

**Česká zemědělská univerzita v Praze**  
**Technická fakulta**



**Zhodnocení vlivu dojících robotů  
na základní ukazatele v chovech  
dojnic**

diplomová práce

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

**Autor práce: Bc. Jaroslav Šustr**

© 2016 ČZU v Praze

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Jaroslav Šustr

Informační a řídicí technika v agropotravinářském komplexu

Název práce

Zhodnocení vlivu dojících robotů na základní ukazatele v chovech dojnic

Název anglicky

The evaluation the effect of the milking robots to basic indicators in the dairy farming

---

Cíle práce

Seznámit se s problematikou automatických a tradičních systémů dojení skotu. Porovnat vysoce automatizované a méně automatizované technologické systémy dojení skotu a provést jejich technicko-ekonomické posouzení.

Metodika

1. Metodika práce

1. Přehled poznatků z literatury, tj. charakteristika problematiky dojení skotu
2. Porovnání vysoce a méně automatizovaného technologického systému
3. Výběr sledovaných parametrů technologie dojení skotu
4. Ekonomické posouzení návrhu

2. Osnova práce

1. Úvod
2. Cíl práce a metodika
3. Charakteristika jednotlivých technologií a technologických zařízení používaných při dojení skotu
4. Charakteristika výchozích podmínek vybraných technologických linek
5. Návrh řešení a dosažené výsledky
6. Závěr a diskuze
7. Seznam literatury
8. Přílohy

**Doporučený rozsah práce**

45 až 55 stran

**Klíčová slova**

chov skotu, chov dojnic, dojení, robotické dojení, dojící robot

---

**Doporučené zdroje informací**

BOUŠKA, J. et al.: Chov dojeného skotu. Praha, Profi Press, 2006, 186 s., ISBN 80-86726-16-9  
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  
ZAHRÁDKOVÁ, R. et al.: Masný skot: od A do Z. Praha, Český svaz chovatelů masného skotu, 2009, 397 s., ISBN 978-80-254-4229-6  
Zákon České národní rady č. 246/1992 Sb., na ochranu zvířat proti týrání, ve znění pozdějších předpisů

---

**Předběžný termín obhajoby**

2015/16 LS – TF

**Vedoucí práce**

doc. Ing. Petr Vaculík, Ph.D.

**Garantující pracoviště**

Katedra technologických zařízení staveb

---

Elektronicky schváleno dne 3. 7. 2015

doc. Ing. Jan Malaťák, Ph.D.

Vedoucí katedry

---

Elektronicky schváleno dne 28. 7. 2015

prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Děkan

V Praze dne 28. 03. 2016

#### Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: Zhodnocení vlivu dojicích robotů na základní ukazatele v chovech dojnic 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 bakalářskou 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 Praze dne 31. 3. 2016

.....  
Jaroslav Šustr

### Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval doc. Ing. Petru Vaculíkovi, Ph.D. za rady, připomínky a pomoc při psaní této práce. Zároveň děkuji všem osloveným lidem, kteří mi iniciativně a vstřícně poskytovali cenné informace k řešené problematice a také mi umožnili provedení měření v rámci mého výzkumu.

# **Abstrakt a klíčová slova**

## **Zhodnocení vlivu dojících robotů na základní ukazatele v chovech dojnic**

### **Abstrakt:**

V této diplomové práci je popsána problematika tradičních a zejména automatických systémů pro dojení skotu využívaných u chovů v České republice. V teoretické části jsou uvedeny základní principy v chovech skotu a stručný historický vývoj technologie pro dojení skotu. Pro bližší možnost následného porovnání je zde představen také obecný popis stávajícího technického řešení konvenčního způsobu dojení. Navazující části práce jsou věnovány obecným pojmům z průmyslové robotiky. Cílem práce bylo využít prakticky získaných poznatků k popisu současné technologie automatických dojících systémů a provedení posouzení vlivu jejich technologického rozvoje na zlepšení efektivity dojení v reálném provozu u chovů v České republice.

**Klíčová slova:** chov skotu, chov dojnic, dojení, robotické dojení, dojící robot

## **The evaluation the effect of the milking robots to basic indicators in the dairy farming**

### **Summary:**

This dissertation describes problems of traditional and mostly automatic systems used for milking of cattle used in farming in the Czech Republic. The theoretical part of this work provides the basic principles of cattle farming and a brief historical progression of technology for cattle milking. For more thorough comparison a general description of an existing technical solution for a conventional method of milking is introduced here. Further parts of the report give general concepts from industrial robotics. The aim of this dissertation was to use practical knowledge to describe existing technology of automatic milking machinery and the impact of their technological development for the improvement of the effectiveness of milking in real operations of cattle farming in the Czech Republic.

**Key words:** cattle breeding, dairy farming, milking, robotic milking, milking robot

# Obsah

1 Úvod.....	1
2 Cíl práce.....	3
3 Metodika práce.....	4
4 Charakteristika jednotlivých technologií a technologických zařízení používaných při dojení skotu .....	5
4.1 Právní předpisy pro chov skotu.....	5
4.1.1 Normy pro automatizaci .....	5
4.2 Základní definice a pojmy v chovu dojnic.....	6
4.2.1 Historie procesů dojení.....	6
4.2.2 Welfare.....	7
4.2.3 Vazné ustájení.....	8
4.2.4 Koncepce stájí pro vazné ustájení.....	9
4.2.5 Změny způsobu ustájení v ČR .....	10
4.2.6 Koncepce stájí pro volné boxové ustájení .....	10
4.2.7 Rozvoj technologií pro dojení skotu ve volném ustájení .....	12
4.3 Obecný popis konvenčních dojíren .....	12
4.3.1 Pracovní postup se stádem při využívání konvenčních dojíren .....	12
4.3.2 Typy konvenčních dojíren .....	12
4.3.3 Nejčastěji používané technologické části konvenční dojírny .....	13
4.3.4 Konstrukční vývoj technologie konvenčních dojíren .....	13
4.4 Obecný popis konstrukcí dojíren .....	14
4.4.1 Vzduchová soustava (podtlaková) .....	14
4.4.2 Dojící stroj .....	15
4.4.3 Součásti řízení provozu dojícího stání a diagnostiky mléka.....	15
4.4.4 Elektronické prvky automatizace pro řízení stáda v dojárně a na vstupu .....	15
4.4.5 Další konstrukční a technologický vývoj dojíren .....	16
4.5 Definice AMS z pohledu robotiky – základní pojmy .....	17
4.5.1 Obecný popis robotiky .....	17
4.5.2 Historie vzniku robotů.....	17
4.5.3 Obecný popis pohybového ústrojí robotů .....	17
4.5.4 Zdroje pohybu robotů .....	19
4.5.5 Efektory robotů .....	20
4.5.6 Řízení robotů.....	21
4.5.7 Způsoby řízení pohybu robotů .....	22
4.5.8 Popis základních funkcí řídicích systémů průmyslových robotů .....	22
4.5.9 PLC jednotky.....	23
4.5.10 Senzory robotů.....	24
4.5.11 Průmyslové sběrnice .....	25

