotřeba vody, náklady za vodu - dojnice a celkové náklady za vodu (ZD Bělčice)	47
Tab. 4.14 Počet dojnic, spotřeba vody jedné dojnice a náklady za vodu - jedna dojnice (ZD Bělčice)	49
Tab. 4.15 Měření denní spotřeby vody v ZD Bělčice	51

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 2.1	Přehledný výpočet potřeby vody v zemědělství.....	10
Obr. 2.2	Vývoj ceny vodného a stočného 1994 - 2013	14
Obr. 3.1	Průřezový průtokoměr s pohyblivou clonou [8]	16
Obr. 3.2	Rychlostní sonda [9]	17
Obr. 3.3	Kroužkový objemový vodoměr ALTAIR V3 [10]	21
Obr. 3.4	Ultrazvukový průtokoměr Siemens SITRANS FUS1010 [11].....	24
Obr. 3.5	Magneticko-indukční průtokoměr KROHNE OPTIFLUX 2100 s převodníkem IFC 100 [12]	25
Obr. 4.1	Vývoj ceny vodného 2000 – 2016 (ZD „A“)	29
Obr. 4.2	Celková spotřeba vody v družstvu 2000 - 2016 (ZD "A").....	29
Obr. 4.3	Srovnání spotřeby vody pro dojnice a celkové spotřeby vody (ZD "A")	31
Obr. 4.4	Srovnání nákladů za vodu pro dojnice a celkových nákladů (ZD „A“).	31
Obr. 4.5	Srovnání směrného čísla potřeby vody (dojnice) a skutečné spotřeby dojnice (ZD "A")	33
Obr. 4.6	Umístění vodoměru v areálu ZD "A"	34
Obr. 4.7	Denní spotřeba vody ve vybraném kravíně ZD "A" pro období 17. 4. - 30. 4. 2017	35
Obr. 4.8	Vývoj ceny vody 2000 - 2016 (VOD Kadov).....	38
Obr. 4.9	Celková spotřeba vody v družstvu 2000 - 2016 (VOD Kadov).....	38
Obr. 4.10	Srovnání spotřeby vody pro dojnice a celkové spotřeby vody (VOD Kadov)	40
Obr. 4.11	Srovnání nákladů za vodu a celkových nákladů (VOD Kadov)	40
Obr. 4.12	Srovnání směrného čísla potřeby vody (dojnice) a skutečné potřeby dojnice (VOD Kadov).....	42
Obr. 4.13	Denní spotřeba vody ve vybraném kravíně ve VOD Kadov pro období 24. 4. - 7. 5. 2017	43
Obr. 4.14	Vývoj ceny vody 2000 - 2016 (ZD Bělčice).....	46
Obr. 4.15	Celková spotřeba vody v družstvu 2000 - 2016 (ZD Bělčice).....	46
Obr. 4.16	Srovnání spotřeby vody pro dojnice a celkové spotřeby vody (ZD Bělčice).....	48
Obr. 4.17	Srovnání nákladů za vodu pro dojnice a celkových nákladů (ZD Bělčice)	48
Obr. 4.18	Srovnání směrného čísla potřeby vody (dojnice) a skutečné spotřeby dojnice (ZD Bělčice).....	50
Obr. 4.19	Vodoměr Sensus 420 - ZD Bělčice	50

Obr. 4.20 Denní spotřeba vody ve vybraném kravíně v ZD Bělčice pro období 25. 4. - 8. 5. 2017	51
Obr. 4.21 Srovnání ceny vody 2000 - 2016 ve všech 3 družstvech	52
Obr. 4.22 Celková spotřeba vody 2000 - 2016 ve všech 3 družstvech	53
Obr. 4.23 Srovnání směrného čísla potřeby vody (dojnice) a skutečné spotřeby dojnice ve všech 3 družstvech	54
Obr. 4.24 Srovnání naměřených spotřeb vody (všechna družstva)	55

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

q_{sp}	specifická potřeba vody
Q_p	průměrná denní potřeba vody
Q_d	maximální denní potřeba vody
Q_h	maximální hodinová potřeba vody
k_d	součinitel denní nerovnoměrnosti
k_h	součinitel hodinové nerovnoměrnosti
ZO	počet zásobovaných obyvatel
VVR	voda vyrobená k realizaci
VFC	voda fakturovaná celkem
VFD	voda fakturovaná domácnostem
VFOO	voda fakturovaná ostatním odběratelům
VNF	voda nefakturovaná
ZV	ztráty vody
VS	vlastní spotřeba vody
JUVNF	jednotkový únik vody nefakturované
SPVVR	specifická spotřeba vody vyrobené k realizaci
SPVFC	specifická spotřeba vody fakturované celkem
SPVFD	specifická spotřeba vody fakturované domácnostem
SPVFOO	specifická spotřeba vody fakturované ostatním odběratelům
SPVNF	specifická spotřeba vody nefakturované

SUMMARY

The main goal of the bachelor thesis is to analyze water consumption and water price in selected agricultural cooperatives.

At the beginning of the thesis are defined the basic terms, related to the need and consumption of water. There are terms such as: specific water demand, average daily water demand, maximum daily water demand, maximum hourly water demand and associated daily and hourly non-uniformity coefficients.

In the next part, the thesis deals with the calculation of water needs and consumption and explains the procedure for calculating water demand in agriculture, as the work is focused on water consumption in three selected agricultural cooperatives. There is also mentioned the development of water consumption and prices in the Czech Republic, which has undergone significant changes over the last decade.

Further, the work deals with the flow measurement, which is closely related to water consumption. Here are the basic methods of measurement and the different types of flow meters (cross flow meters, flow meters, flow meters with variable cross section, turbine and blade flow sensors, volumetric flow meters, strain gauges, ultrasonic flow meters and inductance flow meters). The flow meters, used as home flow meters, are discussed in more detail.

The practical part of the bachelor thesis is focused on the analysis of water consumption in three selected agricultural cooperatives in ZD "A", VOD Kadoň and ZD Bělčice. The cooperatives were informed mainly about water consumption, but also about individual water prices. Water prices in selected cooperatives varied considerably, mainly due to the fact that some cooperatives are getting water from the public water supply and some from their own sources (wells, boreholes). In each co-operative, cows were selected to measure water consumption for fourteen days. The cowsheds had a different number of dairy cows. In addition, the water consumption for the cow with the water requirement number from the Appendix No. 12 of Decree No. 120/2011 Coll.

At the end of the thesis there is a comparison of individual cooperatives and an evaluation of average values of water consumption for dairy cows. The analysis has found that actual water consumption is lower than the requirements specified in the Decree. The reason for this may be, for example, the different ways of animal husbandry, different water management in cooperatives, etc.