

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta



**Návrh inovace technologické linky na dojení skotu na
vybrané zemědělské farmě**

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Tomáš Tesař

Vedoucí práce: doc. Ing. Petr Vaculík, Ph.D.

© 2018 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Tomáš Tesař

Informační a řídicí technika v agropotravinářském komplexu

Název práce

Návrh inovace technologické linky na dojení skotu na vybrané zemědělské farmě

Název anglicky

The proposal of innovation of technological line for milking cattle on a selected farm

Cíle práce

Cílem diplomové práce je provést posouzení možností inovace technologické linky na dojení skotu na vybrané zemědělské farmě.

Seznámit se s problematikou chovu a dojení skotu a na základě rozboru současného stavu technologie vybrané zemědělské farmy, navrhnout inovaci technologické linky na dojení skotu se zaměřením na posouzení nákladů na investice, předpokládané úspory (např. energie) a dodržení potřebných provozních parametrů. Na základě poznatků z literatury, vlastní analýzy a měření, provést rozbor jednotlivých možností a navrhnout a doporučit vhodná opatření a řešení pro praktickou aplikaci, která budou posouzena z hlediska technického a ekonomického.

Metodika

1. Úvod
2. Cíl práce
3. Metodika práce
4. Současný stav sledované problematiky
5. Vlastní řešení
6. Výsledky a diskuse
7. Závěr a doporučení
8. Seznam použitých zdrojů
9. Přílohy

Doporučený rozsah práce

45 až 55 stran

Klíčová slova

Chov skotu, strojní dojení, mléko, živočišná výroba, automatizace

Doporučené zdroje informací

BOUŠKA, J. et al.: Chov dojeného skotu. Praha, Profi Press, 2006, 186 s., ISBN 80-86726-16-9

DOLEŽAL, O. – STANĚK, S. – BEČKOVÁ, I. – ČERNÁ, D. – DOLEJŠ, J.: Chov dojeného skotu. 1. vydání. Profi Press, s.r.o., Praha 2015, 243 s. ISBN 978-80-86726-70-0

Náš chov = Chov hospodářských zvířat: odborný časopis pro chovatele hospodářských zvířat a veterinární lékaře. Praha, Profi Press, ISSN 0027-8068

PŘÍKRÝL, M. et al.: Technologická zařízení staveb živočišné výroby. Praha, Tempo Press II, 1997, 276 s., ISBN 80-901052-0-3

Příslušné zákony, nařízení vlády, vyhlášky, ČSN, oborové předpisy a odborné časopisy

Zákon České národní rady č. 246/1992 Sb., na ochranu zvířat proti týrání, ve znění pozdějších předpisů

Předběžný termín obhajoby

2017/18 LS – TF

Vedoucí práce

doc. Ing. Petr Vaculík, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra technologických zařízení staveb

Elektronicky schváleno dne 29. 1. 2018

doc. Ing. Jan Malaťák, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 30. 1. 2018

prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Děkan

V Praze dne 27. 02. 2018

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: *Návrh inovace technologické linky na dojení skotu na vybrané zemědělské farmě* vypracoval samostatně a použil jen pramenů, které cituji a uvádím v seznamu použitých zdrojů. Jsem si vědom, že odevzdáním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby. Jsem si vědom, že moje diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitní databázi a bude veřejně přístupná k nahlédnutí. Jsem si vědom že, na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.“

V dne

Podpis autora

Poděkování

Za rady, pomoc a cenné připomínky při zpracování diplomové práce tímto bych chtěl poděkovat svému, panu doc. Ing. Petr Vaculík, Ph.D. Dále chci poděkovat své rodině za podporu a trpělivost při studiu na vysoké škole.

Abstrakt

Diplomová práce pojednává o problematice tradičních a zejména automatických systémů dojení skotu. Nejprve jsou uvedeny právní normy, charakteristika problematiky strojního dojení skotu a fotovoltaického systému. V teoretické části je dále popsána automatizace strojního dojení skotu, kde se nachází obecný popis průmyslových robotů. V rámci praktické části jsou nejprve charakterizovány výchozí podmínky vybraných zemědělských podniků. Následuje analýza naměřených hodnot a návrh inovace technologické linky na dojení skotu s ekonomickým zhodnocením. Cílem diplomové práce bylo provedení možností inovace technologické linky na dojení skotu na vybrané zemědělské farmě.

Klíčová slova

Chov skotu, strojní dojení, mléko, živočišná výroba, automatizace

The proposal of innovation of technological line for milking cattle on a selected farm

Abstract

This diploma thesis deals with the problems of traditional and especially automatic systems of milking cattle. Firstly, there are legal norms, characteristics of the issue of mechanical milking cattle and photovoltaic system. In the theoretical part there is also the automation of cattle milking, where there is a general description of industrial robots. Within the practical part, the initial conditions of selected agricultural holdings are first characterized. This is followed by an analysis of the measured values and a proposal for the innovation of a technological line for cattle milking with economic appreciation. The aim of the diploma thesis is to evaluate the possibilities of innovation of a technological line for milking cattle on a selected farm.

Keywords

Cattle breeding, machine milking, milk, animal production, automation

Obsah

1	Úvod	1
2	Cíl práce	2
3	Metodika práce	3
4	Charakteristika problematiky strojního dojení skotu a fotovoltaického systému	4
4.1	Charakteristika problematiky strojního dojení skotu	4
4.1.1	Právní předpisy pro chov skotu	4
4.1.2	Základní charakteristika mléka	5
4.1.3	Součásti strojů pro strojní dojení skotu	6
4.1.4	Automatizace strojního dojení skotu.....	14
4.2	Charakteristika problematiky fotovoltaického systému	19
4.2.1	Právní předpisy pro fotovoltaický systém	19
4.2.2	Součásti fotovoltaického systému.....	20
5	Charakteristika výchozích podmínek vybraných technologických linek	26
5.1	Představení farmy	26
5.2	Technologické části robotu DeLaval VMS	27
5.2.1	Hlavní rám konstrukce	27
5.2.2	Vstupní a výstupní dvířka.....	28
5.2.3	Krmná mísa	28
5.2.4	Identifikační sestava	28
5.2.5	Rameno	28
5.2.6	Pracovní hlavice	29
5.2.7	Pracovní panel.....	30
5.2.8	Řídicí systém	30
5.2.9	Blok strukových násadců	30
5.2.10	Technologická část pro diagnostiku a přepravu mléka	31
5.3	Dojící proces v dojícím robotu DeLaval VMS	31
5.4	Představení zemědělské společnosti	32

5.5	Technologické části paralelní dojírny	33
5.5.1	Konstrukce paralelní dojírny	33
5.5.2	Čekárna pro sekci dojníc	34
5.5.3	Identifikační sestava	35
5.5.4	Technologická část dojícího stanoviště	35
5.5.5	Technologická část pro strojní zařízení	35
5.6	Dojicí proces v paralelní dojírně	35
6	Návrh řešení a dosažené výsledky	37
6.1	Popis měření na vybrané farmě a zemědělské společnosti	37
6.2	Naměřené a získané hodnoty	38
6.2.1	Analýza naměřených hodnot ze zemědělské společnosti a farmy	39
6.3	Návrh fotovoltaického systému pro technologickou linku na dojení skotu	41
6.3.1	Výpočet produkce elektrické energie	42
6.3.2	Komponenty pro navrženou hybridní fotovoltaickou elektrárnu	44
6.3.3	Umístění fotovoltaických panelů na farmě	47
6.4	Ekonomické zhodnocení	47
6.4.1	Stávající náklady za spotřebu elektrické energie	48
6.4.2	Návratnost investice za fotovoltaický systém	48
7	Závěr	51
8	Citovaná literatura	52
9	Seznam obrázků	56
10	Seznam tabulek	57
11	Seznam příloh	58

1 Úvod

V zemědělství má dojící stroj a většina používaných strojů v průmyslu nebo v jiném odvětví, má za sebou revoluční minulost. V minulosti byla snaha o mechanizaci strojního dojení, které je považováno za jednu z nejnámáhavějších prací v živočišné výrobě. V Anglii v roce 1860 byl sestrojen první dojící stroj. Ten však měl mnoho nedostatků založených na nevhodných principech. Naše země měla také průkopníka a tím byl pan Antonín Rosam, který od roku 1892 do roku 1907 vytvořil čtyři prototypy dojicích strojů. Tyto čtyři prototypy byly zkonstruovány na různých principech a z toho důvodu byly technologicky na velké úrovni. Velkým průlomem technologie se stal rok 1896 kdy byl vynalezen pulsátor s kterým se mohlo realizovat konstrukci takzvanou dvoutaktních dojicích strojů jejichž pracovní cyklus má být imitace některých operací sání telete (KADLEC, 1961).

V České republice na farmě s mléčným skotem byl první dojící robot nainstalován v roce 2003. Dojící robot je pro farmáře natolik oblíbený, že v České republice je nyní (2018) v provozu přes 200 robotizovaných dojicích stání. Na celém světě jsou automatické dojící systémy používány na více než 10 000 farmách. Za tak velké množství dojicích robotů nesou podíl společnosti Lely, Zenith, DeLaval, Galaxy, Fullwood a mnoho dalších.

2 Cíl práce

Cílem diplomové práce je provést posouzení možností inovace technologické linky na dojení skotu na vybrané zemědělské farmě.

Seznámit se s problematikou chovu a dojení skotu a na základě rozboru současného stavu technologie vybrané zemědělské farmy, navrhnout inovaci technologické linky na dojení skotu se zaměřením na posouzení nákladů na investice, předpokládané úspory (např. energie) a dodržení potřebných provozních parametrů.

Na základě poznatků z literatury, vlastní analýzy a měření, provést rozbor jednotlivých možností a navrhnout a doporučit vhodná opatření a řešení pro praktickou aplikaci, která budou posouzena z hlediska technického a ekonomického.

3 Metodika práce

V této kapitole je popsán postup zpracování této diplomové práce, s ohledem na cíl uvedený v předcházející podkapitole, postup je následující:

1. charakteristika dané problematiky, tj. studium dokumentů, a to jak tištěných, tak elektronických;
2. charakteristika problematiky průmyslových robotů;
3. charakteristika problematiky fotovoltaického systému;
4. charakteristika výchozích podmínek vybraných zemědělských podniků;
5. vlastní provedená měření a zjišťování;
6. návrh řešení inovace technologické linky na dojení skotu;
7. ekonomické posouzení návrhu;
8. celkové zhodnocení a závěr.

4 Charakteristika problematiky strojního dojení skotu a fotovoltaického systému

V této kapitole je uvedena charakteristika problematiky strojního dojení skotu a charakteristika problematiky fotovoltaického systému.

4.1 Charakteristika problematiky strojního dojení skotu

U strojního dojení musí být konstrukce a funkce zařízení řešená a přizpůsobena s největším ohledem na anatomii a fyziologii mléčné žlázy. Celý proces dojení se musí přizpůsobit s ohledem k dojnici a pro práci obsluhy za použití strojního dojení. Proto se budou na začátku uvádět právní předpisy pro chov skotu.

4.1.1 Právní předpisy pro chov skotu

Zákon č. 255/2017 Sb., kterým se mění zákon č. 246/1992 Sb., na ochranu zvířat proti týrání, ve znění pozdějších předpisů (EAGRI (2), 2017)

Vyhláška č. 5/2016 Sb., kterou se mění vyhláška č. 136/2004 Sb., kterou se stanoví podrobnosti označování zvířat a jejich evidence a evidence hospodářství a osob stanovených plemenářským zákonem, ve znění pozdějších předpisů (EAGRI (1), 2016)

Zákon č. 60/2017 Sb., kterým se mění zákon č. 154/2000 Sb., o šlechtění, plemenitbě a evidenci hospodářských zvířat a o změně některých souvisejících zákonů (plemenářský zákon), ve znění pozdějších předpisů (EAGRI (3), 2017)

Vyhláška č. 72/2017 Sb., o genetických zdrojích zvířat (EAGRI (4), 2017)

ISO 3918 Milking Machine Installations, 1981 (DOLEŽAL, 2000)

ČSN EN 13732 Potravinářské stroje – Chladicí tanky na mléko na farmách – Požadavky na provedení, bezpečnost a hygienu (ČSN EN 13732, 2014)

ČSN 46 6103 Strojní dojení krav (ČSN 46 6103, 1978)

ČSN 46 6107 Zkoušky dojitelnosti skotu (ČSN 46 6107, 1994)

ČSN 46 6104 Ošetření a uchování syrového mléka po nadojení (ČSN 46 6104, 1981)

ČSN 46 6109 Čištění a dezinfekce v prvovýrobě mléka a při jeho mlékárenském ošetření a zpracování, 1977 (ČSN 46 6109, 1977)

4.1.2 Základní charakteristika mléka

Mléko je jeden z mála živočišných produktů, které je vhodné jak k přímé spotřebě nebo k další potravinářské úpravě. Kravské mléko má specifickou váhu zhruba 1,03 kg a z toho plyne, že je o něco málo těžší než voda. Čerstvé mléko má kyselost pH = 6,55 a obsahuje v syrovém stavu především těchto hodnot 3,5 % bílkovin, 3,5 % tuku, 4,5 % mléčného cukru, 0,5 % minerálních látek a 88 % vody. Takzvanou sušinu mléka vytváří tuk, bílkovina, minerální látky a jako poslední mléčný cukr. Složení a množství látek je různé a záleží to na ideálních vlastnostech a laktačnímu období. Čerstvé mléko nemá jen tyto látky, ale obsahuje také řadu důležitých liposolubilních vitamínů pro lidské zdraví to zejména vitamíny D, A, B.

Zdravé dojnice nemají ve vemeni žádné množství choroboplodných zárodků a může se říct, že mléko je sterilní. Jsou případy kdy dojnice jsou nemocné a obsahují choroboplodné zárodky. Tak to kontaminované mléko je potřeba před použitím ošetřit. Docílení čistého mléka je zapotřebí pasterací, kdy tento proces využívají v mlékárnách a v domácnosti znečištěné mléko převaříme. Bohužel oběma procesy zhoršíme vlastnosti mléka. Zcela zaniká většina vitamínů, mléčný cukr se karamelizuje a snižuje se množství stravitelné bílkoviny. Pokud je mléko hodně znečištěné bakteriemi musí se co nejdůkladněji ošetřit, ale při větším ošetření mléka snížíme hodnotu mléka. Je zapotřebí získávat co nejčistší mléko převážně od zdravých dojnic (MAZÁČ, 1963). Aby se dodržovala kvalita mléka, tak se zavedly normy jako jsou ČSN 46 6104 Ošetření a uchování syrového mléka po nadojení (ČSN 46 6104, 1981). Norma platí pro syrové mléko dodávané do mlékáren a za mimořádných podmínek i rovnou spotřebitelům. Udává veškeré nároky na mléko a jeho zpracování. Způsob následujícího použití rozeznávání šesti druhů mléka, podle jakosti jejíž znaky určuje, tři skupiny mléka. Nároky této normy by měli znát pracovníci v praxi (MAZÁČ, 1963).