5	Charakteristika výchozích podmínek vybraných technologických linek .....	26
5.1	Obecný popis provozu s AMS.....	26
5.1.1	Pracovní postup se stádem při využívání AMS .....	26
5.1.2	Instalace sestavy AMS.....	27
5.1.3	Automatizované činnosti při dojení zajišťované AMS .....	28
5.1.4	Ukazatele úspěšného provozu AMS při volném pohybu stáda .....	28
5.2	Základní technologické části AMS.....	29
5.2.1	Hlavní rám konstrukce .....	30
5.2.2	Rameno .....	30
5.2.3	Efektor.....	32
5.2.4	Technologická část pro získání, diagnostiku a přepravu mléka .....	33
5.2.5	Řídicí systém .....	33
5.2.6	Boxy AMS .....	34
5.2.7	Systémy pro distribuci doplňkové stravy .....	35
5.3	Popis vybraného zařízení AMS.....	36
5.3.1	Technologický vývoj řady AMS Lely .....	36
5.3.2	AMS Astronaut A4.....	38
5.4	Farmy projektu - počáteční stav .....	44
5.4.1	Farma A .....	44
5.4.2	Farma B .....	45
5.4.3	Farma C .....	47
6	Návrh řešení a dosažené výsledky .....	48
6.1	Popis měření a metodika měření .....	48
6.2	Naměřené a zjištěné hodnoty .....	48
6.2.1	Hypotéza 1 – AMS je dojnici i v systému neřízeného stáda pravidelně navštěvována celý den.....	50
6.2.2	Hypotéza 2 – Při použití dvou generací robotů v jednom stádu s neřízeným pohybem je nová generace efektivnější .....	51
6.2.3	Hypotéza 3 – Novější generace robotů A4 potřebuje méně denního času na technologické přestávky .....	52
6.2.4	Hypotéza 4 – Nové řešení řady Astronaut A4 v případě používání dvojic AMS je úspornější oproti starším generacím .....	53
6.3	Zjištěné příčiny nedostatků v provozech s AMS.....	53
6.4	Navrhovaná opatření pro nový provoz s AMS .....	54
7	Závěr .....	55
8	Seznam literatury .....	56
8.1	Použitá literatura.....	56
8.2	Seznam obrázků .....	58
8.3	Seznam Tabulek .....	59
8.4	Seznam příloh.....	59
8.5	Použité zkratky.....	59
9	Přílohy.....	60



# 1 Úvod

Zemědělství v České republice prochází od roku 1989 rozsáhlou transformací hned z několika pohledů. Po zrušení kolektivního vlastnictví a rozpadu Jednotných zemědělských družstev se začínají zemědělstvím zabývat soukromé zemědělské firmy a živnostníci, kterým se v mnoha případech hospodářství vrátilo v restitučním řízení.

V souvislosti s dramatickým poklesem státních investic i podpory zemědělství se významně snižovali produkované výnosy ve všech zemědělských oblastech. Dalším významným faktorem, který ovlivnil množství zemědělské produkce spolu s ochotou a obecným zájmem soukromých subjektů v zemědělství podnikat, byl vstup České republiky do Evropské unie a s tím související přijetí kvót a dotační politiky.

Problém rentability se projevil napříč všemi zemědělskými obory a byl důvodem k zániku mnoha firem, jež se nedokázaly přizpůsobit alespoň částečně novým trendům tržního hospodářství. Spolu s poklesem hrubé zemědělské produkce a podílu zemědělství na HDP již nastává situace, kdy meziročně při podobné velikosti výnosů ubývá obyvatel, kteří v zemědělství pracují na stálý pracovní poměr.

Atraktivnost pracovních pozic v zemědělství, které sice mnohdy nevyžadují vyšší odborné vzdělání, ale zato jsou často fyzicky, manuálně nebo časovou flexibilitou náročné je velice nízká. Díky v průměru nízkému platovému ohodnocení za práci, která se jak v rostlinné tak i v živočišné výrobě stále musí přizpůsobovat ideálnímu životnímu rytmu pěstovaných plodin či chovanému zvířectvu, je situace s udržením či získáním nového kvalitního zaměstnance velmi náročná.

Jako jedna z možností řešení této situace, se stále častěji nabízí zapojování nových automatizovaných technologických prostředků do jednotlivých provozů. Avšak v závislosti na vysoké pořizovací ceně, často inovativnímu přístupu a potřebné následné změně vedení podniku k řízení takto modernizovanému provozu, jsou investice jednotlivých firem do nových automatizovaných technologií v zemědělství, oproti ostatním odvětvím, obtížněji realizovatelné a méně rozšířené.

V současné době stále patří mezi hlavní výrobní komodity i v České republice mléko a mléčné výrobky. Proces míry zavádění automatizace do chovu skotu je stále velmi živě diskutovaným tématem nejenom mezi dodavateli této technologie, ale i samotnými farmáři. Robotické systémy a IT technologie jsou pro většinu lidí v zemědělství neznámé obory, což je do značné míry znalostně limituje i při jejich výběru, nákupu a používání. I když je možné popsat a hodnotit systémy automatizace i v zemědělství na základě obecných postupů z oborů informatiky a robotiky, není v současné době k dispozici pro farmáře literatura, která by mu toto srovnání, spolu s poznatky z reálného provozu souhrnně nabídla.

Narůstající popularita automatizace v ČR má též přínos i v narůstajícím množství farem, kde mohou farmáři, kteří teprve zvažují nové investice do výroby, posoudit reálný stav chovu, po různě dlouhé době od zavedení této automatizační technologie.

Potencionálními zájemci uskutečněné posuzování efektivity a náročnosti vedení automatizovaných provozů jen na základě poznatků z osobní exkurze na konkrétní farmě, s hlavními hodnotícími parametry v podobě ceny provozované technologie a objemu

produkce mléka, často bývá původem špatného odhadu vlastních možností, potřebného přístupu, nebo i způsobu výběru konkrétních AMS při budování vlastního automatizovaného provozu. Následně tak v novém provozu postupně vzniká spousta relativně malých negativních faktorů, které ovšem při jejich dlouhodobém nerozpoznání mohou významně ovlivňovat celý výkon nově zbudovaného automatizovaného provozu spolu s jeho náročností na správu.

V této práci je popsána současná situace vybraných farem s AMS na území České republiky po dlouhodobějším uplatňování této automatizace v rámci systémů pro dojení. S pomocí základního popisu jednotlivých částí provozu s konvenčním dojením (dojírnou) a provozů vybavených AMS, popsaných z pohledu zavedených oborů průmyslové robotiky a oboru IT technologií, nabízíme možnost srovnání technické složitosti těchto provozů dle použitých komponent. Zároveň tento popis poskytne další možná východiska pro technické hodnocení parametrů a vlastností, podle kterých lze následně konkrétní konstrukci částí jednotlivých AMS jednoduše posuzovat.

## 2 Cíl práce

V této kapitole jsou uvedeny hlavní cíle práce, které byly následně v obsahu doplněny jen o úzce související témata tak, aby vznikl ucelený a srozumitelný popis jejich řešení.

Předmětem této diplomové práce je:

- popis vývoje technologií pro dojení skotu,
- obecný popis technologie pro konvenční dojení,
- obecný popis modelů AMS s nejrozšířenější instalací v rámci ČR,
- popis technologického vývoje modelů AMS nejrozšířenější značky v ČR,
- porovnání rozdílů mezi modelovými řadami AMS v rámci jejich provozu,
- návrh vhodných doplňkových řešení pro snížení rizik výpadků v provozu automatických dojících robotů.

Cílem práce bylo využít dříve získaných poznatků pro popis současné technologie automatických dojících systémů a provést posouzení vlivu jejich technologického rozvoje na zlepšení efektivity dojení v reálném provozu v rámci České republiky.

### **3 Metodika práce**

V této kapitole je popsán způsob zpracování jednotlivých částí této diplomové práce. Pro její řešení byla zvolena následující metodika:

- charakteristika dosavadní problematiky technik dojení skotu, zejména studiem aktuálních dokumentů v tištěné i v elektronické verzi,
- popis konvenční technologie používané aktuálně při dojení skotu,
- charakteristika problematiky popisu průmyslových robotů,
- popis automatizovaných dojících systému používaných v rámci ČR,
- charakteristika výchozích podmínek vybraných zemědělských podniků,
- vlastní provedená měření a zjišťování,
- vyhodnocení jednotlivých měření a informací zjištěných z reálného provozu AMS,
- zhodnocení možných rizik v provozech s automatizovanými dojícími zařízeními,
- návrh řešení zjištěných rizik,
- celkové zhodnocení a závěr.

## 4 Charakteristika jednotlivých technologií a technologických zařízení používaných při dojení skotu

V rámci této kapitoly popíšeme základní pojmy pohledy a přístupy uplatňované obecně na zemědělský provoz pro produkci mléka v rámci České republiky.

### 4.1 Právní předpisy pro chov skotu

Při vývoji a uplatňování nových prvků automatizace pro chov skotu je potřeba brát zřetel na právní rámec, kterým je chov skotu definován. V této kapitole jsou zmíněny jen některé z nejdůležitějších zákonů a vyhlášek s krátkým popisem oblastí, které upravují.

Konkrétní míru minimálních požadavků, jež je potřeba plnit tak, aby nedocházelo k nešetrnému zacházení u zvířat pro hospodářské chovy určuje *vyhláška č. 208/2004 Sb. o minimálních standardech pro ochranu hospodářských zvířat*.

Nadřazeným předpisem této vyhlášky je *zákon České národní rady č. 246/1992 Sb. na ochranu zvířat proti týrání*. Tento zákon vymezuje pro tuto problematiku potřebné pojmy, základní procesy a jejich správný průběh tak, aby se zamezilo týrání zvířat při jejich chovu nebo využívání.

Požadavky vyplývající z příslušných předpisů Evropských společenství pro výrobu, dovoz, používání, balení, označování dopravu a uvádění do oběhu krmiv, doplňkových látek a premixů jsou zpracovány v *zákonu č. 91/1996 Sb. o krmivech*. Některé z dílčích ustanovení tohoto zákona jsou upraveny dodatečnou *vyhláškou č. 295/2015 Sb. o provedení některých ustanovení zákona o krmivech*.

Další důležitou vyhláškou nejenom pro majitele farem, ale i pro některé výrobce nové technologie jejich automatizace je *vyhláška Ministerstva zemědělství č.191/2002 Sb.*, jež stanovuje upřesňující požadavky na stavby pro zemědělství, které neobsahuje původní *Vyhláška č. 137/1998 Sb., o obecných technických požadavcích na výstavbu budov*.

Podmínky hospodaření v ekologickém zemědělství v návaznosti na předpis Evropského společenství, výkon kontroly a dodržování povinností s tím spojených, spolu s označováním bioproduktů a biopotravin jsou uvedeny v *zákonu č. 553/2005 Sb.*

Z důvodu obsáhlosti činností a aktivit spojených s chovem hospodářských zvířat budou některé z dalších důležitých zákonů a norem týkajících se této problematiky, uvedeny v následujícím již stručném seznamu:

- *zákon č. 154/2000 Sb. o šlechtění, plemenitbě a evidenci hospodářských zvířat a o změně některých souvisejících zákonů,*
- *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,*
- *zákon č. 166/1999 Sb. o veterinární péči a o změně některých souvisejících zákonů*
- *Evropská dohoda o ochraně zvířat chovaných pro hospodářské účely č. 1117/1978.*

#### 4.1.1 Normy pro automatizaci

V oblasti zemědělské produkce vznikají specifické nároky na provozní stavby, jejich zařízení a používané technologie tak, aby jejich provoz byl z funkčního hlediska spolehlivý

a zároveň pro člověka i hospodářská zvířata bezpečný. K tomu je potřeba například z důvodu přímého působení vysoké vlhkosti, prachu, nebo atmosférických vlivů definovat minimální standardy jejich odolnosti a bezpečnosti.

Jako příklad složitosti této problematiky může posloužit i následující seznam některých norem pro elektrotechnická zařízení v zemědělství:

- ČSN 33 2000-3 (*Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení. Část 3: Stanovení základních charakteristik*). Tento předpis slouží pro správné stanovení vnějších vlivů.

- ČSN 33 2000-7-705 ed. 2 (*Elektrické instalace nízkého napětí – Část 7-705: Zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech – Elektrická instalace v zemědělských a zahradnických zařízeních*), která s platností od 1. 10. 2009 nahrazuje původní normu č. 7-705, jež je součástí souboru ČSN 33 2000. Definuje požadavky pro místa s vysokou koncentrací chovných zvířat, i další požadavky pro budovy či další objekty doplňující rostlinné a živočišné provozy. Řeší požadavky na užití elektrických zařízení v prostředí s nebezpečím požáru, nebo také užití proudových chráničů na všechny koncové obvody.

## 4.2 Základní definice a pojmy v chovu dojnic

### 4.2.1 Historie procesů dojení

Potřeba podojení jednotlivých aktivních dojnic se dle jejich individuálního stavu pohybuje v rozmezí dvou až tří pracovních cyklů průměrovaných za jeden den. Samotný proces dojení by vždy měl co nejvíce respektovat anatomické uspořádání mléčné žlázy tak, aby docházelo co k nejšetrnější stimulaci a zároveň by měl co nejvíce pozitivně působit na psychickou pohodu obsluhované dojnice.

Při dojení jsou struky jednotlivých čtvrtí drážděny rukama dojiče nebo dojícím strojem (strukovými násadci). Pro dojnici tak vzniká příjemné dráždění, které vyvolává uvolňování hormonu oxytocinu. Stimulace struku spolu s oxytocinem způsobuje vyměšování mléka z aveol, tubulů či mlékojemů a je základním faktorem, který působí na rychlost dojení a vydojenost. Nepříjemné pocity (rušivé vlivy okolí, stres) naopak vyvolávají uvolnění hormonu adrenalinu, který zpomaluje, nebo úplně zastavuje vyměšování mléka. Zásadní vliv na průběh dojení a jeho kvalitu mají tyto faktory: dojič, dojnice, dojící stroj. (ANDRT; 2006)

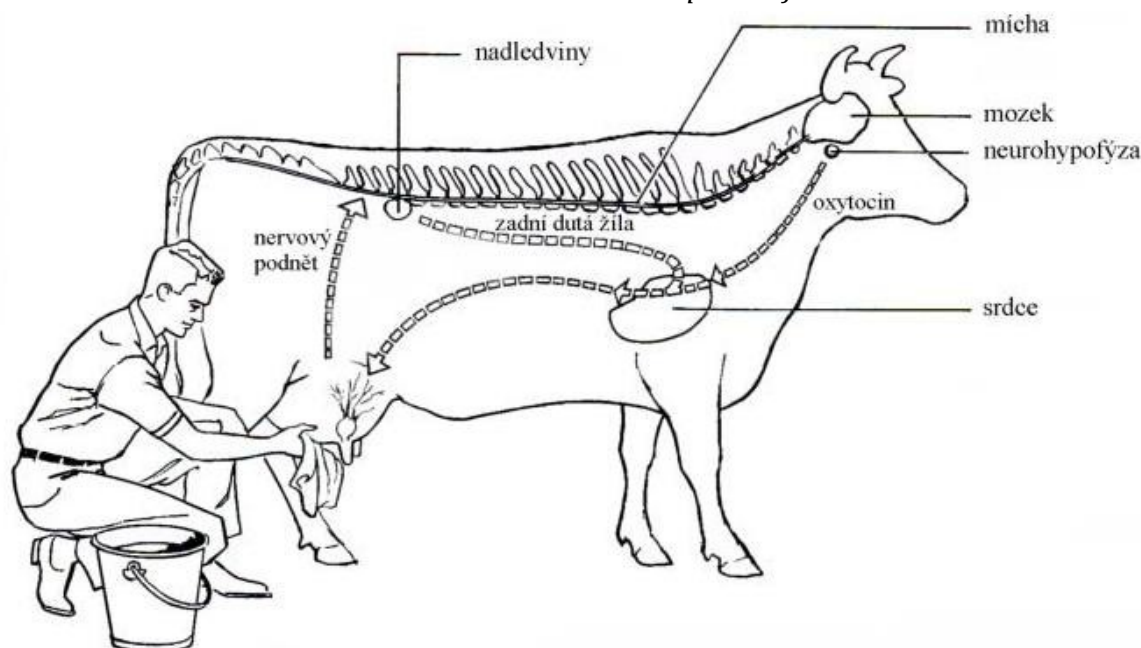
Uvedené principy se sice nemění se zavedením automatizace dojícího procesu, ale z důvodu co nejefektivnějšího nahrazení specifické lidské práce je potřeba neustále hledat nové přístupy, pro co nejlepší zdokonalení technického řešení tohoto v přírodě přirozeného biologického procesu.