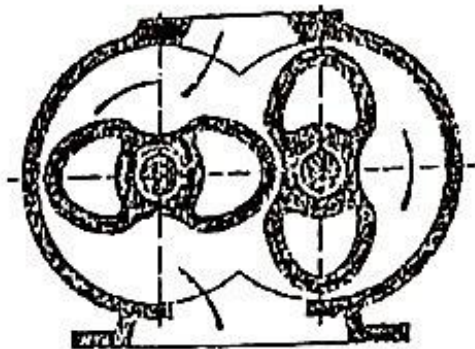
4.1.3 Součásti strojů pro strojní dojení skotu

Vývěvy

Dojící zařízení obsahuje vývěvu s příslušenstvím a nalezneme je ve strojovně (ANDRT, 2011). O točivý moment a podtlak v celé soustavě 40 až 42 kPa se stará elektromotor se sacím a výfukovým potrubím, vakuometrem, mazacím zařízením, regulačním ventilem a dalším prvkem vzdušníkem (PŘIKRYL, 1997).

a) Vývěva s rotujícími písty

Většina výrobců využívá vývěvu s rotujícími písty a říká se jí také Rootsovo dmýchadlo. Konstrukce vychází ze statoru a dvou rotujících rotorů a působí vzhledově oválného tvaru. Každý rotující píst má kroutící moment opačného tvaru ve statoru. Vývěvy mají objemový průtok zhruba $28 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ a netěsnost můžeme napravovat vysokými otáčky až $100 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Při otáčení mezi stěnami statoru a rotoru dochází k vytváření prostorů spojené buď sacím nebo výtlačným hrdlem, ale nikdy se nemůže spojit sání a výtlač tím by došlo ke ztrátám netěsnosti (PŘIKRYL, 1997).



Obr. 1 Schéma vývěvy s rotujícími písty

(ANDRT, 2011)



Obr. 2 Vývěva s rotujícími písty

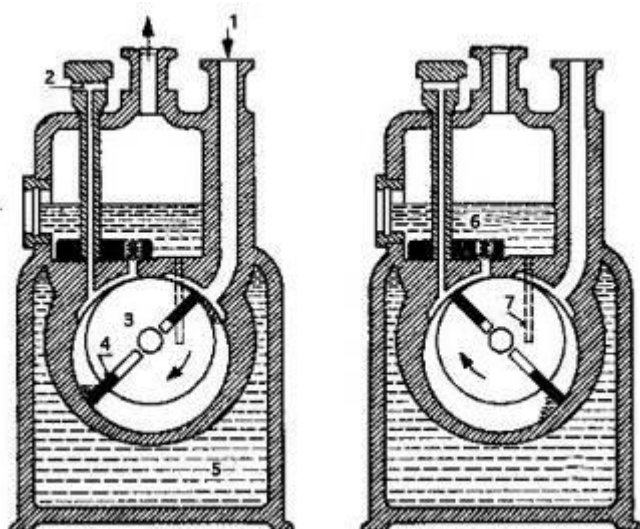
(SIGMET, 2012)

b) Vodokružná vývěva

Také nese název jako kompresor s kapalinovým pístem a má výborné kladné vlastnosti převážně spolehlivost, dlouhá životnost bez nutnosti mazání a nenáročnost. Vodokružná vývěva má výkonost $6 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ a je založena na principu excentricky uložených lopatek rotoru k ose statoru. Rotor se otáčí kolem své osy a vytváří prstenec kapaliny. Prstenec kapaliny má za úkol utěsnit prostor uvnitř rotoru. Levým vstupním sacím otvorem je nasáván plyn a zároveň je vytlačován pravým výstupním otvorem. Kvůli zmenšenému prostoru mezi lopatkami a prstencem kapaliny dochází ke stlačení plynu (UNIVERZITA J. E. PURKYNĚ V ÚSTÍ NAD LABEM, 2017).

c) Rotační lopatková vývěva

Tato lopatková vývěva je nejpoužívanější ve strojním dojení. Vývěvu tvoří válcový rotor, který je opatřen hlubokými zářezy a v níž se nachází lopatky, které se posouvají. Rotor je oproti statoru výstředně uložen. Normálové zrychlení vyvolané rotací vysune lopatky k vnitřní válcové stěně statoru. Rotace taky zapříčiní změnu délky lopatek. Když se rotor otáčí od počáteční polohy do polohy protilehlé se zvětšuje objem komůrky a do komůrky s výřezy se nabírá plyn. Mezi komorou a rotorem je pak plyn vytlačován (PŘIKRYL, 1997).



- 1 – vstupní rotor;
- 2 – vypouštěcí ventil;
- 3 – rotor;
- 4 – lopatka;
- 5 – náplň oleje;
- 6 – výstupní ventil;
- 7 – kanálek pro cirkulaci oleje.

Obr. 3 Rotační lopatková vývěva (MASARYKOVA UNIVERZITA, 2017)

Mazací zařízení

Úkolem mazacího zařízení je mazat vývěvu, utěsňovat místa mezi lištami a současně ochlazovat pracovní plochy. U rotačních vývěv se používá kapátkové mazání a nastavení kapek za minutu je zhruba 10 až 15. Vývěvy vodokružné mají technicky řešené mazání vodním médiem u vzduchových vývěv je naopak vzduch (ANDRT, 2011).

Vzdušník

Vzdušník je nedílnou součástí dojíčích souprav a jeho konstrukční velikost se od toho odvozuje. Tento prvek vyrovnává kolísaný tlak v rozvodné síti a zároveň chrání vývěvu před nežádoucími částicemi nečistot, které by mohli vniknout do podtlakového potrubí a tím jí zničit. Vzdušník má ve spodní části odklopné víko a tím ho můžeme zcela rozdělat a vyčistit od případných nečistot, které za nějakou dobu zachytil (ANDRT, 2011).

Regulační ventil

Aby byl přesný průběh dojení musí se udržet podtlak na správné konstantní hodnotě s přesností zhruba 2 kPa z tohoto důvodu se využívá regulační ventil. Je sestaven, aby dovilil automatickou regulaci přísávaného vzduchu na požadovanou hodnotu. Starší dojírny můžou mít regulační ventily s tíhovou regulací nebo pružinovou u novějších dojíčích zařízení se využívá přesnější regulační ventily se servoučinkem (DOLEŽAL, 2000).

Vakuometr

Ukazuje nám hodnotu podtlaku v podtlakovém potrubí a podle této velikosti podtlaku nastavíme regulační ventil. Vakuometr má horní a dolní mez podtlaku. Vakuometry jsou nainstalované na podtlakové potrubí dva. První vakuometr se bude nacházet ve strojovně a druhý bude ve stáji nebo v dojírně. Instalují se dva z důvodu vzájemné kontroly správnosti podtlaku (KADLEC, 1961).

Podtlakové potrubí

Podtlakové potrubí jsou pozinkované ocelové trubky o průměru 0,036 až 0,048 m, které spojují dojící přístroje s vývěvou. Při dlouhém vedení potrubí se nedoporučuje malý průměr trubek, protože vznikají ztráty na podtlaku (KADLEC, 1961).

Výfukové potrubí

Pro odvádění vytlačovaného vzduchu od vývěvy slouží výfukové potrubí, které je opatřeno tlumičem hluku a odlučovačem mazacího oleje z vývěvy. Je zapotřebí aby odpory byly minimální, a proto volíme větší průměr výfukového potrubí (ANDRT, 2011).

Konvové dojící zařízení

a) Dojící konev

Dojící konev má objem většinou 0,015 m³ a vyrábí se z nerezového nebo plastového materiálu. Tento materiál je zvolen proto aby u dojící konve nedocházelo ke korozi. Také je technicky navržena, aby se mohla co nejlépe očistit (ANDRT, 2011).



Obr. 4 Dojící konev (ZEMĚDĚLSKÉ POTŘEBY M + S (1), 2016)

b) Víko konve

Z víka jsou vyvedeny dva otvory s nátrubky a první otvor je pro nasazení podtlakové připojovací hadice. Na druhý otvor se připojuje mléčná hadice. Dolní část je opatřena gumovým těsněním, které zaručí zcela vzduchotěsné spojení (ANDRT, 2011).



Obr. 5 Víko konve (ZEMĚDĚLSKÉ POTŘEBY M + S (2), 2016)

Pulzátor

Je zařízení, s kterým vytváříme pulzující tlak. Do hadiček pulzujícího tlaku a zároveň do mezistěnných komor se střídavě vpouští atmosférický tlak a střídavě je spojuje s podtlakovým potrubím a tím je vzduch opětovně odsáván. Odsávání a vpouštění je zprostředkováno opakovaně otvíráním a zavíráním otvoru v těle pulzátoru (KADLEC, 1961).

Pulzátory rozlišujeme podle:

Pracovního orgánu:

- ventilové;
- membránové;
- pístové.

Chodu:

- hydropneumatické;
- pneumatické;
- elektromagnetické.

Způsobu využití:

- individuální – konstrukčně řešeno pro každý dojící stroj nebo pro dojící soupravu;
- ústřední – konstrukčně řešeno pro větší množství dojících souprav nebo pro celé dojící zařízení jeden společný pulzátor (ANDRT, 2011).

a) Hydropneumatický pulzátor

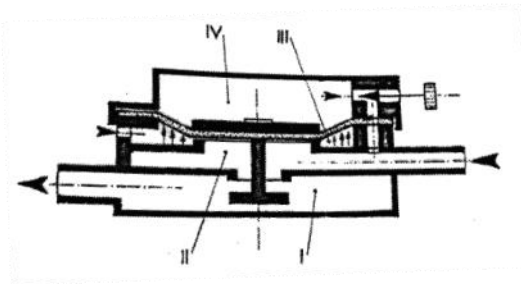
Skoro naprosto totožná konstrukce hydropneumatického a pneumatického pulzátoru. Odlišnost pouze v komoře řídicí a střídavého tlaku kdy mezi těmito komorami postupuje kalibrovaným otvorem látka stálé viskozity a trvalého objemu. Tímto zaručíme trvalou hodnotu cyklu pulzů (DOLEŽAL, 2000).

b) Membránový pneumatický pulzátor

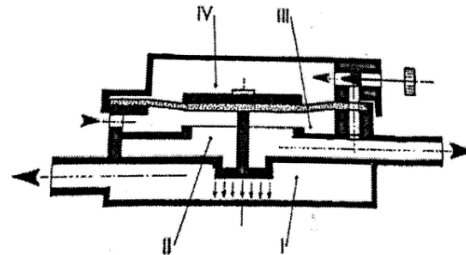
Využití lze nalézt jak u dojícího zařízení do konví, tak u dojícího zařízení do potrubí. Membránový pneumatický pulzátor se skládá ze spodního a vrchního víčka, těla pulzátoru, ventilu a membrány. Pulzátor má dva nátrubky na těle, jimž jsou trvalého podtlaku a kterými se připojuje hadici na podtlakové potrubí a proměnlivého tlaku, vedeného přes rozdělovač ke strukovým násadcům. Mimo toho pulzátor obsahuje čtyři komory:

- I – komora stálého podtlaku;
- II – komora střídavého tlaku;
- III – komora stálého atmosférického vzduchu;
- IV – komora střídavého tlaku.

Komora II je propojena se IV spojovacím kanálkem přes regulační jehlový ventil se kterým řídíme odsávání vzduchu a jeho rychlost vpouštění z komory proměnlivého tlaku a změníme tak frekvenci pulzace. Takt sání se zjistí, pokud je v II komoře podtlak, a naopak pokud bude atmosférický tlak tak se jedná o takt stisku. Regulačním jehlovým ventilem, ve kterém proudí vzduch mezi II a IV komorou usměřujeme kmitočet pulzů (ANDRT, 2011).



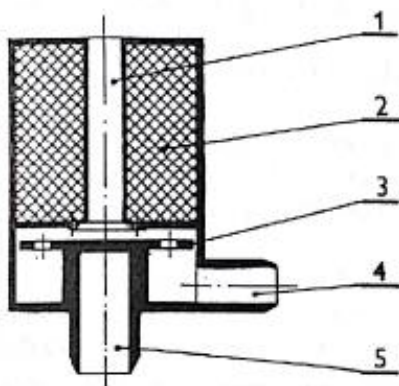
Obr. 6 Pulzátor při taktu sání
(ANDRT, 2011)



Obr. 7 Pulzátor při taktu stisku
(ANDRT, 2011)

c) Elektromagnetický pulzátor

Na obr. 8 je schématický řez elektromagnetického pulzátoru, který je konstrukčně nejlépe řešen. Generátor pulsů řídí elektromagnet, který podle požadované pulzace působí na cívku elektromagnetu elektrický proud. Magnetické pole přitáhne destičku (3) k cívce a uvolní přívod podtlaku do hubice (4) a také k dojící soupravě. Po ukončení elektrického proudu zmizne magnetické pole a destička uzavírá přívod podtlaku a otevírá přístup atmosférického tlaku k hubici (4) (DOLEŽAL, 2000).



- 1 – přívod atmosférického tlaku;
- 2 – cívka elektromagnetu;
- 3 – destička řízená elektromagnetem;
- 4 – nátrubek pulzujícího podtlaku;
- 5 – nátrubek stálého podtlaku.

Obr. 8 Elektromagnetický pulzátor (DOLEŽAL, 2000)

Rozdělovač

Skládá se ze dvou částí první část tvoří rozvaděč vzduchu, jenž rozvádí podtlak a atmosférický tlak. Rozvádění atmosférického tlaku a podtlaku začíná od hubic rozvodu pulzátoru do komor mezi strukovými návlečky a pouzdry strukových násadců. Druhou z nich je sběrač mléka o objemu komory 350 až 500 ml sloužící pro sběr mléka ze strukových násadců a následovně je mléčnou hadicí rozváděn do mléčného potrubí nebo do mléčné konve (ANDRT, 2011).

Strukový násadce

Strukový násadec lze charakterizovat jako pracovní soustavu dojícího stroje, která se nasazuje na struky dojnice a z toho to důvodu je kladen velký důraz na konstrukci. Nejpoužívanější strukové násadce jsou dvoukomorové a jsou složeny ze dvou částí. První část tvoří pouzdro strukového násadce a na šikmé straně je nátrubek se kterým je spojena hadička s rozvaděčem vzduchu rozdělovače. Druhá část konstrukce je struková pryžová návlečka a také se jí říká vložka strukového násadce (ANDRT, 2011).

Mléčná hadice

Za použití mléčné hadice propojíme dojící soupravu s konví nebo k mléčnému potrubí za pomoci přípojky, která má připojovací mechanismus dvojzávěr. Mléčná hadice je vyrobena z plastového nebo silikonového materiálu o průměru 13 až 16 mm. Podtlakové hadice jsou vyrobeny ze stejného materiálu jak mléčné hadice a jejich průměr je 8 až 11 mm. Tyto hadice spojují podtlakové potrubí s pulzátozem, rozdělovačem pulzujícího tlaku a dále s mezistěny komorami strukových násadců (PŘIKRYL, 1997).

Doprava mléka potrubím

a) Potrubní rozvody

Doprava mléka z dojíren nebo ze stáje je zajištěna mléčným potrubím z nerezové ocele a mléko je tímto potrubím vedeno až do mléčnice k chladicímu zařízení (PŘIKRYL, 1997).

b) Potrubní dojící zařízení

Používá se při dojení ve stájích na stání nebo v dojírnách a z hlavních výhod je větší čistota mléka, protože tok mléka je nepřerušovaný až do místa jeho dočasného uložení (PŘIKRYL, 1997).

Přerušovač podtlaku

Přerušovač podtlaku nalezneme na konci mléčného potrubí a jeho úkol spočívá ve vyprazdňování mléka z prostoru podtlaku do prostoru s atmosférickým tlakem, aby se do systému nedostal vzduch (ANDRT, 2011).