Pro každé technické řešení konvenčního i automatického dojení platí, že dojící stroj působí na mléčnou žlázu následujícími vlivy:

- celkovou konstrukcí stroje a činností jeho jednotlivých částí,
- velikostí pracovního podtlaku (stisk),
- průběhem pulzace.

(ANDRT; 2006)

Obr. 1 Ruční stimulace před dojením



Zdroj: Užitkové vlastnosti skotu; online

Nejrozšířenějším systémem pro dojení v rámci ČR do konce devadesátých let dvacátého století bylo tzv. „dojení do potrubí“. Na základě unifikovaných vzorů provozovaných stájí, v nichž byly dojnice umístěny na vazných stáních bez možnosti volného pohybu, byly nad těmito stánkami centrálně vedeny potrubní rozvody s podtlakovým vzduchem a pro přepravu mléka (mléčné potrubí). (PŘIKRYL; 1997)

Dojení probíhalo přímo na jednotlivých stánkách. Při jednom dojícím cyklu dojič postupně připojoval dojící soupravy nad jednotlivými sousedícími stánkami k centrálnímu potrubí a zároveň je nasazoval na dojnice v rámci jedné řady stání tak, až postupně podojil všechny dojnice v dané řadě. Mimo stáj pak byla umístěna centrální strojozna zajišťující podtlak a pulzaci v centrálním potrubí a místnost pro centrální sběr a ošetření nadojeného mléka.

Tento systém byl pro samotné dojiče sice přínosem oproti předcházejícímu systému dojení do konví (centrálně veden pouze podtlak), avšak byl stále fyzicky i časově velice náročný. Například dojení do potrubí ve stáji se 180 dojnicemi (umístěnými ve čtyřech řadách stání) bylo nejčastěji prováděno každodenně dvakrát v čase 3:30 hod. ráno a 15:30 hod. odpoledne.

#### 4.2.2 Welfare

Obecný pojem „welfare“ si lze také představit jako souhrnný popis podmínek a stavů kdy se cíleně uplatňují, zkoumají a definují opatření pro životní podmínky zvířat tak, aby se naplnil stav psychické pohody zvířete. Tento stav „pohody“ je následně dobrým předpokladem pro zdraví organismu zvířat i optimální možnosti využití jejich potenciálu. Kromě plnění základních podmínek k zabezpečení života zvířete a jeho zdraví se tak navíc předpokládá absence fyzického a psychického strádání nebo dokonce samotného týrání u chovaných zvířat. (DOLEŽAL a kol.; 2004)

Z ekonomického hlediska je jasně prokázáno, že při uplatnění zásad welfare může zvíře poskytovat maximální užitkovost v závislosti na jeho genetickém potenciálu. V chovu skotu lze přínos vyjádřit v podobě optimálního zhodnocení krmné dávky, uchování si zdraví a produkční schopnosti.

V roce 1993 mezinárodně uznávaná Britská rada pro ochranu hospodářských zvířat (Farm Animal Welfare Council - FAWC) obecně definovala pět základních požadavků pro dosažení welfare v chovech.

1. Odstranění hladu, žízně a podvýživy
2. Odstranění fyzikálních a tepelných faktorů
3. Odstranění příčin vzniku bolesti, zranění
4. Možnost projevů druhově specifických zvyků a druhů chování
5. Odstranění strachu a deprese (úzkosti)

Na základě dlouholetých průzkumů a zkušeností z terénu byly Výzkumným ústavem živočišné výroby Praha - Uhřetěves v roce 2004 zpracovány tyto následující kritéria pro hodnocení úrovně stavu welfare v chovech skotu:

1. Zabezpečení volného přístupu k nezávadné vodě a krmivu spolu s krmnou dávkou odpovídající fyziologickým potřebám zvířat.
2. Umožnění pohybu při uplatnění druhově specifických zvyků a druhů chování.
3. Možnosti kontaktu s jedinci stejného druhu i vytváření a řešení sociálních vazeb.
4. Způsob zajištění vhodného mikroklimatu v chovech, osvětlení a větrání.
5. Vhodné řešení podlah, povrchu a konstrukce technologických zařízení z hlediska ochrany před bolestí, zraněním a z hlediska pohody zvířat.
6. Jak je zajištěna individuální péče formou jak přímé (osobní kontakt), tak nepřímé (vyhodnocování údajů z elektronických čidel) činnosti.
7. Kvalita zajištění veterinární péče – prevence, stanovení diagnózy a terapie.
8. Jaké jsou možnosti řešení havarijních situací (např. selhání technologických zařízení větrání, napájení, krmení a dojení) a úniku zvířat v nebezpečí života (požár a jiné živelné pohromy). (DOLEŽAL a kol.; 2004)

Pro chovatele je v odborných publikacích na téma welfare chovu zmiňováno pravidlo, které po zobecnění můžeme vyjádřit následovně: V rámci rozumného přístupu platí, že welfare neznamená zbytečný přepych, ale vše co je aplikováno s cílem pro zvýšení životního komfortu zvířete welfare je. (VEGRICHT a kol; 2008)

#### **4.2.3 Vazné ustájení**

Tento v dřívějších dobách vyvinutý a praktikovaný intenzivní způsob chovu měl umožňovat jednoduché a efektivní ustájení velkého počtu skotu ve stájích. Je založen na jasně vymezeném životním prostoru, ve kterém je zvíře fixováno některým z typů vazných systémů (Klasické řetězové, Chomoutové nebo Grábenské) ve formě ohlávky.

Uvázání je v tomto případě provedeno ke konstrukci nad společným žlabem, skrz níž má zvíře zároveň přístup do tímto vymezené části společného žlabu, nebo do krmného lože.



Volnost upoutání je nastavena tak, aby nebylo možné příčné lehnutí na stání a vstoupení do hnojné chodby či shrnovacího pásu. Mezi další požadavky na systém uvázání patří, aby nedocházelo k přiškrcování, či k odírání částí těla zvířete. Uvázání musí být lehké, pevné, nehlučné a zároveň musí umožňovat pohodlné vstávání, lehání, příjem potravy a vody.

#### **4.2.4 Koncepce stájí pro vazné ustájení**

V ČR probíhala masová výstavba typových stájí mezi lety 1955-1980. Nejčastěji se jednalo o typy stájí K-96 a K-174. Koncepce těchto stájí byla uzpůsobena pro celoroční vazné stlané ustájení. Dojnice jsou u tohoto typu ustájení nejčastěji s pomocí obojku fixovány tak, aby jim byl umožněn volný pohyb jen na vymezeném prostoru. V případě stáje typu K-96 jde o dvouřadou průjezdnou vaznou stáj s kapacitou 96 – 105 dojnic, v případě typu K-174 pak čtyřřadou průjezdnou stáj pro 166-204 dojnic. Počet takto budovaných stájí přesáhl u K-96 6350 staveb (s kapacitou 610 tis. dojnic) a u typu K-174 1800 realizací (pro 315 tis. dojnic.). (BOUŠKA; 2006)

I koncepce vazného stání měla svůj historický vývoj. Například přechod z původního dlouhého podestýlaného stání (230-270cm), přes stání „střední“ velikosti (190-210cm) vybaveného žlabovou zábranou a vysokou podžlabnicí, až ke krátké variantě stání (145-170cm) s podžlabnicí ve výšce 25cm a realizací lože formou podestýlky nebo pryžových matrací. Spolu se zmenšováním životního prostoru pro dojnici, je ale těžší se zároveň přizpůsobovat přirozeným potřebám a požadavkům zvířat pro jejich osobní pohodu, které mají z dlouhodobého hlediska i zásadní vliv na jejich užitkovost. Při vývoji byly důležité hlavně tyto základní parametry:

- 1) Rozměry, sklon a podvrh stání,
- 2) Typ vazné konstrukce,
- 3) Řešení prostoru pro příjem krmiva spolu s tvarem žlabu.

(BOUŠKA; 2006)

Výstavba nových vazných stájí pro dojnice je za svým zenitem. Sebelepší technické zdokonalování stájových detailů, technických prvků a linek nepřináší potřebný a výrazný efekt ve snížení pracnosti a zvětšení chovného komfortu. Vysoko užitkové krávy vyžadují pohyb jako svou nezbytnou životní potřebu, což vazné ustájení neumožňuje. Nevýhody spočívají ve vyšší pracnosti při ošetřování a dojení, nižší čistotě vemene i zvířete, horším zdravotním stavem (zvláště končetin), horších reprodukčních ukazatelích, ale i v celkovém hodnocení aspektu welfare. Tyto aspekty mají za následek útlum využívání tohoto systému ustájení a nástup systémů s volným ustájením. (BOUŠKA; 2006)

Obr. 2 Vazné ustájení



Zdroj: Chov skotu; online

#### 4.2.5 Změny způsobu ustájení v ČR

S koncem devadesátých let dvacátého století začal na základě potřeb zvyšování efektivity a taktéž s postupným prosazováním welfare (viz kap. 4.2.2) přístupu k chovu postupný přechod z vazných systémů ustájení na ustájení s řízeným nebo volným pohybem dojnic v rekonstruovaných a modernizovaných stájích.

Monitorování změn ve vývoji způsobu ustájení dojnic ze strany státních institucí bylo prováděno velmi nepravidelně a s velkým časovým rozestupem. Díky tomuto přístupu jsou poslední aktuálně dostupné výsledky jen z let 1999 (ČSÚ) a 2007.

U statistického jednorázového šetření, které provedl ČSÚ k 1. 2. 1999, bylo v tomto období již více než 35% dojnic ustájeno v různých typech volných stájí, realizovaných převážně formou modernizace stájí. V roce 2007 proběhlo další terénní šetření v rámci projektu MZe (odboru Řídící orgán HRDP), z jehož výsledků vyplynulo, že již více než 79 % dojnic je chováno ve volných systémech ustájení. (VEGRICHT a kol; 2008)

Dnes, díky stále pokračujícímu zvyšování počtu farem, které preferují některý z volných systémů ustájení je chov na vazném stání už jen minimálně využíván. Zpravidla je provozovaný jen ve velmi starých, původních nezrekonstruovaných stájích provozovaných u menších soukromých zemědělci.

#### 4.2.6 Koncepce stájí pro volné boxové ustájení

U tohoto typu ustájení je cíleně ponechávána možnost volného pohybu zvířat ve vymezeném prostoru – nedochází k jejich každodenní fixaci. Budování stájí tohoto typu v rámci ČR se provádělo často při rekonstrukci typových stájí K-96 a K-174, nebo se tak koncipují nové stavby monoblokových stájí o rozponu větším než 30m. (BOUŠKA; 2006)

Prostor kde se skupina pohybuje je rozdělen na boxy pro odpočinek, hnojnou chodbu a krmiště. Volné skupinové ustájení a technika chovu s použitím volného boxového ustájení, kdy zvířata odpočívají v boxových stlaných či bezstelivových ložích, je systémem vyhovujícím potřebám a pohodě zvířat v celém životním a produkčním cyklu. Rozměrové, funkční a dispoziční řešení boxových loží má zásadní vliv na úspěšnost tohoto systému. (DOLEŽAL; 2002)

Průměrná doba kdy dojnice leží v boxu, se pohybuje mezi deseti až třinácti hodinami. Právě během této doby dochází k tvorbě mléka. Poměr počtu zvířat k počtu boxových loží 1:1 je ideální, avšak bezproblémový je i poměr počtu zvířat k počtu míst u žlabu 1,5:1, a to při vhodné technice krmení. (BOUŠKA; 2006)

*Obr. 3 Volné ustájení*



*Zdroj: Chov skotu; online*

V zájmu udržení pohody dojnic se vytváří takové podmínky, aby dojnice v případě její potřeby měla neustále zajištěný pohodlný a bezpečný přístup nejenom k vodě, ale nejlépe i k potravě. Prostředí stáj, které koresponduje s dodržováním pravidel welfare a zároveň zaručuje nejvyšší možnou užitkovost, musí poskytovat dojnici pohodlné, suché prostorné lože se zajištěnou možností bezpečného a pohodlného ulehání i vstávání. Potřebný klid ve stáji je podporován taktéž pravidelnou rytmičností při obvyklých činnostech například krmení, nastýlání a odklizení exkrementů.

Dobře řešená boxová stáj ať stelivová, nebo bezstelivová, představuje to nejlepší pro vysoko užitkové dojnice, protože stupeň chovatelského komfortu je zde na vysoké úrovni. Jsou vhodná i pro stáda s vysokou roční užitkovostí nad 10 000 kg mléka. Dosahují se zde vynikající ukazatele plodnosti s minimálním poškozením struků, vemen a končetin. Další výhodou je i bezproblémové udržování čistoty. Jmenované parametry vykazují bezkonkurenční zlepšení oproti vaznému a kombiboxovému ustájení. (BOUŠKA; 2006)

#### **4.2.7 Rozvoj technologií pro dojení skotu ve volném ustájení**

S přechodem na volné ustájení dojnic byl nutné zavést i nový způsob jejich dojení. Zpočátku se začali na farmách provozovat různé typy v zahraničí již praxí prověřených dojíren od renomovaných výrobců. Ke konci roku 2003 pak začala i éra samostatných Automatizovaných dojících systémů (AMS) instalací robotů na farmě v Pacově.

Obecně se vhodnost provozování dojírny či AMS řeší zejména v úrovních ekonomiky provozu v závislosti na cílené velikosti chovaného stáda. Téma je řešeno jak v kruzích odborné veřejnosti, tak i mezi samotnými majiteli chovů kteří si mezi sebou předávají poznatky z praxe.

V současnosti nejprogresivnější přístup k získávání a prezentaci nových poznatků mají ovšem firmy, které AMS nabízejí. Při přípravě prezentací k oslovení potenciálních zákazníků se proto zaměřují i na podrobné porovnávání a vyhodnocování stavů konkrétních farem před a po instalaci jejich technologie. V rámci konkurenčního boje dodavatelů těchto technologií, jsou ovšem většinou tato data běžně veřejně nedostupná pokud jednoznačně nedeklarují úspěch. V dalších případech jsou často na komplexní posouzení přínosu pro chovy v ČR z důvodu specifických podmínek při dosažení výsledků nepoužitelná.

### **4.3 Obecný popis konvenčních dojíren**

#### **4.3.1 Pracovní postup se stádem při využívání konvenčních dojíren**

Při tomto systému pracovníci obvykle při každém dojícím cyklu stádo postupně přemísťují do „čekárny“ ze které jednotlivé dojnice vcházejí do prostor dojírny vybavené některou z variant dojících boxů. Zaplněné boxy jsou obsluhovány dojiči, kteří ze svého podúrovňového pracovního prostoru provádějí všechny úkony potřebné k podojení. Po ukončení dojení dojnice samostatně (nebo po skupinách) opouštějí boxy a vracejí se do stáje tak, aby po jejich odchodu byli boxy jednoduše přístupné pro ostatní čekající dojnice.