Sběrná podtlaková nádoba

Sběrné podtlakové nádoby jsou náhradou za přerušovače podtlaku. Sběrná podtlaková nádoba je vyrobena z nerezové oceli nebo také se můžeme setkat ze skleněného materiálu. Nádoba je ve tvaru válce a vnitřní objemem je 20 až 100 l, také má víko a velké množství vnitřních vtoků. Uvnitř nádoby se nachází plovákový systém, který řídí čerpadlo pro vyprázdnění mléka. Velikost nádoby a výkonost čerpadla záleží na množství dojícího stáda. U čerpadel je průtok zhruba 50 až 400 l.min⁻¹ a zprostředkovávají dopravu mléka z okolí podtlaku do okolí atmosférického tlaku potrubím o vzdálenosti 50 m s výškovým rozdílem 3,5 m (PŘIKRYL, 1997).

Filtr mléka

Pokud provádíme dopravu mléka za pomoci čerpadla, tak využijeme filtr mléka pro tlakovou filtraci mléka. S tímto zařízením získáme mléko bez mechanických nečistot. Filtr mléka je složen z nerezové trubky se závitovým hrdlem z plastové spojovací matice, nerezového mezikusy a posledním konstrukčním dílem je vložka filtru a na něj se nasazuje vlastní filtrační sáček (PŘIKRYL, 1997).

Přísávací ventil

Nalezneme ho na konci mléčného potrubí nebo ho také můžeme nalézt na potrubí, které propojuje konce dvou větví mléčného potrubí. S přísávacím ventilem umožňujeme přísávat vzduch do mléčného potrubí, ale nesmí být přísávací ventil umístěn ve stáji z důvodu infekci mléka. Jestliže mléčné potrubí má spád ze stáje do mléčnice a mléko protéká samospádem, tak není nutností instalace přísávacího ventilu. Druhy přísávacích ventilu jsou pákové nebo pružinové. V dojárnách u dojícího zařízení nepotřebujeme přísávací ventil, protože cesty mléka jsou krátké a mléčné potrubí se nachází v manipulační chodbě dojiče. Za pomoci kombinovaného uzávěru, který dříve nahrazoval samostatné kohouty propojíme dojící soupravu s mléčným potrubím (ANDRT, 2011).

4.1.4 Automatizace strojního dojení skotu

Dojící robot má stejné konstrukční prvky, vlastnosti a slouží ke stejnému účelu jako robot průmysloví, a proto bude v této části popsán obecně průmyslový robot.

Klasifikace robotů a manipulátorů

Třídění robotu je postaveno na odlišnosti robotů a manipulátorů z hlediska řízení a programování.

Uvedení pojmu pro klasifikaci:

- Manipulátor: jednoúčelový manipulátor nebo manipulátor s pevným programem;
- Synchronní manipulátor: člověk ve smyčce, master – slave, man on line;
- Robot: manipulátor s flexibilním programem;
- Adaptivní robot: reaguje na změny pracovní scény;
- Kognitivní robot: robot se zřetelnou, ale blíže nedefinovanou mírou umělé inteligence (SKAŘUPA, 2007).

Třídění robotů podle kritérií

Klasifikujeme roboty podle jednotlivých kritérií.

a) Počet stupňů volnosti:

- Univerzální robot: se 6 stupni volnosti, jednoznačně vymezující v kartézském souřadném systému;
- Redundantní robot: s více jak 6 stupni volnosti, pohyb ve stísněném prostoru, větší nezávislost k obcházení překážek;
- Deficitní robot: s méně jak 6 stupni volnosti (SCARA), se 3 až 4 stupni volnosti, pro montáž v rovině.

b) Kinematické dvojice

Průmyslové roboti používají ve svých kinematických řetězcích jen dva druhy kinematických dvojic. Kinematické dvojice, které nalezneme u robotů jsou rotační vazba (R) a posuvná vazba (T).

c) Kinematické struktury:

- Sériový robot: s otevřeným kinematickým řetězcem;
- Paralelní robot: s uzavřeným kinematickým řetězcem;
- Hybridní robot: kombinující oba druhy řetězců (SKAŘUPA, 2007).

d) Kategorie kinematických struktur

- Translační: obsahuje tři posuvné vazby, lineární pohyb v ose x, y a z;
- Cylindrická: obsahuje dvě posuvné vazby a jednu rotační vazbu, nosná část ramena se otáčí kolem osy z a možnost zdvihu v ose y a výsuv v ose x;
- Sférická: obsahuje dvě rotační vazby a jednu posuvnou vazbu, nosná část ramena se otáčí kolem osy z a dále se naklápí kolem osy y a posouvá ve směru osy x;
- Angulární: obsahuje tři rotační vazby, nosná část se otáčí kolem osy z a naklápí se v ose x a y;
- SCARA: vysoké zatížení v ose z, totožné kinematické struktury k cylindrické (LINDA (1), 2016).

e) Podle druhu pohonu robotů

Funkce pohonu robotu spočívá v přeměně vstupní primární energie na mechanický pohyb ramene. Můžeme je rozdělit podle primární energie na:

- Elektrické: pohon za pomoci elektrické energie;
- Hydraulické: pohon za pomoci tlaku kapaliny;
- Pneumatické: pohon za pomoci tlaku plynu.

Dále se dělí na pohyb rotační, přímočarý a kyvný. Požadavky kladené na motory jsou plynulý rozběh a brzdění, značná přesnost polohování, minimální hmotnost, vysoký měrný výkon a minimální rozměry (SKAŘUPA, 2007).

Pracovní hlavice

Pracovní hlavice neboli efektor se nachází na konci robotického ramene a rozděluje se podle prováděných operací na úchopné, technologické, kombinované a speciální. Struktura pracovní hlavice se skládá z přípojovací desky (P), doplňkový pohybový systém (M), kompenzátor polohy a orientace (K) a přípojovací deska pro připojení nástroje (V). Jsou možné varianty PKV nebo třeba PMV. Požadavky na efektor jsou minimální hmotnost, rozměry a jeho uspořádání, bezpečnost a provozní spolehlivost (LINDA (3), 2016).

Řízení robotů

U průmyslového robotu je metoda řízení z hlediska činnosti:

- Ruční: operátor je součástí řetězce;
- Automatické: zde není potřeba operátor;
- Programové: robot pracuje podle pevně daného programu;
- Adaptivní: řízení se mění v čase z důvodu řízení podle výběru optima (SKAŘUPA, 2007).

Další rozdělení u adaptivního řízení:

- On – line: při pracovním úkonu dochází v čase řízení (kamerové snímáče);
- Off – line: začíná to zkouškou dráhy, přepočtem dráhy a pracovní úkon (SKAŘUPA, 2007).

Senzory robotů

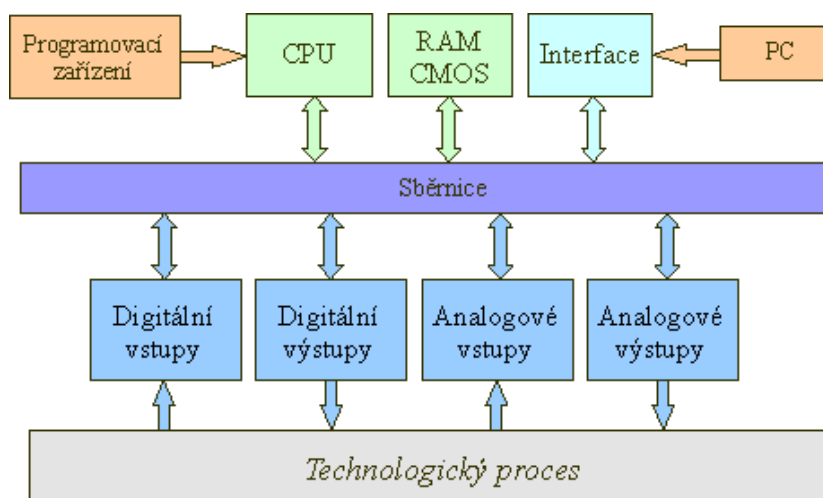
Senzor neboli snímač je technický prvek, s kterým se měří určitá fyzikální nebo technická veličina, která je převedena na signál digitální nebo analogový pro dálkový přenos k měřicímu nebo řídicímu systému ke zpracování. U robotů senzory slouží k odměřování polohy v prostoru, regulaci dynamických pohybových veličin, pro technologické operace a ke kalibraci. Snímače se dělí podle funkce na absolutní a inkrementální a dle vazby na měřeném objektu se dělí na dotykové a bezdotykové. Nejpoužívanější druhy senzorů jsou indukční, magnetické, kapacitní, optické a ultrazvukové (LINDA (4), 2016).



Obr. 9 Průmyslové senzory (AMTEK, 2014)

Programovatelný logický automat

Programovatelný logický automat nebo ve zkratce PLC je poměrně malý počítač pro automatizaci procesu. PLC automat se liší od běžného počítače tím, že zpracovává program cyklicky. Jejich periferie jsou přizpůsobeny pro připojení přímo na technologické procesy. PLC se skládá ze vstupních a výstupních zařízení, komunikačních modulů, procesoru, paměti RAM, paměti flash a programovacího zařízení. Jeho architektura je modulární, která umožňuje variabilní konfiguraci nebo kompaktní kde je pevně dán počet vstupních a výstupních zařízení (LINDA (2), 2006).



Obr. 10 Blokové schéma PLC (LINDA (2), 2006)

Průmyslové sběrnice

Průmyslové sběrnice slouží k přenosu informací mezi jednotlivá zařízení. Zařízení jsou propojené mezi sebou určitou topologií sítě. Topologie sítě lze klasifikovat na sběrniceovou, kruhovou, hvězdicovou a stromovou (GROTH, 2005). Další rozdělení je podle technologického provedení drátové a bezdrátové. Používají se následující průmyslové sběrnice:

- EtherNet: rychlost přenosu informací 100 Mb/s a počet uzlů až 1024;
- ControlNet: rychlost přenosu informací 5 Mb/s a počet uzlů až 99;
- DeviceNet: rychlost přenosu informací 0,5 Mb/s a počet uzlů až 64;
- CANopen: rychlost přenosu informací 1 Mb/s a počet uzlů až 127 (LINDA (5), 2016).

4.2 Charakteristika problematiky fotovoltaického systému

Tato část popisuje základní prvky fotovoltaického systému pomoci, kterých se získává elektrická energie. Na rozvoji fotovoltaiky se podílel nástup kosmonautiky, kdy fotovoltaické články sloužily jako zdroj energie pro vesmírné družice. V roce 1958 byla první družice se solárními články, které napájely jeden z jejich vysílačů (DOLEŽAL, 2013).

4.2.1 Právní předpisy pro fotovoltaický systém

Zákon č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (MINISTERSTVO VNITRA ČESKÉ REPUBLIKY, 2000)

ČSN EN 62446-1 Fotovoltaické (PV) systémy – Požadavky na zkoušení, dokumentaci a údržbu – Část 1: Systémy spojené s rozvodnou sítí – Dokumentace, zkoušky při uvádění do provozu a kontrola (TZB-INFO, 2016)

Zákon č. 180/2005 Sb., o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů (ENERGETICKÝ REGULAČNÍ ÚŘAD (1), 2005)

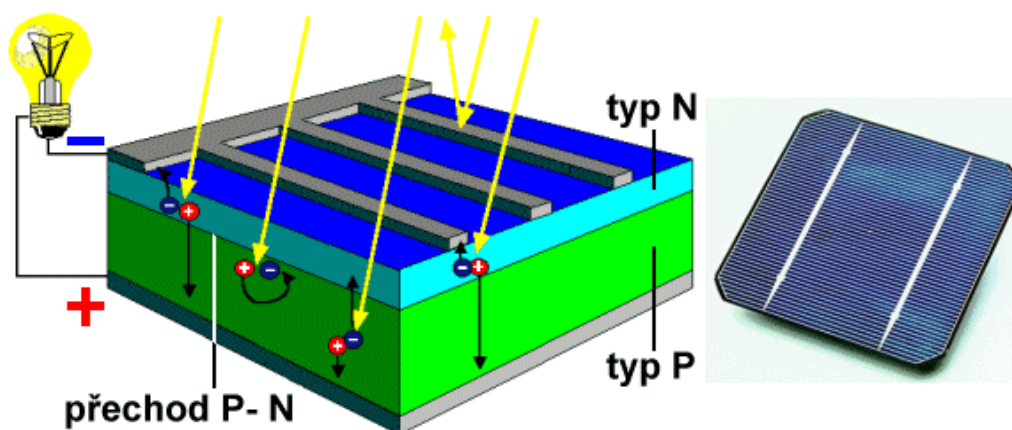
Vyhláška č. 195/2015 Sb., o způsobu regulace cen a postupech pro regulaci cen v plynárenství (ENERGETICKÝ REGULAČNÍ ÚŘAD (2), 2015)

Vyhláška č. 8/2016 Sb., o podrobnostech udělování licencí pro podnikání v energetických odvětvích (ENERGETICKÝ REGULAČNÍ ÚŘAD (3), 2016)

4.2.2 Součásti fotovoltaického systému

Fotovoltaický článek

Tvoří jednu ze základních prvků struktury pro přeměnu slunečního záření na elektrickou energii. Fotovoltaický článek je polovodičová součástka, s jedním nebo více PN přechody. Vrstva polovodiče typu N je na straně, na kterou dopadá světlo a na druhé straně je vrstva polovodiče typu P. Pokud na přední stranu solárního článku bude působit sluneční záření, vznikne v polovodiči vnitřní fotoelektrický jev. Následkem zachycených fotonů se začínají uvolňovat elektrony z jejich pevných vazeb v atomové mřížce. Elektrické napětí se pak začíná vytvářet na přechodu PN o velikosti řádově o stovky mV. Elektrický proud začne protékat, pokud připojíme do obvodu zátěž. Pro dosažení většího elektrického napětí a elektrického proudu musíme zapojit fotovoltaické články do série nebo paralelně a tím nám vznikne fotovoltaický panel (DOLEŽAL, 2013).



Obr. 11 Fotovoltaický článek (ČEZ, 2017)

a) Monokrystalické články

U monokrystalického článku se materiál skládá z jediného krystalu. Tvar článku je čtvercový o délce hrany 10, 12,5 a 15 centimetrů s ostrými nebo se zaoblenými rohy. Barva povrchu je homogenně tmavomodrá až černá. Článek se může pyšnit poměrně vysokou účinností přes 21 %, ale většinou se setkáme s průměrnou účinností 15 až 17 %. Při vyrábění monokrystalického článku se využívá Czokralská metoda (HASELHUHN, 2011).

b) Polykrystalické články

Polykrystalické články mají účinnost 13 až 16 % a jejich tvar je čtvercový o délce hrany 10, 12, 15 a 21 centimetrů s barvou povrchu modře se třpytící struktury. Při výrobě polykrystalického článku se používá metoda blokového lití. Pomocí této metody můžeme dosáhnout nižších výrobních nákladů než při výrobě monokrystalického článku. (HASELHUHN, 2011).

c) Amorfni křemíkové články

Jedná se o tenkovrstvou technologii, kterou tvoří amorfni křemík. Výroba se provádí chemickým odlučováním při teplotě 200 °C z plynného silanu. Danou technologii dosáhneme tenkých a pružných fotovoltaických článku, které mají využití pro trapézové plechové střechy nebo podobné aplikace. Nevýhoda článku je malá účinnost v rozmezí 7 až 10 %. Pro zvýšení účinnosti je každý dílčí článek optimalizován pro různé zabarvení slunečního spektra. Naopak výhoda je nižší pořizovací cena (HASELHUHN, 2011).