#### **4.3.2 Typy konvenčních dojíren**

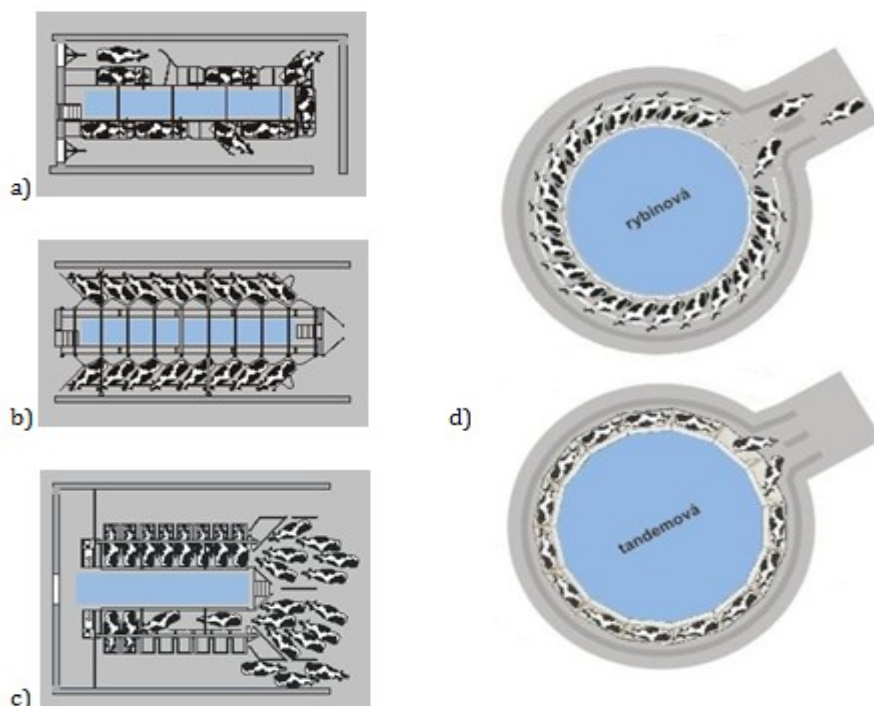
Cílem provozu dojírny je v relativně krátkém čase z co nejmenšími nároky na počet i odbornost obslužného personálu obstarat potřebné denní dojící cykly pro co největší počet dojnic. Z tohoto hlediska se i definují hlavní požadavky na jednotlivé části zařízení a zároveň se rozvinuly i jednotlivé typy konstrukce konvenčních dojíren.

Dojírny je možné rozdělovat podle několika hledisek:

- 1) Základní dělení je podle možnosti a způsobu dojení:
  - a) individuální
  - b) skupinové
- 2) Podle uspořádání stání:
  - a) stání vedle sebe – (boxové) – paralelní (side by side)
  - b) stání za sebou – tandemové – jednořadé, dvouřadé – průchozí, neprůchozí
  - c) s pohyblivým dojícím stáním
  - d) s pevným dojícím stáním

- 3) Kombinace jednotlivých variant:
- Stání šikmo vedle sebe – rybinová dojírna
  - Do kosočtverce – polygon
  - Do trojúhelníku – trigon
  - Stání vedle sebe anebo šikmo vedle sebe do kruhu – rotolaktor (pohyblivá)
  - Stání za sebou s nekruhovým uspořádáním – unilactor (pohyblivá stání) (ANDRT; 2006)

Obr. 4 Příklady typů dojíren a) tandem b) rybinová c) paralelní d) kruhová tandem a kruhová rybinová



Zdroj: ŠUSTR, 2015 upraveno dle Dojírny; online

Jednotlivé typy dojíren se uplatňují v praxi také dle nároků na zastavěný prostor jednotlivými boxy vzhledem k jejich optimální průchodnosti dojnícemi a s ohledem na maximální možné rozměry plochy celého objektu dojírny.

#### 4.3.3 Nejčastěji používané technologické části konvenční dojírny

Sestava vývěvy s frekvenčním měničem a pohonným agregátem, podtlakové potrubí, vzdušník, regulační ventil, vzduchový filtr, přerušovač podtlaku, pulsátor, mlékovodné potrubí, sběrač mléka se strukovými násadci, průtokoměr mléka, diagnostická jednotka kvality mléka, ovládací panely obsluhy, centrální řídicí jednotka, systém identifikace jednotlivých dojnic a jejich pohybu v dojírně, mechanické konstrukční prvky boxových stání a prostorů pro dojiče (sanitární zařízení, vytápění atd...)

#### 4.3.4 Konstrukční vývoj technologie konvenčních dojíren

Přes zdánlivou optickou jednoduchost a podobnost jednotlivých typů zařízení používaných u dojíren za dobu jejich existence lze i zde najít některé převratné milníky ve vývoji této technologie. Obecný technologický vývoj v konstrukci dojíren lze demonstrovat například i s pomocí patentů.

- 1961 – první systém elektronické střídavé pulzace
- 1974 - První elektronická ovládací jednotka dojení
- 1978 – První elektronický průtokoměr mléka
- 1979 – První PC jednotka pro řízení stáda
- 1983 – První monitorovací známky pro sledování říje dojnic
- 1985 – První systém průchozí identifikace na dojárně
- 1988 – První přenosný ukazatel ukončení dojení „bez zásahu lidské ruky“
- 1997 – Unikátní způsob regulace podtlaku změnou otáček pohonu vývěvy
- 1998 – ID známka a detektor říje v jediné známce bez použití rtuťového snímače pohybu

## 4.4 Obecný popis konstrukcí dojíren

Dojírny jsou v současné době navrhované primárně pro velké provozy. V rámci sběru informací uvedlo nezávisle na sobě několik dodavatelů, že aktuálně doporučují při návrhu nových provozů jako vhodná technická řešení pro stádo nad 200 ks budovat paralelní typy dojíren a při překročení počtu 400 ks dojnic již dojírny kruhové.

Pro technické řešení dojírny platí několik obecných pravidel. Jednotlivé prvky zařízení mají být pokud možno co nejjednodušší konstrukce se zvládnutím vysoké zátěže a spolehlivostí, ale s co nejmenšími nároky jejich údržbu ze strany obsluhy. Mezi upřednostněné parametry při vývoji nových typů dojíren patří generování stabilního podtlaku, kvalitní pulzace a kvalitní dojících strojů.

Snahu o vylepšení ekonomiky provozu dojíren reprezentuje například i řešení vytápění prostor v dojárně, určených pro práci dojičů teplým vzduchem, který je generován jako vedlejší produkt vývěvou systému.

Koncepce a konstrukce pracoviště dojiče je zaměřena na možnost co nejnižších nároků na dojiče z pohledu nutnosti šetrného zacházení s dojícím strojem a na jeho bezpečnost při práci – ohrožení úrazem způsobeného dojnící.

Modelová činnost dojiče: aplikovat dezinfekční pěnu, otřít, provést kontrolní odstřík a nasadit násadec (ideální limit od „prvního dotyku“ po nasazení je 90 sec.).

V některých případech správně provedená stimulace umožňuje získat až 50 % celkového nádoje už po prvních dvou minutách trvání.

### 4.4.1 Vzduchová soustava (podtlaková)

Vzduchová podtlaková soustava obsahuje několik základních technologických částí, které v závislosti na konkrétním typu dojírny mohou mít různou technickou úroveň a způsob řešení. Následující výčet prvků je proto jen modelovou ukázkou řešení:

- Vývěva: např. centrifugová technologie (bez nutnosti mazání lopatek), pro vysoký výkon při nízkých servisních nákladech. Spolu s frekvenčním měničem produkuje až na 90 °C ohřátý vzduch využitelný k dalšímu výhřevu zařízení dojírny.
- Frekvenční měnič vývěvy (regulátor otáček): snižuje spotřebu energie pro vývěvy až o 60 % (vývěva dodává jen skutečně potřebný podtlak při jeho kolísání), snižuje hlučnost a opotřebení vývěvy.
- Vzduchový filtr: ochrana vývěvy před vnikem mechanických částic a kondenzátu

- Rozvodné potrubí: vedení podtlakového vzduchu ze strojovny např. v provedení 3-4“ PVC trubkami
- Vzdušník: např. objem 135 – 180l, zajišťuje stabilní podtlak v soustavě, plní funkci rozvaděče mezi pulzačním potrubím (od sběracích strojů) a potrubím ke sběrné nádobě, zachytává nežádoucí kondenzát který je u některých typů po vypnutí vývěvy automaticky odpouštěn.
- Regulační ventil: reguluje podtlak v pracovním rozsahu 37,25 – 50,8 kPa. (Nejnižší zjištěné optimum mezi výrobci se snížilo v r. 2010 ze standardních 42 kPa na 38 kPa z důvodu snahy o zvýšení šetrnosti ke strukům dojnic při častém dojení).
- Pulsátor: např. elektromagnetický, asynchronní (působí střídavě tlak / podtlak na zadní a přední čtvrtě vemene), umístěn mezi podtlakovým potrubím a strukovým násadcem, zajišťuje pulzační činnost - masáž struků.