Akumulátorová baterie

Akumulátor slouží pro skladování elektrické energie dodané od fotovoltaických panelů. Skladovanou energii můžeme využít, pokud bude malá dodávka energie od fotovoltaických panelů za nepříznivých světelných podmínek nebo pro noční provoz spotřebiče. Další funkcí akumulátorové baterie je napájení spotřebičů při velké spotřebě proudu. U některých spotřebičů je větší proudový nárok na jejich provoz nebo mají velké startovací proudy, které nemohou fotovoltaické panely umožnit. Z tohoto důvodu se připojí spotřebič k baterii (HNILICA, 2017).

a) Olověné akumulátory

Tento typ akumulátoru je v současné době nejpoužívanější. Pro fotovoltaický systém se používají jedině trakční akumulátory na rozdíl od startovacích akumulátorů, u kterých se vyčerpá jen malé množství naakumulované energie a ihned se musí dobít. U trakční baterie se naakumulovaná energie odčerpává až do hlubokého vybití a pak dojde k nabytí akumulátoru (SUNFIN, 2015).



Obr. 12 Olověný akumulátor (TOP BATERIE, 2011)

b) Alkalické akumulátory

Zde nalezneme akumulátory nikel-ocelové Ni – Fe, nikel – metalhydridové Ni – MH, nikel – kadmiové Ni – Cd. Všechny druhy akumulátoru nejsou vhodné ve fotovoltaickém systému z důvodu vyššího samovybíjení, menší kapacity napětí článku 1,2 V a paměťového efektu. Jen akumulátor nikel-kadmiový Ni – Cd se může objevit ve fotovoltaickém systému z důvodu vyšší životnosti baterie (MURTINGER, 2007).

c) Lithium-iontové akumulátory

Tento typ akumulátoru je nejvíce rozšířen ve spotřební elektronice. Z důvodu vysoké pořizovací ceny se ve fotovoltice s daným akumulátorem nesetkáme. Lithium-iontové akumulátory mají výhody vysoké kapacity napětí článku 3 V, nízkou hmotnost ve srovnání s olověným akumulátorem zhruba o 20 % nižší. Další kladnou vlastností akumulátoru je nepatrné samovybíjení a absence paměťového efektu (MURTINGER, 2007).

Měniče napětí

Měnič převádí stejnosměrný proud dodávaný fotovoltaickými panely na střídavý proud a přizpůsobuje jeho frekvenci a velikost napětí sítě. Při převodu na střídavý proud dochází k minimálním ztrátám (HASELHUHN, 2011). Další důležitá funkce měniče je ochrana proti přepólování, přetížení a přepětí. Dané ochrany jsou z důvodu připojení systému k rozvodné síti. Z tohoto důvodu se zavedly normy, které musí měnič plnit, aby se udržela jakost dodávané energie. O činnost měniče se stará digitální řídicí obvod.

Moderní měniče mají možnost zobrazovat nebo zaznamenávat provozní stav a systémové veličiny (NOROOZI, 2017). Systémové veličiny jsou hodnoty proudu, napětí, výkonu, teploty a množství dodané energie. Tyto data můžeme získat připojením počítače k rozhraní měniče a vytvořit z nich potřebnou analýzu (DOLEŽAL, 2013).

Regulátory

Užitečným prvkem fotovoltaického systému je regulátor. Delší životnost akumulátoru ovlivníme především šetrností při nabíjení a vybíjení. Z tohoto důvodu využíváme pro optimální chod systému solární regulátor. Převážně úkolem je zamezit nešetrné provozování baterie, zabránění ztrát energie a využít maximální potenciál solární energie a zabránit některé části fotovoltaického systému, která by se mohla poškodit. Provozní napětí na regulátoru lze nastavit změnou propojek nebo po zapojení do obvodu se nastaví automaticky. Ze solárních panelů se nabíjí akumulátorové baterie pod plným proudem až do určité hodnoty napětí. Potom se může nabíjecí proud snížit nebo dojde k úplnému přerušení, ale každý regulátor má danou funkci jinou. Hodnota napětí pro ukončení nabíjení je dána napětím akumulátoru, při němž ještě nadměrně neplynuje. Abychom jsme se vyvarovali hlubokého vybití baterie, tak jedna z dalších vlastností solárního regulátoru je odpojit zátěž od akumulátoru. Další důvod odpojení zátěže je při proudovém přetížení a při zkratu v obvodu zátěže. Samozřejmě na trhu jsou regulátory, u kterých není odpojení zátěže při malém napětí. Regulátor disponuje svítící led indikací stavu systému. S tím pak máme jednoduchý přehled ohledně stavu nabití baterie nebo poruchového stavu. Dražší regulátor může být vybaven zobrazovacím panelem, kde uvidíme přímo číselné hodnoty napětí a proudu v systému (DOLEŽAL, 2013).



Obr. 13 Solární regulátor (NEVEN, 2016)

Fotovoltaické kabely

Pro fotovoltaický systém jsou kabely specifické především svojí životností, kde se přepokládá minimálně 25 let. Musí vzdorovat vlivům venkovního prostředí, extrémním teplotám a UV zářením. Solární kabely musí vzdorovat dalším vlivům, které nejsou na oko vidět. Zejména amoniaku, působení ozonu a kyselin vznikající při rozkladu biohmoty. Ta zapříčiní rychlejší stárnutí pláště kabelu, kde je použit materiál z umělé hmoty. Na izolaci žil i vnějšího pláště se využívají zesítené plasty. Například polyolefin, který vzdoruje daným podmínkám a tím získáme požadovanou životnost (LAPPGROUP, 2017).

Fotovoltaické systémy

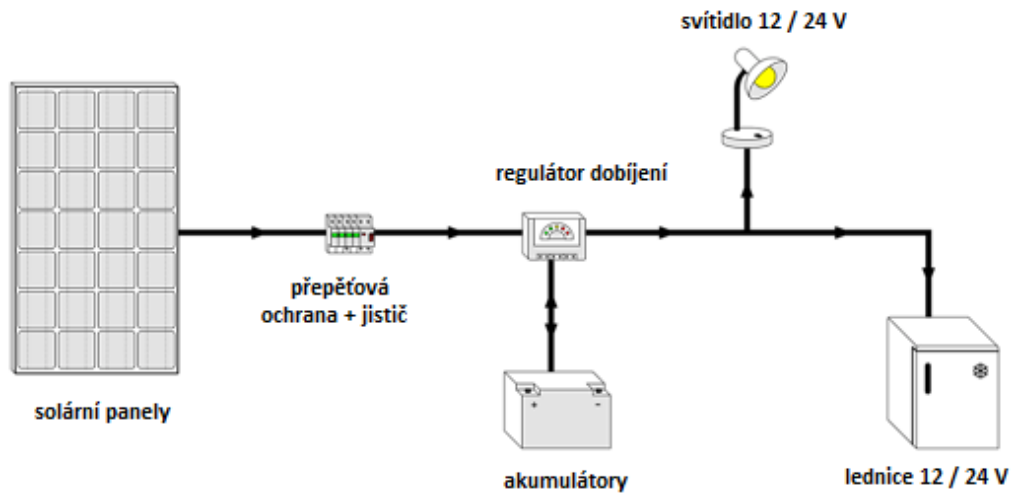
Rozdělují se zpravidla do tří skupin a tvoří je drobné aplikace, ostrovní systémy (off – grid) a síťové systémy (on – grid).

a) Drobné aplikace

Drobné aplikace tvoří nejmenší podíl ve fotovoltaickém trhu, ale jistě se s nimi setkáme v okolí. Ať už je to kalkulačka, která v sobě má zabudovaný fotovoltaický článek nebo solární nabíječka na baterie. Ve fotovoltaickém trhu začíná být poslední dobou poptávka po drobných aplikacích. Jeden z hlavních důvodů je, že lidé více cestují a chtějí si okamžitě dobít nezávisle své mobilní zařízení zejména akumulátory, notebooky, mobilní telefony a mnoho dalších (ČESKÁ AGENTURA PRO OBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE, 2017).

b) Ostrovní systémy (off – grid)

Ostrovní fotovoltaický systém (off – grid) se využívá, kde není k dispozici rozvodná síť a je zapotřebí střídavé napětí. Důvodem k instalaci ostrovních systémů je ušetření nákladů na vybudování rozvodné sítě, kde není snadné vybudovat elektrickou přípojku. S menšími ostrovními systémy se můžeme setkat na dopravních značkách, ale také budou nainstalované na budovách, kde není zavedena rozvodná síť. Ostrovní systém se rozděluje na systémy s přímým napájením, hybridní systémy a systémy s akumulací elektrické energie (ČESKÁ AGENTURA PRO OBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE, 2017).



Obr. 14 Ostrovní systém 12 V / 24 V (SOLÁRNÍ EXPERTI, 2015)

c) Síťové systémy (on – grid)

Tato skupina má nejvíce uplatnění v oblastech s rozsáhlou sítí elektrických rozvodů. Za výborných podmínek pro sluneční svit jsou spotřebiče napájeny energií z fotovoltaických článků a pokud bude přebytek energie, tak je dodáván do veřejné rozvodné sítě. Naopak pokud bude málo vlastní energie pro napájení spotřebičů, je elektrická energie odebírána z rozvodné sítě. Za pomoci mikroprocesorového řízení síťového střídače je systém plně automatický. Připojené fotovoltaické systémy do rozvodné sítě dosahují špičkových výkonů v rozhraní jednotek kilowatt až megawatt. Pro dodávání přebytku elektrické energie do rozvodné sítě je zapotřebí dostat povolení od distributora. Bez daného povolení by se neměl fotovoltaický systém instalovat (ČESKÁ AGENTURA PRO OBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE, 2017).

5 Charakteristika výchozích podmínek vybraných technologických linek

V této kapitole bude představení farmy a popis technologických částí dojícího robota DeLaval VMS. Následovat bude představení zemědělské společnosti a popis technologické části dojírny s pomocí obsluhy.

5.1 Představení farmy

Farma se nachází v okrese Žďár nad Sázavou. Na této farmě proběhlo měření spotřeby energie u dojícího robota DeLaval VMS. Dojící robot byl nainstalován na farmě v roce 2008 od společnosti DeLaval a patřil mezi první dojící roboty, která společnost v České republice nainstalovala. Dojící robot nahradil zastaralou dojírnu, kde bylo zapotřebí obsluhy. Majitel farmy má v objektu kolem 70 kusů dojnic a vlastní zhruba 100 ha obhospodařované půdy. O farmu a vše kolem ní se stará majitel a jeho zaměstnanec. Instalace dojícího robota na farmě, byl technologickým krokem vpřed, protože veškerou časově zdlouhavou a náročnou práci při dojení předali dojícímu robotu. Ušetřený čas pak mohou věnovat jiné činnosti.



Obr. 15 Farma (SEZNAM (2), 2015)

5.2 Technologické části robotu DeLaval VMS

V následující podkapitole bude popis hlavních technologických částí dojícího robota DeLaval VMS. Tento dojící robot je druhý nejpopulárnější v České republice po dojícím robotu od společnosti Lely.

5.2.1 Hlavní rám konstrukce

Jednoboxová konstrukce dojícího robota DeLaval VMS je zhotovena z ocelových profilů především trubek a jeklů, které jsou spojovány sváry a šroubovými spoji. Kontejner je prostorný a elektrolytický leštěn z důvodu snadného zbavení nanesených nečistot a zároveň dodá unikátní vzhled. Menší části kontejneru jsou vyrobeny z nerezové a glazované oceli. Jeden z hlavních důvodů, proč je veškerý materiál opatřen povrchovými úpravami je, že dojící robot je vystaven okolním podmínkám kde by brzo docházelo ke korozi a také se zlepší mechanické vlastnosti. Podlaha je zhotovena z pryžového materiálu a má za úkol zabránit dojnici v uklouznutí při vstupu a výstupu do boxu. Celý dojící robot je umístěn na vybetonovaném rovném povrchu.



Obr. 16 DeLaval VMS (Tesař, 2018 (archiv autora))

5.2.2 Vstupní a výstupní dvířka

Vstupní a výstupní dvířka se nachází v boční části boxu a jsou k ní zachycena rotační vazbou, tj. panty. Dveře jsou vyrobeny z ocelových trubek a v celek spojeny sváry. Také jsou opatřeny povrchovou úpravou jako hlavní rám konstrukce. Otevírání a zavírání vstupních a výstupních dvířek je plně automatizované. Starají se o to dva hydraulické motory, které jsou umístěny na vrchní části dveří a kontejneru. Hydraulické motory mají pracovní kapalinu minerální olej.

5.2.3 Krmná mísa

Krmná mísa je vyrobena z nerezového plechu, která byla technologicky tvářena do požadovaného tvaru. Krmná mísa je spojena svárem k ocelovému rámu z trubek a tvoří jednu součást. Celá součást je následně usazena do rotační vazby k vrchní části boxu vedle výstupních dvířek. K součásti ze strany, na které nedochází ke krmení dojnice je osazen jedním koncem hydraulický motor s pracovní kapalinou minerálního oleje a druhý konec je připevněn k boxu. Hydraulický motor mění polohu krmné součásti při vstupu a výstupu dojnice. Do krmného žlabu je také umístěn výstup krmného dopravníku.

5.2.4 Identifikační sestava

Identifikační sestava je umístěna na boční straně boxu a je složená z antény, čtecího a vyhodnocovacího zařízení. S řídicí a vyhodnocovací jednotkou je propojena stacionární anténa a tvoří celek, který je následně propojen s technologickým mikropočítačem (LARS, 2011). Stacionární anténa je z důvodu vysílání radiofrekvenčních impulsů o určité frekvenci (DOLEŽAL, 2000).

5.2.5 Rameno

Dojící robot DeLaval VMS má napohled robustní jednoúčelové rameno, které zajišťuje přesný pohyb, rychlost a tuhost. Rameno dojícího robota je vyrobeno z nerezových ocelových trubek. Vysoce legovaná ocel je použita z důvodu odolnosti proti korozi a výborných mechanických vlastností. Jednoúčelové rameno má kinematickou strukturu angulární z důvodu složení ze dvou částí a tří rotačních vazeb. Pracovní prostor ramene je ve tvaru kruhového vrchlíku. První část ramene je nosná a rotační vazbou

je zachycena k hlavní konstrukci proti vstupním a výstupním dveřím. Tato část se otáčí kolem osy z. V druhé části ramene se nachází poslední dvě rotační vazby, které umožňují pohyb a otáčení v ose z a y. O celý automatizovaný pohyb ramene se starají tři hydraulické motory.



Obr. 17 Robotické rameno DeLaval VMS (Tesař, 2018 (archiv autora))

5.2.6 Pracovní hlavice

Pracovní hlavici neboli efektor nalezneme na konci druhé části ramene umístěné k jeho přípojovací desce. Efektor je prostorově uspořádán a zajišťuje provozní spolehlivost s minimální hmotností. Strukturu pracovní hlavice u dojícího robota DeLaval VMS tvoří přípojovací deska (P), doplňkový pohybový systém (M) a jako poslední přípojovací deska (V). Přípojovací deska (P) je spojena s koncem ramene a rotační vazba s hydraulickým motorem tvoří pohybový systém v ose x (M) a k přípojovací desce (V) je umístěna mechanická aktivní úchopná čelist, optická kamera CCD a tryska.



Obr. 18 Efektor (Tesař, 2018 (archiv autora))

5.2.7 Pracovní panel

Je zabudován do hlavního rámu dojícího robota a vstupní a výstupní kabely jsou propojeny s řídicím systémem. LCD panel má kapacitní displej z důvodu lepší citlivosti a přesnosti, při dotyku lidské ruky. Pracovním panelem se ovládá manažerský software, který je naprogramován v objektově orientovaném jazyce. Díky softwaru a pracovnímu panelu je možnost řídit a nastavovat dojící robot a získávat přehled nad celým dojícím procesem.