#### 4.4.2 Dojící stroj

Je to vstupní prvek celé sestavy pro sběr mléka ze struků dojnic. Skládá se z násadců složených ze strukové gumy a struková pouzdra spojených vývody do tzv. sběrače. Tento celek je spojen s podtlakovým potrubím, které zajišťuje přidržení, pulzaci (stimulace) a odvod (nasávání) získaného mléka. (PŘIKRYL; 1997)

Některé z možných konstrukčních vlastností sběrače: protipěnový, umožňující vysoký průtok při malých rozměrech, zabraňování křížové kontaminaci struků, průhlednost pro možnost vizuální kontroly odtoku z jednotlivých struků.

Dojící stroj je nasazován na struky ručně dojičem. Dle konkrétního typu zařízení dojírny je opět i snímán ručně ze všech struků najednou, nebo automaticky (např. navinutím připojeného lanka) po vydojení signalizovaném řídicí jednotkou dojírny u daného boxu.

#### 4.4.3 Součásti řízení provozu dojícího stání a diagnostiky mléka

Vzhledem k rozmanitosti typů jednotlivých vývojových řad i různým přístupům výrobců zde uvedeme opět jen možné optimální modelové řešení:

- Průtokoměr: měří produkci mléka stanoviště, ale také například v některých verzích i čas dojení a konduktivitu mléka (zjištění zdravotní závadnosti mléka) a proto i komunikuje s ovládací jednotkou stanoviště

- Ovládací jednotky u stanoviště: mají možnost automatického nebo manuálního dojícího režimu (pro mimořádné dojení např.: jeden struk ze čtveřice léčen), zajišťují případný impulz pro automatické sejmutí (stáhnutí) dojícího stroje, informují obsluhu o průběhu dojení (display), umožňují přenos dat do centrálního PC, popřípadě variabilní nastavení parametrů např.: rozdojovací čas, min. průtok mléka, dodojovací čas, režim centrální proplach atd.

#### 4.4.4 Elektronické prvky automatizace pro řízení stáda v dojárně a na vstupu

- Přenos dat od průtokoměrů přes ovládací jednotky do centrálního PC ovládacím SW
- ID známky – některé z variant:
  - 1) Pasivní pouze pro identifikaci, umístěné na obojku
  - 2) ID známka (pasivní) ve společném pouzdře s aktometrem umístěná na obojku (snímá aktivitu - pohyby do všech stran, obsahuje dva zdroje)

- Třídící branky: poloautomatické (reagují na elektronickou známku, kterou předem obsluha umístí na nohu hlídané dojnice) a automatické řízené pomocí SW na centrálním PC, spuštěné ID známkou dojnice na místech s možností pouze jednotlivého průchodu
- Automatické krmné boxy (řízené centrálním SW s pomocí přesné identifikace jednotlivých dojnic)
- Čtecí rámy ID známek: umístěné v jednotlivých nebo hromadných (nutná SW korekce chybně načteného ID) průchodech dojnic do vstupu k boxům.
- Hlavní ŘJ: řídicí jednotka dojírny poskytující propojení jednotlivých prvků dojírny s uživatelským PC na kterém je spuštěn ovládací SW dojírny. Komunikační síť mezi jednotlivými stupni je nejčastěji realizována metalickými kabely

*Obr. 5 Pohled do prostor paralelní dojírny z pohledu dojnic a dojičů*



*Zdroj: ŠUSTR, 2016 (archiv autora)*

#### **4.4.5 Další konstrukční a technologický vývoj dojíren**

V dnešní době se v zahraničí experimentálně vyvíjejí a zkoušejí poloautomatizované dojírny, kde je práce dojiče vykonávána i robotickými rameny. Jedna z variant využívá dvou ramen k obsluze kruhové otáčecí dojírny. První rameno provádí přípravu (méně technologicky náročná činnost), druhé rameno nasazuje dojící stroj. K dosažení co nejvyšších úspor při zachování efektivity lze předpokládat, že se bude prosazovat koncepce, kdy relativně drahé robotické prvky budou umět v malém počtu nahradit aktuálně nutný vyšší počet dojičů. Novou pracovní náplní funkce dojiče pak hlavně bude odborný dohled a řízení této linky. Z těchto důvodů očekáváme v budoucnu stále větší prolínání původně čistě robotického a konvenčního systému dojení.



## 4.5 Definice AMS z pohledu robotiky – základní pojmy

### 4.5.1 Obecný popis robotiky

Vzhledem k povaze určení a způsobu fungování AMS se tyto zařízení mohou řadit mezi tzv. průmyslové roboty, pomineme-li pro tento případ významový rozdíl mezi označením průmysl a zemědělství. Pro popis jednotlivých částí robotů platí jednotná pravidla, proto AMS budeme v následujících kapitolách popisovat tak jako strukturu „běžného“ průmyslového robota.

Existuje mnoho definic, které tento pojem „průmyslový robot“ vysvětlují. International Organisation for Standardisation (ISO) zavedla definici (ISO 8373 Manipulační průmyslové roboty – Slovník) pro roboty činné ve výrobě: Průmyslový robot (PR) je automaticky řízený, reprogramovatelný, víceúčelový manipulační stroj, stacionární nebo umístěný na pojezdu, určený k použití v průmyslové automatizaci. (SKAŘUPA; 2008)

Základní důvody pro nasazování robotů jsou (Roboty a manipulátory; online):

- *technické důvody: zlepšení kvality výrobků, snížení zmetkovitosti, pružnost výroby*
- *ekonomické důvody: zvýšení výrobní kapacity, zvýšení koeficientu směnnosti, úspora pracovního místa, uvolnění kvalifikovaných pracovníků*
- *sociální důvody: vyřazení člověka z fyzicky namáhavé a monotónní práce, vyřazení člověka ze zdraví škodlivého prostředí*

### 4.5.2 Historie vzniku robotů

Přestože je dnes pojem robot vnímán obecně pro všechny zařízení, které při běžném pohledu vykonává nějaký druh pracovní činnosti dříve běžně vykonávaný pro svou složitost jen člověkem, znamená tento pojem i podrobnější specifikaci, jenž je zakotvena právě v historii vzniku robotických systémů.

Historicky první klasifikace byla postavena na vývoji definice robota, která se zpočátku zaměřila na odlišnosti manipulátorů a robotů z hlediska řízení a programování. Byly preferovány následující pojmy (SKAŘUPA; 2008):

- *Manipulátor (případně jednoúčelový manipulátor, manipulátor s pevným programem, apod.), dnes ve smyslu definice viz výše,*
- *Synchronní manipulátor (člověk ve smyčce, man on line, master – slave manipulátor),*
- *Robot (manipulátor s pružným programem),*
- *Adaptivní robot (robot reagující na změny pracovní scény),*
- *Kognitivní robot (robot s určitou – ale blíže nedefinovanou – mírou umělé inteligence).*

### 4.5.3 Obecný popis pohybového ústrojí robotů

Klasifikace průmyslových robotů podle kritérií (SKAŘUPA; 2008):

#### 1) Počtu stupňů volnosti robotu

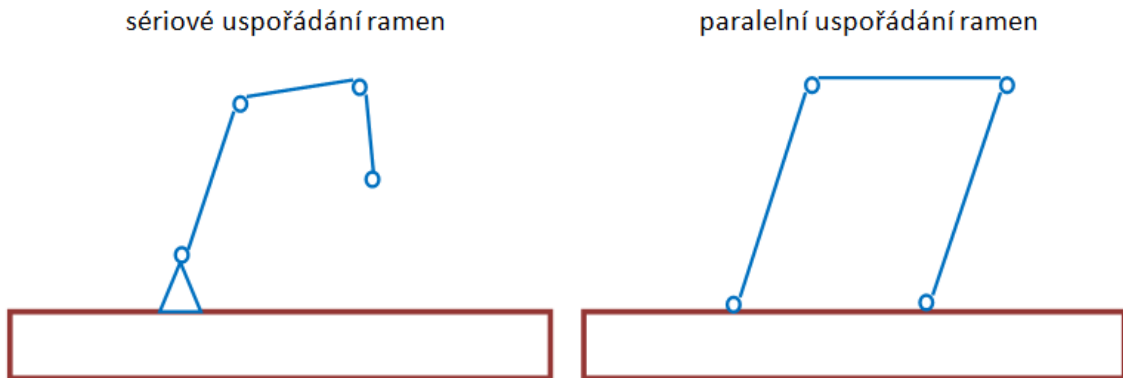
- *Univerzální robot: se 6 stupni volnosti, jednoznačně vymezující v kartézském souřadném systému polohu a orientaci objektu manipulace,*
- *Redundantní robot: s více než 6 stupni volnosti, využívající větší volnosti k obcházení překážek, nebo k pohybu ve stísněném prostoru,*

- Deficitní robot: s méně než 6 stupni volnosti (některé Scara roboty, se 3-4 stupni volnosti, provádějící montáž prvků v rovině).