5.2.8 Řídicí systém

V ochranném boxu, kde je kladen požadavek stupně krytí (IP) na ochranu proti vlhkosti, nebezpečným dotykem a vniknutí cizích částic je umístěna v šasi deska řídicího systému. Řídicí systém dojícího robota je složen z několika modulů PLC v různém konstrukčním provedení, akční členy, síťové propojení, vstupní a výstupní porty. Řídicí systém se stará o provoz všech technologických bloků, například pohyb ramene, provoz boxu, distribuce mléka a o několik dalších bloků.

5.2.9 Blok strukových násadců

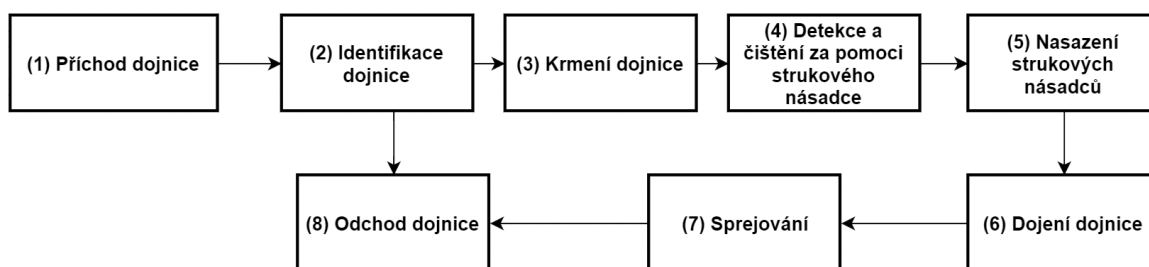
Tato technologická část je umístěna vedle dojícího ramene, protože pracovní hlavice pracuje s pěti strukovými násadci v daném bloku. Čtyři strukové násadce jsou pro získání mléka a jeden strukový násadec slouží pro diagnostiku mléka a očištění strukové čtvrti dojnice. Další prvky v bloku jsou čistící trysky pro strukové násadce, mléčné a vodní hadice.

5.2.10 Technologická část pro diagnostiku a přepravu mléka

Všechny součásti se nachází v ochranném boxu a je na ně kladen určitý požadavek stupně krytí (IP). Nachází se zde bezolejový kompresor, který dodává vodu pro očištění strukových násadců, nerezové potrubní vedení, čtyři optické měřiče mléka, které monitorují rychlost toku, nádoj, vodivost a příměs krve u jednotlivých čtvrtí. Dále je umístěn pulsátor, uzavírací ventily vedení mléka a sběrná přečerpávací nádoba.

5.3 Dojící proces v dojícím robotu DeLaval VMS

Postup dojícího procesu v dojícím robotu DeLaval je znázorněn blokovým schématem na obr. 19. Každý prvek je považován za černou skříňku v blokovém schéma a znázorňuje jednotlivý krok dojícího procesu.



Obr. 19 Dojící proces v dojícím robotu DeLaval VMS (Tesař, 2018 (archiv autora))

V prvním kroku je dojící robot DeLaval VMS v klidovém stavu a výstupní dveře má zavřené a vstupní dveře naopak otevřené. Otevřenými dveřmi vchází dojnice do dojícího robota. Jakmile je dojnice uvnitř robota, tak se výstupní dveře ihned zavřou a následuje druhý krok. Dochází zde k identifikaci skotu za pomoci transpondéru a identifikační sestavy. Software robota vyhodnotí, jestli dojnice již neměla za sebou dojící proces. Pokud dojnice měla za sebou dojení. Nastane krok osmý, ve kterém se otevřou výstupní dveře a dojnice odejde z dojícího robota, protože dojící robot neučiní dojící proces. Po odchodu dojnice z robota se výstupní dveře zavřou a vstupní dveře znovu otevřou a dojící robot je znovu v prvním kroku. Po příchodu další dojnice se opakuje první a druhý krok, který jsme si popsali, ale bude změna ve druhém kroku, kde dojnice bude vyhodnocena softwarem dojícího robota, že bude dojící proces. Pokud přijde dojící proces přesuneme se do třetího kroku. V tom to kroku se za pomoci hydraulického motoru

vysune krmná mísa a krmným dopravníkem se dopraví dané množství krmiva do žlabu. Tím dojde k uspokojení dojnice a neměla by být ve stresu. Při krmení dojnice krmivem se dostáváme do čtvrtého kroku. Ve čtvrtém kroku je v pracovním provozu rameno a efektor dojícího robota DeLaval VMS. Mechanická aktivní úchopná čelist, která je zahrnuta v efektoru uchopí čisticí strukový násadec z bloku strukových násadců. Pak se spustí optická kamera CCD na efektoru, která navádí dojící rameno s efektozem pro očištění, stimulaci a osušení strukové čtvrti čisticím strukovým násadcem. Pokud byla poslední operace čištění provedena na strukové čtvrti rameno vrátí strukový násadec zpět. Po daných technologických úkonech ve čtvrtém kroku bude pátý krok. Tam proběhne nasazení strukových násadců na strukovou čtvrt' stejným způsobem, jak ve čtvrtém kroku. V šestém kroku po nasazení strukových násadců dojde k oddojení prvních stříků ze strukové čtvrti dojnice a následně jeho vyhodnocení za pomoci čtyř optických měřičů mléka. Po vyhodnocení dochází k dojicímu procesu a nestandardní mléko je odváděno mimo chladicí tank. Jestliže spadne strukový násadec během dojícího procesu ihned je zpětně nasazen. Pokud dojde k ukončení dojícího procesu, tak se všechny strukové násadce sami šetrně sundají a vrátí do bloku strukových násadců. Po skončení šestého kroku, v němž docházelo k dojení dojnice následuje sedmý krok. Kde se tryskou na efektoru sprejuje struková čtvrt' pro zdraví vemene dojnice. V posledním osmém kroku se otevřou výstupní dveře a zároveň se zasune žlab, aby dojnice mohla odejít z dojícího robota. Také se očistí strukové násadce vodními tryskami, zavřou se výstupní dveře a vstupní dveře se otevřou. Dojící robot je znovu v klidovém stavu a čeká na další dojnici.

5.4 Představení zemědělské společnosti

Zemědělská společnost se nachází v okrese Žďár nad Sázavou a zde proběhlo druhé měření spotřeby elektrické energie v paralelní dojárně. V zemědělské společnosti je 35 zaměstnanců a obhospodařované půdy kolem 1600 ha. Areál společnosti je rozlohou poměrně velký. Můžeme zde vidět zrekonstruovaný kravín, ve kterém se nachází okolo 440 dojníc a kde je paralelní dojírna. Další objekty jsou nově postavené pro chov mladého skotu. Zemědělská společnost se nevěnuje jen skotu, ale také mají jeden objekt pro chov prasat.



Obr. 20 Zemědělská společnost (SEZNAM (1), 2017)

5.5 Technologické části paralelní dojírny

Dojírna v zemědělské společnosti je navržena a nainstalovaná společností Bauer Technics.

5.5.1 Konstrukce paralelní dojírny

Paralelní dojírna je navržena 2 x 12. Její konstrukce je vyrobena z nerezového a ocelového materiálu, který je opatřen povrchovou úpravou proti korozi. Převažuje zde trubkový profil. Podlaha dojírny na obou stranách, na které se pohybují dojnice je zhotovena z protiskluzových kachlí. Ve středu je vytvořen kanál pro odvod výkalů z dojnic a vody při čištění podlahy. V těchto částech se nachází zábradlí, které je pohyblivé a zvedne se za pomoci dvou hydraulických pístnic a umožňuje tak rychlý odchod dojnic po dojicím procesu. Střední část dojírny má podlahu v nižší úrovni než podlaha, na které se pohybují dojnice. Aby se příslušný pracovník nemusel krčit k dojnici při pracovním úkonu. Ve střední části dojírny se nachází příslušná stanoviště a prvky pro dojicí proces.



Obr. 21 Konstrukce paralelní dojírny (Tesař, 2018 (archiv autora))

5.5.2 Čekárna pro sekci dojníc

Čekárna je navržena pro 90 kusů dojníc. Konstrukce je zhotovena z trubkového profilu, který je vyroben ocelového materiálu. Povrch trubkového profilu je opatřen proti korozi. Čekárna má plně automatizované vstupní a výstupní dveře za pomoci hydraulické pístnice. Vstupní dveře spojují čekárnu se stájí, ve které se nachází sekce dojníc. Výstupními dveřmi se dojnice dostanou do dojírny. V čekárně je také nainstalován elektrický naháněč, který je poháněn elektromotorem a je rozmístěn po celé délce čekárny.



Obr. 22 Čekárna pro sekci dojníc (Tesař, 2018 (archiv autora))

5.5.3 Identifikační sestava

Identifikační sestava je umístěna na spodní části výstupních dveří čekárny. Identifikace proběhne stejným principem jak u dojícího robota. Při identifikaci dojnice se zobrazí informace na LCD panelu na daném stanovišti v dojírně.



Obr. 23 Identifikační sestava (Tesař, 2018 (archiv autora))

5.5.4 Technologická část dojícího stanoviště

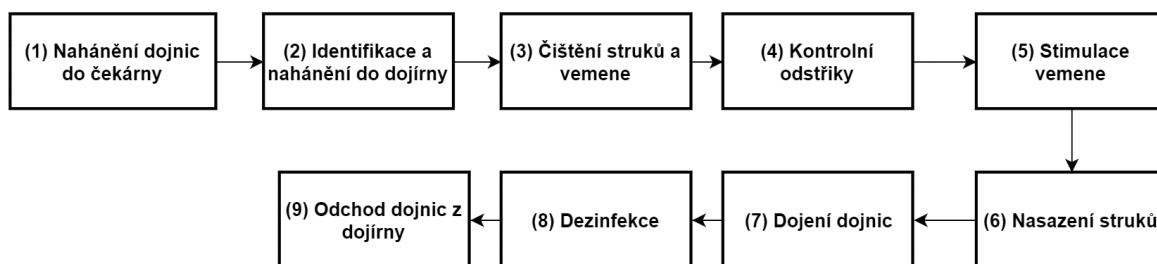
Paralelní dojírna má 24 dojících stanovišť všechny prvky jsou u každého stanoviště totožné. Na dojícím stanovišti nalezneme LCD panel pro řízení dojícího procesu, pulzátor, strukové násadce a mléčné hadice. Pro očištění podlahy a dojnic je nainstalovaná hadice s rozprašovačem.

5.5.5 Technologická část pro strojní zařízení

V objektu, kde je paralelní dojírna se nachází oddělená místnost. V této části se nachází technologické strojní zařízení. Například dvě vývěvy pro strojní dojení, chladicí tank pro mléko a hydraulický kompresor, který pohání pístnice. Technologický blok je oddělen z důvodu hlučnosti při provozu strojního zařízení.

5.6 Dojící proces v paralelní dojírně

Dojící proces v paralelní dojírně s pomocí obsluhy bude rovněž znázorněn za pomoci blokového schéma jak u dojícího robota. Opětovně bude každý prvek představovat černou skříňku v blokovém schéma a znázorňovat jednotlivý krok dojícího procesu. Dojící proces v paralelní dojírně není plně automatizován jak na farmě, ale bude v kroku dojícího procesu zapojena i obsluha.



Obr. 24 Dojicí proces v paralelní dojírně (Tesař, 2018 (archiv autora))

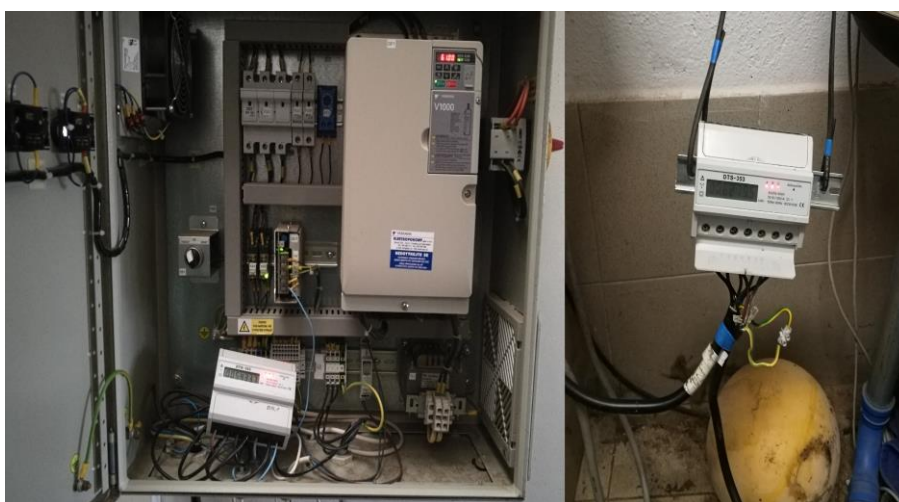
V prvním kroku se nahání ze stáje sekce dojníc do čekárny dvěma naháněči. Pokud je sekce dojníc v čekárně následuje druhý krok. Kde si dva příslušní pracovníci naženou z čekárny do paralelní dojírny 24 dojníc za pomoci automatizovaného naháněče, který je umístěn v čekárně. Skot jde do dojírny přes výstupní dveře z čekárny, u kterých je nainstalovaná identifikační sestava. Tam proběhne identifikace jednotlivé dojnice, které se pak řadí jedna za druhou v dojírně. V třetím kroku dva pracovníci očistí suchou metodou každé dojnici vemeno a strukovou čtvrt. Je-li některý struk silně znečištěn obsluha ho opláchne proudem vody. Po skončení třetího kroku následuje čtvrtý krok, ve kterém obsluha provede kontrolu kvality mléka za pomoci odstříkávání vzorku mléka z každé strukové čtvrti. Zde obsluha určí, jaký způsob dojení proběhne na dojnici. V pátém kroku obsluha provede ruční stimulaci vemene u každé dojnice. V šestém kroku příslušný pracovník nasadí strukové násadce, které vedou pro dojení do konví nebo do potrubí. Dojení do konví proběhne u dojnice z důvodu špatné kvality mléka, která se vyhodnocuje ve čtvrtém kroku. V sedmém kroku na každém stanovišti obsluha zapne na LCD panelu dojicí proces. Dojicí proces na dojnici se ukončí automaticky za pomoci vyhodnocení pulzátoru, který je u každého stanoviště. Dále se pak automaticky sundají strukové násadce na všech stanovištích. V předposledním kroku obsluha nanese dezinfekční přípravek na strukovou čtvrt. Poslední krok je po ukončení dojicího procesu a jeden z příslušníků zmáčkne jednoduchý spínač pro rychlý výstup dojníc z paralelní dojírny, kdy hydraulické pístitnice vyzvednou zábrany pro umožněný rychlý odchod skotu z dojírny. Po odchodu skotu obsluha umyje všechny strukové násadce proudem vody a podlahu, aby vše bylo čisté a mohl dojít k dalšímu dojicímu procesu.

6 Návrh řešení a dosažené výsledky

V této kapitole bude popis měření na vybrané farmě a zemědělské společnosti. V kapitole budou dále naměřené hodnoty za dva měsíce a podle těchto výsledků bude navržena inovace technologické linky na dojení skotu na vybrané zemědělské farmě.

6.1 Popis měření na vybrané farmě a zemědělské společnosti

Měření spotřeby elektrické energie při dojícím procesu se provádělo na předem domluvené farmě a zemědělské společnosti. Farma a zemědělská společnost a jejich technologické linky jsou popsány v kapitole 5. Měření spotřeby elektrické energie probíhalo paralelně po dobu dvou měsíců za použití dvou tří fázových, jednosazbových, podružných digitálních elektroměrů DTS-353-L 100A 7M. Jeden měřící elektroměr měřil spotřebu elektrické energie na dojícím robotu, kterého vlastní farma a druhý elektroměr byl zapojen v zemědělské společnosti, kde mají paralelní dojírnu. Zapojení a následné odpojení měřících zařízení na příslušné technologické linky provedl odborně elektrikář. Na farmě a zemědělské společnosti se odečítaly naměřené hodnoty za dobu 24 hodin z měřících elektroměrů a ze stolního počítače, který příslušný subjekt vlastnil a měl už nainstalovaný software z kterého se získávaly hodnoty o počtu dojení a nádoji mléka za danou dobu. Za 24 hodin proběhl dojící proces dvakrát v zemědělské společnosti a na farmě.



Obr. 25 Zapojené měřící elektroměry na subjektech (Tesař, 2018 (archiv autora))

6.2 Naměřené a získané hodnoty

Z dvou měsíčního měření se získaly hodnoty, ze kterých se dále vytvořily čtyři tabulky. V prvním sloupci tabulky se nachází údaj o datumu měření a následně v dalších sloupcích jsou hodnoty spotřeby elektrické energie, počtu dojení a nádoji mléka. První dvě tabulky jsou naměřené hodnoty ze zemědělské společnosti a poslední dvě tabulky jsou naměřené hodnoty z farmy.

Datum	Elektrina [kWh]	Počet dojnic	Nádoj mléka
01.10.2017	55,1	773	11120
02.10.2017	47,2	768	10792
03.10.2017	49,8	769	10870
04.10.2017	57,1	762	12114
05.10.2017	49,0	761	11460
06.10.2017	48,2	755	10921
07.10.2017	52,1	744	10530
08.10.2017	57,0	756	11419
09.10.2017	49,1	748	10311
10.10.2017	46,5	753	11410
11.10.2017	54,2	746	10550
12.10.2017	53,8	741	11091
13.10.2017	47,0	761	12010
14.10.2017	48,8	762	11628
15.10.2017	52,5	771	11983
16.10.2017	53,0	765	11780
17.10.2017	49,2	753	10440
18.10.2017	51,3	752	10590
19.10.2017	52,9	758	11513
20.10.2017	51,3	751	10377
21.10.2017	45,8	748	11400
22.10.2017	56,8	760	11610
23.10.2017	51,0	769	10923
24.10.2017	55,0	766	11611
25.10.2017	48,6	759	10599
26.10.2017	47,2	762	11239
27.10.2017	48,1	758	10901
28.10.2017	49,1	769	11090
29.10.2017	50,0	770	10692
30.10.2017	49,9	763	10739
31.10.2017	51,6	765	10590

Datum	Elektrina [kWh]	Počet dojnic	Nádoj mléka
01.11.2017	49,7	763	11490
02.11.2017	57,0	764	11400
03.11.2017	60,5	769	11087
04.11.2017	52,0	771	11787
05.11.2017	47,7	769	11701
06.11.2017	52,4	768	10770
07.11.2017	50,9	744	11500
08.11.2017	56,8	740	11038
09.11.2017	47,3	741	11137
10.11.2017	56,8	763	10928
11.11.2017	50,5	760	10808
12.11.2017	52,3	746	11505
13.11.2017	49,0	741	10668
14.11.2017	53,7	742	10700
15.11.2017	47,5	741	10720
16.11.2017	55,0	755	10890
17.11.2017	48,2	756	10700
18.11.2017	50,3	722	10782
19.11.2017	52,2	748	11402
20.11.2017	56,3	772	11994
21.11.2017	55,1	770	11190
22.11.2017	53,8	768	10700
23.11.2017	57,8	766	10761
24.11.2017	50,0	760	10920
25.11.2017	50,2	758	10597
26.11.2017	49,3	761	10708
27.11.2017	48,8	768	10720
28.11.2017	52,9	766	10808
29.11.2017	59,0	767	11690
30.11.2017	46,3	744	10922

Tab. 1 Výsledky měření ze zemědělské společnosti (Tesař, 2018 (archiv autora))

Datum	Elektrřina [kWh]	Počet dojnic	Nádoj mléka	Datum	Elektrřina [kWh]	Počet dojnic	Nádoj mléka
01.10.2017	20,0	116	1236	01.11.2017	18,9	118	1311
02.10.2017	22,1	115	1249	02.11.2017	20,3	116	1174
03.10.2017	19,4	115	1190	03.11.2017	17,0	117	1206
04.10.2017	23,8	118	1283	04.11.2017	18,8	117	1205
05.10.2017	18,5	113	1189	05.11.2017	19,0	118	1352
06.10.2017	18,3	113	1218	06.11.2017	19,2	118	1308
07.10.2017	19,6	111	1153	07.11.2017	21,7	118	1273
08.10.2017	22,1	114	1226	08.11.2017	18,0	118	1290
09.10.2017	22,8	115	1230	09.11.2017	23,2	113	1297
10.10.2017	18,5	112	1173	10.11.2017	19,1	118	1346
11.10.2017	23,0	117	1297	11.11.2017	20,5	118	1373
12.10.2017	23,8	118	1310	12.11.2017	25,8	115	1243
13.10.2017	24,4	117	1342	13.11.2017	23,7	118	1213
14.10.2017	20,0	115	1190	14.11.2017	18,9	116	1220
15.10.2017	19,7	114	1170	15.11.2017	22,7	118	1283
16.10.2017	24,3	118	1292	16.11.2017	23,0	118	1371
17.10.2017	18,3	113	1240	17.11.2017	19,2	117	1220
18.10.2017	24,5	113	1210	18.11.2017	20,4	117	1223
19.10.2017	21,6	115	1232	19.11.2017	18,9	117	1326
20.10.2017	21,1	118	1280	20.11.2017	24,6	115	1210
21.10.2017	18,3	118	1231	21.11.2017	23,9	113	1230
22.10.2017	19,9	118	1301	22.11.2017	23,1	113	1261
23.10.2017	18,1	117	1257	23.11.2017	18,6	111	1192
24.10.2017	25,8	116	1279	24.11.2017	19,7	115	1219
25.10.2017	21,2	116	1170	25.11.2017	22,7	118	1289
26.10.2017	22,3	115	1189	26.11.2017	25,1	118	1302
27.10.2017	18,8	112	1139	27.11.2017	22,0	114	1279
28.10.2017	18,3	113	1155	28.11.2017	21,8	115	1244
29.10.2017	21,4	115	1217	29.11.2017	18,0	118	1321
30.10.2017	22,6	116	1193	30.11.2017	18,4	118	1289
31.10.2017	21,0	115	1210				

Tab. 2 Výsledky měření z farmy (Tesař, 2018 (archiv autora))

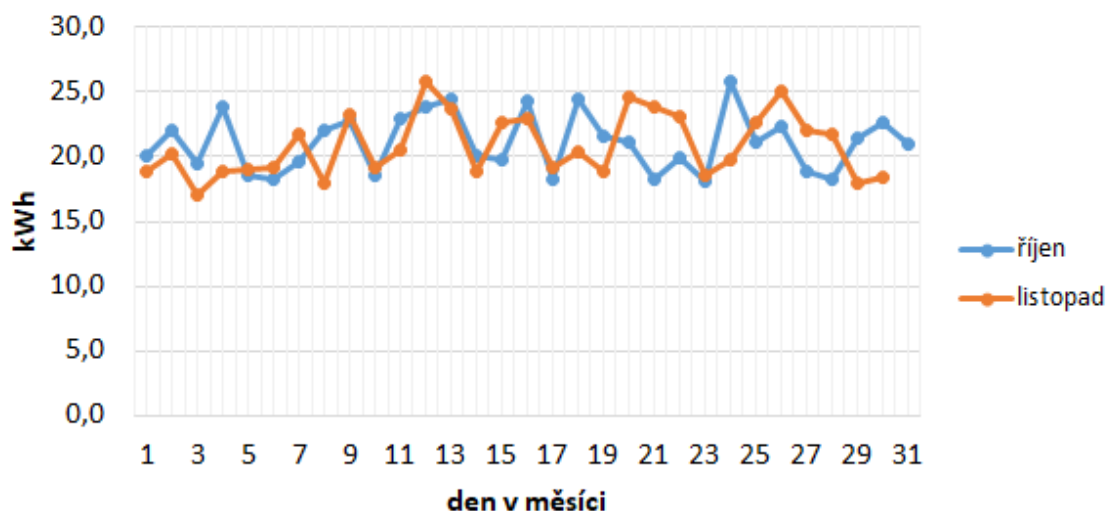
6.2.1 Analýza naměřených hodnot ze zemědělské společnosti a farmy

Pro vytvoření analýzy se vypočítaly průměrné hodnoty z výsledků měření. Pro vypočítané průměrné hodnoty se vytvořila přehledná tabulka, v které se nachází měsíc měření, průměrná spotřeba za den, průměrný počet dojení za den, průměrný celkový nádoj mléka za den a průměrný nádoj mléka na dojnici za den.

	měsíc	průměrná spotřeba kWh * den ⁻¹	průměrný počet dojení * den ⁻¹	průměrný celkový nádoj mléka * den ⁻¹	průměrný nádoj mléka na dojnici * den ⁻¹
Zemědělská společnost	říjen	50,9	760	11106	29
	listopad	52,3	757	11067	29
Farma	říjen	21	115	1227	21
	listopad	20,8	116	1269	22

Tab. 3 Průměrné hodnoty z naměřených hodnot (Tesař, 2018 (archiv autora))

Porovnáme-li dva subjekty proti sobě, tak zemědělská společnost má o 8 litrů větší průměrný denní nádoj mléka na dojnici. Příčina větší dojivosti dojnic může být, že zemědělská společnost vlastní jiná plemena skotu nebo se jím dává kvalitnější krmivo a jeho větší množství. Spotřeba elektrické energie je menší v zemědělské společnosti, kde dochází k dojicímu procesu v paralelní dojárně s pomocí obsluhy. Na farmě se používá pro dojící proces dojící robot, který nepotřebuje žádnou obsluhu a je zde plně automatizovaný dojící proces, který na úkor toho vyžaduje větší spotřebu elektrické energie. Pokud by dojící robot měl stejný počet dojení, jak v zemědělské společnosti byla by spotřeba elektrické energie jednou taková, a navíc by bylo potřeba na takové množství dojnic více dojících robotů. Naměřené hodnoty a průměrné hodnoty by měly být po celý rok téměř totožné. Lze to určit podle doby měření a také že farma a zemědělská společnost má objekty pro chov skotu navržené pro určitou kapacitu a momentální počet kusů dojnic na farmě a zemědělské společnosti je optimální. Na farmě pro snížení nákladu za spotřebu elektrické energie můžeme docílit inovací technologické linky na dojení skotu za pomocí fotovoltaického systému. Pro danou inovaci nás bude zajímat spotřeba elektrické energie za dobu měření.



Obr. 26 Spotřeba elektrické energie na farmě (Tesař, 2018 (archiv autora))

Podle obr. 26 lze posoudit, že hodnoty se pohybují téměř ve stejném rozmezí a inovace technologické linky na dojení skotu za pomoci fotovoltaického systému je vhodná volba.

6.3 Návrh fotovoltaického systému pro technologickou linku na dojení skotu

Inovace technologické linky na dojení skotu bude realizována hybridní fotovoltaickou elektrárnou, která bude nainstalována na farmě. S hybridní fotovoltaickou elektrárnou budeme dodávat elektrickou energii dojicímu robotu pro dojení skotu. Pokud budou solární panely vyrábět přebytečnou elektrickou energii při dobrém slunečním svitu, tak bude elektrická energie dodávaná pro dojící robot a také pro dobíjení akumulátorů. Akumulátory nám také poslouží jako záložny zdroj energie. Při malé výrobě elektrické energie solárními panely pro dojící proces lze využít nabité akumulátory nebo rozvodnou síť. Zde na farmě bude využita nejvýhodnější technologie fotovoltaického systému, kde můžeme dodávat elektrickou energii dojicímu robotu z fotovoltaických panelů a nějakou dobu z akumulátorů nebo přímo z rozvodné sítě. Proto se navrhovaný systém jmenuje hybridní fotovoltaická elektrárna.

6.3.1 Výpočet produkce elektrické energie

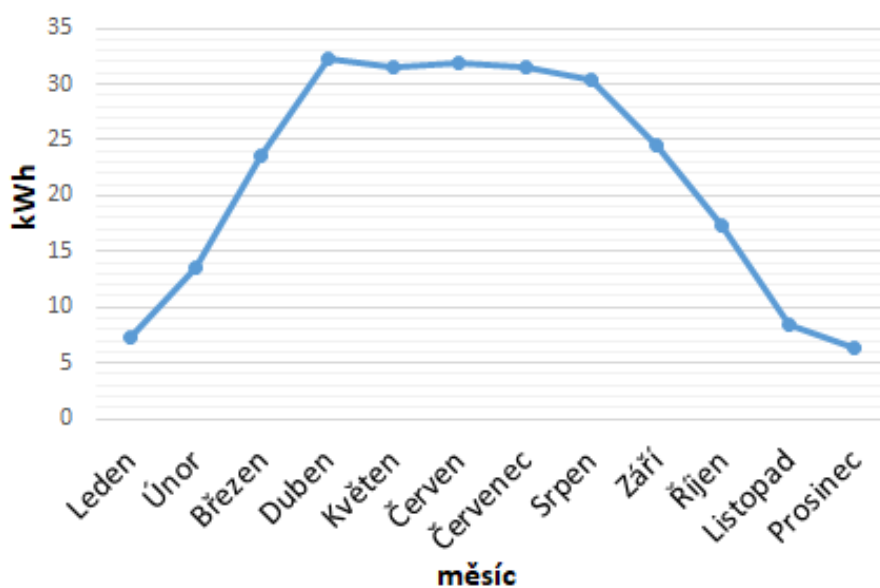
Pro výpočet produkce elektrické energie z hybridní fotovoltaické elektrárny použijeme online kalkulaci od PVGIS, kterou využívá mnoho firem pro návrhy fotovoltaických systémů. Aby nám online kalkulačka spočítala průměrnou denní produkci elektřiny, průměrnou měsíční výrobu elektřiny a roční výrobu elektřiny. Musí se vybrat v online nástroji lokalita objektu pro vyhodnocení ročního záření slunce a dále vyplnit vstupní data výkonnosti fotovoltaických panelů. Tento údaj závisí na spotřebě elektrické energie. Další vstupní údaj je sklon fotovoltaických panelů v rozmezí 0° až 90° a typ fotovoltaických panelů. Ve výsledných výpočtech jsou také zahrnuté ztráty kolem 20 % fotovoltaického systému. Po zadání vstupních dat a jejich výpočtu získáme hodnoty, které jsou uvedeny v tab. 4.

Měsíc	E_d [kWh]	E_m [kWh]
Leden	7,32	227
Únor	13,6	382
Březen	23,5	729
Duben	32,2	967
Květen	31,6	981
Červen	31,9	958
Červenec	31,5	977
Srpen	30,4	942
Září	24,5	735
Říjen	17,3	537
Listopad	8,51	255
Prosinec	6,34	197
Roční průměr	21,6	657
Celkem za rok		7887

E_d – Průměrná denní produkce energie [kWh];

E_m – Průměrná měsíční produkce energie [kWh].

Tab. 4 Výpočet produkce elektrické energie v online nástroji PVGIS (PVGIS, 2012)



Obr. 27 Průběžná denní výroba elektrické energie v měsíci (PVGIS, 2012)

Dojící robot má spotřebu elektrické energie za den v průměru 21 kWh podle provedené analýze z naměřených hodnot. Hodnota výkonosti fotovoltaických panelů se zadala 8 kWp do online kalkulace. Fotonvoltaická elektrárna bude přímo dodávat dojícímu robotu při dojícím procesu elektrickou energii od měsíce března až do září a přebytkem dodávané energie se budou napájet akumulátory, které se využijí při špatném slunečním svitu. V těchto měsíčních obdobích nebude potřeba dodávat elektrickou energii do dojícího robota z rozvodné sítě. Dodávka elektrická energie z rozvodné sítě bude potřeba až v měsíci leden, únor, říjen, listopad a prosinec. Aby se dodávala elektrická energie z fotovoltaického systému po celý rok. Musela by se zvýšit výkonost fotovoltaických panelů a tím by došlo k předimenzování a cena za systém by byla příliš vysoká. Investovaná částka by se pak vůbec nemusela vrátit u fotovoltaického systému, který by celoročně vyráběl elektrickou energii pro dojící robot a nebylo by zapotřebí rozvodné sítě. Hybridní systém, který bude navržen pro farmu se může kdykoliv inovovat navýšením solárních panelů. Spočítané výsledky produkce elektrické energie se mohou v praxi lišit.

6.3.2 Komponenty pro navrženou hybridní fotovoltaickou elektrárnu

Komponenty pro realizaci hybridního fotovoltaického systému se vybrali ze stránky od firmy SOLIDSUN.

Fotovoltaické panely

Pro hybridní fotovoltaickou elektrárnu se zvolil panel Omsun 250 W. Parametry fotovoltaického panelu jsou:

Špičkový výkon P_{mpp}	250 W
Napětí V_{mpp}	31,36 V
Proud I_{mpp}	7,98 A
Napětí naprázdno V_{oc}	38,41 V
Proud nakrátko I_{sc}	8,51 A
Účinnost	15,20 %
Rozměry	1 640 x 991 x 40 mm
Váha	20,5 kg
Počet článků na jednom panelu	60 (156 x 156 mm)

Tab. 5 Parametry Omsun 250 Wp (SOLIDSUN, 2017)

Při kalkulaci se zadala vstupní hodnota výkonu fotovoltaických panelů 8 kW pro danou hodnotu se musí vypočítat potřebný počet fotovoltaických panelů Omsun 250 W.

Výpočet pro potřebný počet fotovoltaických panelů:

$$P_{FV} = 8 \text{ [kW]} \Rightarrow 8000 \text{ [W]}$$

/1/

$$P_{mpp} = 250 \text{ [W]}$$

$$x = P_{FV} / P_{mpp} = 8000 / 250 = 32 \text{ [Ks]}$$

kde:

P_{FV} – výkonost fotovoltaického systému [kW];

P_{mpp} – výkonost jednoho fotovoltaického panelu [W];

x – výsledný počet fotovoltaických panelů [Ks].

Podle vypočítaného výsledku bude potřeba pro návrh 32 fotovoltaických panelů. Panely budou umístěny na střeše farmy ve sklonu 30° směrem na jih.

Střídač napětí

Zvolí se pro návrh tří fázový střídač GoodWe GW10K-DT. Tento střídač bude převádět stejnosměrné napětí na výstupní střídavé napětí a také bude nabíjet akumulátory. Střídač umožňuje monitoringu přes aplikaci v mobilu. Parametry střídače GoodWe GW10K-DT jsou:

Vstupní napěťový rozsah	260 – 1000 V DC
Výstup	Výstupní napětí: 400 V AC \pm 2 % Frekvence: 50 Hz \pm 0,1 %
Maximální DC proud	22 A
Počet MPPT	2
MPPT účinnost	99,90 %
EUR účinnost	97,70 %
Kategorie ochrany	IP 65
Váha	39 kg
Rozměry	516 x 650 x 203 mm
Komunikace	USB 2.0 / RS485 / Wi-Fi

Tab. 6 Parametry střídače GoodWe GW10K-DT (SOLIDSUN, 2017)

Solární regulátor nabíjení

Solární regulátor se zvolil GoodWe BP series a má následující parametry:

Max. vstupní výkon FVE	6 000 W
Max. vstupní napětí (DC)	600 V
Max. vstupní proud (DC)	25 A
Max. nabíjecí/vybíjecí výkon	2 500 W / 2 500 W
Max. nabíjecí/vybíjecí proud	50 A / 50 A
Výstupní jmenovité napětí (DC)	380 V
Výstupní jmenovitý proud (DC)	6,5 A
Nabíjecí napětí	40 – 60 V
Kategorie ochrany	IP 65
Váha	8 kg
Rozměry	344 x 274.5 x 128 mm
Komunikace	USB 2.0 / RS485 / Wi-Fi

Tab. 7 Parametry solárního regulátoru GoodWe BP series (SOLIDSUN, 2017)

Akumulátory

Pro akumulátor Baterie GEL jsou parametry:

Nabíjecí napětí	56,4 - 57,6 V
Kapacita	150 Ah
Napětí	12 V
Rozměry	485 x 172 x 240 mm
Váha	48 kg

Tab. 8 Parametry Baterie GEL (SOLIDSUN, 2017)

Výpočet kapacity akumulátorů pro fotovoltaický systém:

$$D_s = 21 \text{ [kWh]} \Rightarrow 21000 \text{ [Wh]}$$

/2/

$$U_A = 12 \text{ [V]}$$

$$n = D_s / U_A = 21000 / 12 = 1750 \text{ [Ah]}$$

kde:

D_s – spotřeba elektrické energie [kWh];

U_A – napětí akumulátoru [V];

n – kapacita akumulátorů [Ah].

Výsledná hodnota kapacity akumulátorů je 1750 Ah. Tato hodnota je pouze průběžná, protože využitelná kapacita akumulátoru je pouze 80 % a vypočítaná hodnota je pro 100 % kapacity akumulátoru. Proto musíme ještě hodnotu 1750 Ah vydělit 0,8 a tím dostaneme konečnou hodnotu 2187,5 Ah a po zaokrouhlení bude hodnota 2188 Ah pro kapacitu akumulátoru. Vybraný akumulátor má kapacitu 150 Ah. Pro vypočítanou hodnotu 2188 Ah bude potřeba určité množství akumulátoru. Pokud hodnota 2188 Ah se vydělí s kapacitou akumulátoru 150 Ah výsledkem bude požadovaný počet akumulátorů. Po provedení operace bude potřeba 15 kusů akumulátoru.

6.3.3 Umístění fotovoltaických panelů na farmě

V programu Adobe Photoshop je vytvořený jednoduchý orientační návrh, který zobrazuje umístění 21 fotovoltaických panelů ve sklonu 30° na jižní části střechy objektu. Umístění fotovoltaických panelů by mělo být optimální, protože se v této části nenachází žádné cizí objekty například stromy, které by narušovaly sluneční záření.



Obr. 28 Vizualizace návrhu umístění fotovoltaických panelů na objekt farmy (Tesař, 2018 (archiv autora))

6.4 Ekonomické zhodnocení

Majitel farmy by musel investovat částku 406 413,- Kč bez DPH a po zdanění činí 467 375,- Kč s DPH za hybridní fotovoltaický systém pro inovaci technologické linky na dojení skotu. Za danou částku nabízí firma SOLIDSUN navržený fotovoltaický systém. Roční přínos vyrobené elektrické energie z hybridní fotovoltaické elektrárny podle tab. 9 je 7887 kWh. Pro posouzení, jestli se investice vyplatí budou provedeny výpočty.

Měsíc	[kWh]
Leden	227
Únor	382
Březen	729
Duben	967
Květen	981
Červen	958
Červenec	977
Srpen	942
Září	735
Říjen	537
Listopad	255
Prosinec	197
Celkem za rok	7887

Tab. 9 Přínos vyrobené energie fotovoltaickým systémem (PVGIS, 2012)

6.4.1 Stávající náklady za spotřebu elektrické energie

Pro výpočet současného stavu spotřeby elektrické energie na farmě se bude vycházet z vypočítané průměrné hodnoty spotřeby elektrické energie 21 kWh a dále bude potřeba znát sazbu za 1 kWh. Cena za 1 kWh bude pouze orientační a budeme počítat s cenou 4 Kč / kWh s DPH.

Výpočet ročních nákladů za spotřebu elektrické energie (současný stav):

$$D_S = 21 \text{ [kWh]} \quad /3/$$

$$R = 365 \text{ [dní]}$$

$$C = 4 \text{ [Kč / kWh]}$$

$$N_{\text{celkové}} = D_S \times C \times R = 21 \times 4 \times 365 = 30576 \text{ [Kč]}$$

Kde:

D_S – spotřeba elektrické energie [kWh];

R – rok [dní];

C – cena za kWh [Kč / kWh];

$N_{\text{celkové}}$ – Celkové roční náklady za spotřebu energie [Kč].

Z výpočtu vyšly celkové roční náklady za spotřebu elektrické energie na částku 30 576,- Kč. Částka je pouze orientační pro současný stav.

6.4.2 Návrh investice za fotovoltaický systém

Pro posouzení návratnosti investice za inovaci technologické linky na dojení skotu za pomocí fotovoltaického systému využijeme vztah prostá doba návratnosti.

Prostá doba návratnosti

Se vzorcem prosté doby návratnosti vypočítáme za kolik let se investované náklady za fotovoltaický systém vrátí. Do výpočtu použijeme cenu 467 375,- Kč s DPH za fotovoltaický systém a další údaj je úspora nákladu 31 548,- Kč, která se vypočítá vynásobením ročního přínosu energie fotovoltaickým systémem 7887 kWh s cenou za 1 kWh a to je 4 Kč / kWh.

Výpočet doby návratnosti:

IN – 467375 [Kč]

/4/

CF – 31548 [Kč]

$T_s = IN / CF = 467375 / 31548 = 15$ [rok]

kde:

IN – investiční náklady [Kč];

CF – roční peněžní tok [Kč];

T_s – prostá doba návratnosti [rok].

Rok	Roční peněžní tok [Kč]	Zůstatek investic [Kč]
0	0	467375
1	31548	435827
2	31548	404279
3	31548	372731
4	31548	341183
5	31548	309635
6	31548	278087
7	31548	246539
8	31548	214991
9	31548	183443
10	31548	151895
11	31548	120347
12	31548	88799
13	31548	57251
14	31548	25703
15	31548	+5845
16	31548	+37393
17	31548	+68941
18	31548	+100489
19	31548	+132037
20	31548	+163585
21	31548	+195133
22	31548	+226681
23	31548	+258229
24	31548	+289777
25	31548	+321325

Tab. 10 Doba návratnosti investice (Tesař, 2018 (archiv autora))

Deklarovaná životnost hybridního fotovoltaického systému je 25 roků a podle výpočtu prosté doby návratnosti se zjistilo, že se mají investiční náklady vrátit za 15 roků. Dále by měl fotovoltaický systém ušetřit náklady za spotřebu elektrické energie při dojicím procesu. Přehled ušetřených nákladů za spotřebu elektrické energie za 10 roků lze nalézt v tab. 10. Ekonomická efektivnost investice se může lišit a musí se na ni brát ohled.

7 Závěr

Cílem diplomové práce bylo seznámení s problematikou chovu a dojení skotu a na základě rozboru současného stavu technologie vybrané zemědělské farmy, navrhnout inovaci technologické linky na dojení skotu se zaměřením na posouzení nákladů na investice, předpokládané úspory energie a dodržení potřebných provozních parametrů.

V teoretické části diplomové práce se nachází stručný popis historického vývoje dojicího stroje a základní charakteristika mléka. Následně je uvedena problematika strojního dojení skotu a fotovoltaického systému. V této části se také nachází obecný popis průmyslové robotiky, která se vztahuje k automatizaci strojního dojení skotu.

V rámci praktické části byla vybrána zemědělská společnost a farma, kde proběhlo vlastní zjišťování výchozích podmínek a měření technologické linky na dojení skotu. Po získání praktických poznatků ze zemědělské společnosti a farmy byl proveden rozbor technologických částí dojicího robota DeLaval VMS a paralelní dojírny a také se provedla analýza naměřených hodnot. Z analýzy naměřených hodnot bylo zjištěno, že spotřeba elektrické energie u technologických linek na dojení skotu by měla být po celý rok téměř totožná. Výrazně větší spotřebu elektrické energie vykazoval dojící robot DeLaval VMS v porovnání s paralelní dojírnou. Z tohoto důvodu byl vytvořen návrh hybridního fotovoltaického systému pro inovaci technologické linky na dojení skotu. V rámci ekonomického zhodnocení se provedl výpočet celkových ročních nákladů za spotřebu elektrické energie při současném stavu na farmě a další výpočet byl pro zjištění doby návratnosti, pokud by se investovalo do hybridního fotovoltaického systému. Podle výsledků z kapitoly 6.4 bylo zjištěno, že investice za hybridní fotovoltaický systém se vyplatí.

8 Citovaná literatura

AMTEK. 2014. Senzory. *amtek.cz*. [Online] 2014. [Citace: 2. 2 2018.] http://www.amtek.cz/images/stories/di-soric/Home_english.gif.

ANDRT, M., 2011. *Technika a technologie pro chov zvířat*. Praha : Česká zemědělská univerzita, 2011. 978-80-213-2164-9.

ČESKÁ AGENTURA PRO OBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE. 2017. Fotovoltaika pro každého. *czrea.org*. [Online] 2017. [Citace: 5. 2 2018.] <http://www.czrea.org/cs/druhy-oze/fotovoltaika#panel>.

ČEZ. 2017. Solární energie. *cez.cz*. [Online] 2017. [Citace: 6. 2 2018.] <https://www.cez.cz/edee/content/microsites/solarni/obr/k32-1.gif>.

ČSN 46 6103. 1978. Česká technická norma: zakony. *zakony*. [Online] 1. 4 1978. [Citace: 19. 2 2016.] <http://www.zakony.cz/normy/zemedelstvi/normy-skot-a-prasata-4661/csn-norma-podrobnosti-4168/>.

ČSN 46 6104. 1981. ČSN normy: zakony. *www.zakony.cz*. [Online] 1. 1 1981. [Citace: 10. 10 2017.] <http://www.zakony.cz/normy/zemedelstvi/normy-skot-a-prasata-4661/csn-norma-podrobnosti-4169>.

ČSN 46 6107. 1994. Česká norma: csnonlinefirmy.unmz. *www.csnonlinefirmy.unmz.cz*. [Online] 1994. [Citace: 10. 10 2017.] http://csnonlinefirmy.unmz.cz/html_nahledy/46/17023/17023_nahled.htm.

ČSN 46 6109. 1977. ČSN normy: zakony. *www.zakony.cz*. [Online] 1. 7 1977. [Citace: 10. 10 2017.] <http://www.zakony.cz/normy/zemedelstvi/normy-skot-a-prasata-4661/csn-norma-podrobnosti-4170/>.

ČSN EN 13732. 2014. Česká technická norma: zákony. *http://www.technicke-normy-csn.cz*. [Online] 4 2014. [Citace: 10. 10 2017.] http://www.technicke-normy-csn.cz/515510-csn-en-13732_4_95026.html.

DOLEŽAL, NEVŘALOVÁ, OTÝPKA. 2013. Solární energie. *zelenymost.cz*. [Online] 2013. [Citace: 30. 1 2018.] <http://zelenymost.cz/druhy-testovaci-clanek>.

DOLEŽAL, O., A KOL., 2000. *Mléko, dojení, dojírny*. Praha : Agrospoj, 2000.

EAGRI (1). 2016. Právní předpisy MZe: eagri. *www.eagri.cz*. [Online] 18. 1 2016. [Citace: 10. 10 2017.] http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/Legislativa-MZe_uplna-zneni_vyhlaska-2016-5-novela-134-2004.html.

EAGRI (2). 2017. Právní předpisy MZe: eagri. *www.eagri.cz*. [Online] 1. 10 2017. [Citace: 10. 10 2017.] http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/Legislativa-MZe_uplna-zneni_zakon-2017-255-novela-246-1992.html.

EAGRI (3). 2017. Právní předpisy MZe: eagri. *www.eagri.cz*. [Online] 18. 3 2017. [Citace: 10. 10 2017.] http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/Legislativa-MZe_uplna-zneni_zakon-2017-60-novela-154-2000.html.

EAGRI (4). 2017. Právní předpisy MZe: eagri. *www.eagri.cz*. [Online] 18. 3 2017. [Citace: 10. 10 2017.] http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/Legislativa-MZe_uplna-zneni_vyhlaska-2017-72.html.

ENERGETICKÝ REGULAČNÍ ÚŘAD (1). 2005. Zákon č. 180/2005 Sb., *eru.cz*. [Online] 2005. [Citace: 2. 2 2018.] https://www.eru.cz/documents/10540/475627/ZOZE_1_1_2011_vcetne_402_10.pdf/29c aff76-ee1a-4f46-9488-5df178614ef0.

ENERGETICKÝ REGULAČNÍ ÚŘAD (2). 2015. Vyhláška č. 195/2015 Sb., *eru.cz*. [Online] 2015. [Citace: 3. 2 2018.] <https://www.eru.cz/documents/10540/463080/regula%C4%8Dn%C3%AD%20vyhl+plyn/c2026374-3ab9-4340-8620-b1c3489f26c4>.

ENERGETICKÝ REGULAČNÍ ÚŘAD (3). 2016. Vyhláška č. 8/2016 Sb., *eru.cz*. [Online] 2016. [Citace: 1. 2 2018.] <https://www.eru.cz/-/vyhlaska-c-8-2016-sb-o-podrobnostech-udelovani-licenci-pro-podnikani-v-energetickych-odvetvich>.

GROTH, D., SKANDIER, T. 2005. *Network Study Guide, Fourth Edition*. místo neznámé : Sybex, 2005. ISBN 0-7821-4406-3.

HASELHUHN, RALF., 2011. *Fotovoltaika: budovy jako zdroj proudu. 1. české vyd.* Ostrava : HEL, 2011. 978-80-86167-33-6..

HNILICA, P., 2017. *deramax. deramax.cz*. [Online] 2017. [Citace: 30. 1 2018.] <https://www.deramax.cz/2-slozeni-fotovoltaicke-elektrarny-2-dil-ze-serialu-clanku>.

KADLEC, V., 1961. *Dojící stroje a zařízení k ošetřování mléka*. Praha : Státní zemědělské nakladatelství, 1961.

LAPPGROUP. 2017. FOTOVOLTAIKA: KABELY NOVÉ KONSTRUKCE. *lappczech.lappgroup.com*. [Online] 2017. [Citace: 5. 2 2018.] <https://lappczech.lappgroup.com/aktuality/fotovoltaika-kabely-nove-konstrukce.html>.

LARS, W., A KOL., 2011. Gripper device, robot arm, and milking robot. *scholar.google.com*. [Online] 2011. [Citace: 25. 1 2018.] <https://patents.google.com/patent/US7908998?q=delaval+milking+robot>.

LINDA (1), Miloslav, Michal RŮŽIČKA a Vladislav BEZOUŠKA., 2016. *Roboty a manipulátory - kinematická struktura robotů*. místo neznámé : Katedra elektrotechniky a automatizace, 2016.

LINDA (2), Miloslav, Michal RŮŽIČKA a Vladislav BEZOUŠKA., 2006. *Roboty a manipulátory - PLC robotů*. místo neznámé : Katedra elektrotechniky a automatizace, 2006.

LINDA (3), Miloslav, Michal RŮŽIČKA a Vladislav BEZOUŠKA.,. 2016. *Roboty a manipulátory - pracovní hlavice.* místo neznámé : Katedra elektrotechniky a automatizace, 2016.

LINDA (4), Miloslav, Michal RŮŽIČKA a Vladislav BEZOUŠKA.,. 2016. *Roboty a manipulátory - snímače RaM I.* místo neznámé : Katedra elektrotechniky a automatizace, 2016.

LINDA (5), Miloslav, Michal RŮŽIČKA a Vladislav BEZOUŠKA.,. 2016. *Roboty a manipulátory - sběrníkové systémy.* místo neznámé : Katedra elektrotechniky a automatizace, 2016.

MASARYKOVA UNIVERZITA, . 2017. Rotační lopatková vývěva. *www.ped.muni.cz.* [Online] 2017. [Citace: 6. 2 2018.] http://www.ped.muni.cz/wphy/fyzvla/fmkomplet2_soubory/image120.jpg.

MAZÁČ, ČERNÁ, SVOBODA.,. 1963. *Dojící automaty.* Praha : Státní zemědělské nakladatelství, 1963. 07-098-63.

MINISTERSTVO VNITRA ČESKÉ REPUBLIKY. 2000. Zákon č. 458/2000 Sb. *mvcr.cz.* [Online] 2000. [Citace: 2. 2 2018.] www.mvcr.cz/soubor/sb095-09-pdf.aspx.

MURTINGER, K., BERANOVSKÝ, J., TOMEŠ, M.,. 2007. *Fotovoltaika - Elektřina ze slunce.* Brno : ERA group, 2007. 978-80-7366-100-7.

NEVEN. 2016. Solární PWM regulátor 12/24V 20 A pro fotovoltaický panel. *neven.cz.* [Online] 2016. [Citace: 6. 2 2018.] <http://www.neven.cz/kategorie/elektronicke-soucastky/solarni-technika/solarni-regulatory/sl-02a-10a-originalny-pwm-10a-solarni-regulator-nabijeni-10a-12v-24v-pro-li-li-ion-lithium-lifepo4-baterie/>.

NOROOZI, N. 2017. Three-Phase Quasi-Z-Source Inverter with Constant Common-Mode Voltage for Photovoltaic Application. *scopus.com.* [Online] Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 6. 6 2017. [Citace: 1. 2 2018.] <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85035096575&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=photovoltaic+cells&nlo=&nlr=&nls=&sid=79b012f287d413f5e35fdccc815d1aed&sot=b&sdt=b&sl=33&s=TITLE-ABS-KEY%28photovoltaic+cells%29&relpos=29&citeCnt=0&s>.

PŘIKRYL, M., A KOL.,. 1997. *Technologie zařízení staveb živočišné výroby.* Praha : TEMPO PRESS 2, 1997. 80-901052-0-3.

PVGIS. 2012. Photovoltaic Geographical Information System - Interactive Maps. *http://re.jrc.ec.europa.eu.* [Online] 2012. [Citace: 15. 2 2018.] <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php>.

SEZNAM (1). 2017. Mapy - Netín. *mapy.cz.* [Online] 2017. [Citace: 6. 2 2018.] <https://mapy.cz/zakladni?x=15.9557533&y=49.4150067&z=17&m3d=1&height=472&yaw=-0.005&pitch=-90&source=muni&id=5528>.

- SEZNAM (2). 2015.** obec Lavičky. *mapy.cz*. [Online] 2015. [Citace: 3. 2 2018.] <https://mapy.cz/zakladni?x=15.9710236&y=49.3797843&z=19&base=ophoto&source=muni&id=5328&q=lavi%C4%8Dky%20>.
- SIGMET. 2012.** Čerpadla: *sigmet.cz*. www.sigmet.cz. [Online] 2012. [Citace: 19. 10 2017.] <http://www.sigmet.cz/sortiment/prumyslova-cerpadla/cerpadla-hydrostaticka/s-rotujicimi-pisty>.
- SKAŘUPA, J.,. 2007.** *Průmyslové roboty a manipulátory*. místo neznámé : Ediční středisko VŠB - TUO, 2007. 978-80-248-1522-0.
- SOLÁRNÍ EXPERTI. 2015.** Jak funguje ostrovní fotovoltaický systém. *solarniexperti.cz*. [Online] 2015. [Citace: 4. 2 2018.] <https://www.solarniexperti.cz/jak-funguje-ostrovní-off-grid-fotovoltaický-system/>.
- SOLIDSUN. 2017.** Hybridní fotovoltaická elektrárna 8 kW. *solidsun.cz*. [Online] 2017. [Citace: 22. 2 2018.] <http://www.solidsun.cz/data/produkty/66/dokumenty/datasheet-8kw-3f-lifepo4.pdf>.
- SUNFIN. 2015.** Trakční baterie - rozdělení. *sunfin.cz*. [Online] 2015. [Citace: 25. 1 2018.] <http://www.sunfin.cz/cs/page/trakcni-baterie-rozdeleni/>.
- TOP BATERIE. 2011.** Baterie Long 12V, 7,2Ah olověný akumulátor F2. *topbaterie.cz*. [Online] 2011. [Citace: 5. 2 2018.] https://www.topbaterie.cz/inshop/catalogue/products/pictures/PBLO-12V007,2-F2A_3.jpg.
- TZB-INFO. 2016.** ČSN EN 62446 -1. *tzb-info.cz*. [Online] 2016. [Citace: 2. 2 2018.] <http://www.tzb-info.cz/normy/csn-en-62446-1-2016-10>.
- UNIVERZITA J. E. PURKYNĚ V ÚSTÍ NAD LABEM. 2017.** Doprava plynu: fzp.ujep. <http://fzp.ujep.cz>. [Online] 2017. [Citace: 14. 10 2017.] http://fzp.ujep.cz/ktv/uc_texty/pt3/3%20DopravaPlynu.pdf.
- VLČEK, J.,. 2007.** Měníče napětí a spínané zdroje. *elektro.tzb-info.cz*. [Online] 2007. [Citace: 5. 2 2018.] <http://elektro.tzb-info.cz/teorie-elektrotechnika/4263-menice-napeti-a-spinane-zdroje-teoreticka-zakladna>.
- ZEMĚDĚLSKÉ POTŘEBY M + S (1). 2016.** Konev na dojení mléka plastová ECO objem 30 l. *eshop-zemedelske-potreby*. [Online] 2016. [Citace: 19. 2 2016.] <https://1550173444.rsc.cdn77.org/images/0/f1cd2775f076b596/2/konev-na-dojeni-mleka-plastova-eco-objem-30-l.jpg>.
- ZEMĚDĚLSKÉ POTŘEBY M + S (2). 2016.** Transparentní víko konve na mléko LIBERO 14 s adaptérem. *eshop-zemedelske-potreby*. [Online] 2016. [Citace: 19. 2 2016.] <http://www.eshop-zemedelske-potreby.cz/plastove-viko-s-trmenem-pro-nerozovou-konev-na-dojeni-p11837/>.

9 Seznam obrázků

Obr. 1 Schéma vývěvy s rotujícími písty	6
Obr. 2 Vývěva s rotujícími písty	6
Obr. 3 Rotační lopatková vývěva (MASARYKOVA UNIVERZITA, 2017)	7
Obr. 4 Dojící konev (ZEMĚDĚLSKÉ POTŘEBY M + S (1), 2016)	9
Obr. 5 Víko konve (ZEMĚDĚLSKÉ POTŘEBY M + S (2), 2016)	10
Obr. 6 Pulzátor při taktu sání	12
Obr. 7 Pulzátor při taktu stisku	12
Obr. 8 Elektromagnetický pulzátor (DOLEŽAL, 2000)	12
Obr. 9 Průmyslové senzory (AMTEK, 2014)	18
Obr. 10 Blokové schéma PLC (LINDA (2), 2006)	18
Obr. 11 Fotovoltaický článek (ČEZ, 2017)	20
Obr. 12 Olověný akumulátor (TOP BATERIE, 2011)	22
Obr. 13 Solární regulátor (NEVEN, 2016)	23
Obr. 14 Ostrovní systém 12 V / 24 V (SOLÁRNÍ EXPERTI, 2015)	25
Obr. 15 Farma (SEZNAM (2), 2015)	26
Obr. 16 DeLaval VMS (Tesař, 2018 (archiv autora))	27
Obr. 17 Robotické rameno DeLaval VMS (Tesař, 2018 (archiv autora))	29
Obr. 18 Efektor (Tesař, 2018 (archiv autora))	30
Obr. 19 Dojící proces v dojícím robotu DeLaval VMS (Tesař, 2018 (archiv autora))	31
Obr. 20 Zemědělská společnost (SEZNAM (1), 2017)	33
Obr. 21 Konstrukce paralelní dojírny (Tesař, 2018 (archiv autora))	34
Obr. 22 Čekárna pro sekci dojníc (Tesař, 2018 (archiv autora))	34
Obr. 23 Identifikační sestava (Tesař, 2018 (archiv autora))	35
Obr. 24 Dojící proces v paralelní dojírně (Tesař, 2018 (archiv autora))	36
Obr. 25 Zapojené měřicí elektroměry na subjektech (Tesař, 2018 (archiv autora))	37
Obr. 26 Spotřeba elektrické energie na farmě (Tesař, 2018 (archiv autora))	41
Obr. 27 Průběžná denní výroba elektrické energie v měsíci (PVGIS, 2012)	43
Obr. 28 Vizualizace návrhu umístění fotovoltaických panelů na objekt farmy (Tesař, 2018 (archiv autora))	47

10 Seznam tabulek

Tab. 1 Výsledky měření ze zemědělské společnosti (Tesař, 2018 (archiv autora))	38
Tab. 2 Výsledky měření z farmy (Tesař, 2018 (archiv autora))	39
Tab. 3 Průměrné hodnoty z naměřených hodnot (Tesař, 2018 (archiv autora))	40
Tab. 4 Výpočet produkce elektrické energie v online nástroji PVGIS (PVGIS, 2012).....	42
Tab. 5 Parametry Omsun 250 Wp (SOLIDSUN, 2017).....	44
Tab. 6 Parametry střídače GoodWe GW10K-DT (SOLIDSUN, 2017).....	45
Tab. 7 Parametry solárního regulátoru GoodWe BP series (SOLIDSUN, 2017).....	45
Tab. 8 Parametry Baterie GEL (SOLIDSUN, 2017)	46
Tab. 9 Přínos vyrobené energie fotovoltaickým systémem (PVGIS, 2012)	47
Tab. 10 Doba návratnosti investice (Tesař, 2018 (archiv autora))	49

11 Seznam příloh

Př. 1 LCD panel DeLaval VMS (Tesař, 2018 (archiv autora))	1
Př. 2 Strojovna DeLaval VMS (Tesař, 2018 (archiv autora)).....	1
Př. 3 Technologická část dojícího stanoviště (Tesař, 2018 (archiv autora))	2
Př. 4 Strukové násadce DeLaval VMS (Tesař, 2018 (archiv autora)).....	2



Př. 1 LCD panel DeLaval VMS (Tesař, 2018 (archiv autora))



Př. 2 Strojovna DeLaval VMS (Tesař, 2018 (archiv autora))



Př. 3 Technologická část dojícího stanoviště (Tesař, 2018 (archiv autora))



Př. 4 Strukové násadce DeLaval VMS (Tesař, 2018 (archiv autora))