2) Podle kinematické struktury

- Sériové roboty – s otevřeným kinematickým řetězcem manipulátoru,
- Paralelní roboty - s uzavřeným kinematickým řetězcem manipulátoru,
- Hybridní roboty – kombinující oba typy řetězců.

Obr. 6 Příklad sériového a paralelního uspořádání ramen robotu



Zdroj: ŠUSTR, 2016 (archiv autora)

U průmyslových robotů se používá pouze dvou druhů kinematických dvojic (vazeb) rotační (R) a posuvné (T). Konkrétní tvar prostoru, ve kterém se může rameno robotu pohybovat je tak dán kinematickým řetězcem skládajícím se z jednotlivých členů a vazeb (kinematických dvojic).

Obr. 7 Tabulka kinematických dvojic

Kinematická dvojice	Počet stupňů volnosti	Značení	Třída dvojice	Zobrazení
rotační	1	R	5	
posuvná	1	T	5	

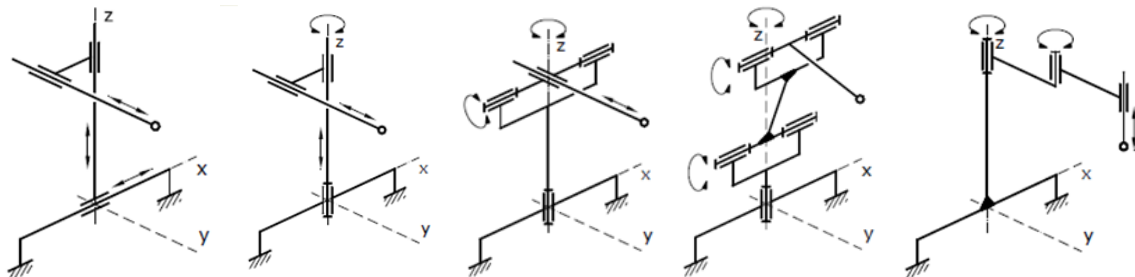
Zdroj: Roboty a manipulátory; online

Podle geometrie pracovního prostoru daného pohybem koncového bodu horního ramene rozlišujeme u robotů základní kinematické struktury:

- translační (tři posuvné vazby),
- cylindrická (rotační vazba a dvě posuvné),
- sférická (dvě rotační vazby a jedna posuvná),
- angulární (tři rotační vazby),
- scara (odvozená od cylindrické struktury).

Na následujícím obrázku (č. 8) jsou výše zmíněné kinematické struktury schematicky vyobrazené dle pořadí zleva doprava.

Obr. 8 Základní kinematické struktury



Zdroj: Roboty a manipulátory; online

Každá z výše uvedených typů struktur již má své obecně formulované specifické vlastnosti (tvar pracovního prostoru, způsob pohybu efektoru, tuhost, dosažitelnou přesnost atd.) které zároveň umožňují posoudit vhodnost jejího použití po konkrétní reálné řešení na daném robotu. Například pro přesné polohování platí, že čím více je použito na rameni vazeb, tím složitější musí být systém pro přesné řízení pohybu koncového bodu, který řídí jednotlivé části ramene.

#### 4.5.4 Zdroje pohybu robotů

Pohyby ramen robotů jsou realizovány díky různým typům pohonů. Podle primární energie se pohony rozdělují na: mechanické, elektrické, hydraulické, pneumatické a kombinované. Dle druhu vykonávaného pohybu pak na rotační, přímočaré a kyvné pohony.

V souvislosti s využíváním průmyslových manipulátorů a robotů ve výrobním procesu jsou na jejich pohony kladeny především tyto požadavky (RUMÍŠEK; online):

- Plynulý rozběh a brzdění
- Vysoká přesnost polohování
- Dostatečná polohová tuhost
- Minimální hmotnost
- Minimální rozměry
- Vhodné prostorové uspořádání

Všechny uvedené požadavky mají za cíl dosáhnout u PRaM klidný, plynulý a bezrázový průběh výkonu manipulační a pracovní-technologické činnosti a též zajištění vysoké přesnosti polohování.

Pořadí v průmyslu nejčastěji využívaných druhů pohonů dle energie je následující:

1. Stejnosměrné elektrické pohony,
2. Trojfázové servomotory,
3. Hydraulické pohony na extrémě těžké zátěže,
4. Pneumatické motory.

Použití elektrických pohonů má následující výhody: snadno dostupný zdroj energie, jednoduchost vedení zdroje k motoru, jednoduchost spojení s řídicími prvky, poměrně jednoduchá údržba a čistota provozu. Ve srovnání s hydraulickým pohonem nižší hlučnost, menší nároky na chlazení a na celkový instalovaný prostor, nižší pořizovací, provozní i udržovací náklady. (RUMÍŠEK; online)

Mezi hlavní nevýhody použití elektrických pohonů patří: závislost na dodávce elektrické energie, značné požadavky na kvalitu provedení všech částí mnohdy složitých systémů a nebezpečí úrazu elektrickým proudem.

Porovnání výhod u hydrostatických a pneumatických pohonů je znázorněno v následující tabulce.

Obr. 9 Tabulka porovnání vlastností tekutinových pohonů

	HYDROSTATICKÝ	PNEUMATICKÝ
V	<ul style="list-style-type: none"> <li>- vysoká tuhost</li> <li>- dobrá účinnost</li> <li>- možnost dosažení malých rychlostí</li> <li>- plynulý chod</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- možnost připojení na centrální rozvod</li> <li>- dosažení rychlých pohybů</li> <li>- možnost činnosti v různých teplotách okolního prostředí</li> <li>- možnost práce ve výbušném a vlhkém prostředí</li> </ul>
N	<ul style="list-style-type: none"> <li>- nutnost samostatného zdroje energie</li> <li>- obtížné dosažení vysokých rychlostí</li> <li>- změna viskozity kapaliny s teplotou</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- drahý provoz (cca 4x dražší než u hydroponů, 10x než u el. pohonů)</li> <li>- obtížné dodržení plynulého chodu</li> <li>- malá tuhost</li> </ul>

Zdroj: Roboty a pružné výrobní systémy: Studijní opora; online

#### 4.5.5 Efektory robotů

Současné pojmenování části robotu termínem „efektor“ sjednocuje několik různých označení této části, které se z historického hlediska pro tuto součást robotu vyskytovala. Dodnes je možné se s některými z nich setkat převážně ve starších publikacích na téma robotiky např. hlavice, pracovní hlavice, chapadlo nebo koncový efektor. Účelem efektoru robotu je vlastní realizace úkolů, pro které je robot předurčen, tj. manipulace různými objekty se zadanými parametry polohy, orientace, vzdálenosti, rychlosti, zrychlení, aj. Podle toho o jaké objekty manipulace se jedná a kde jsou užity, dělíme efektor na uchopovací a technologické, případně hybridní, pokud se obě hlediska prolínají. (SKAŘUPA; 2008)

Efektor se tedy nachází na konci ramene a zajišťuje provádění technologické operace pro kterou byl robot navržen. Připojení efektoru ke koncové části ramene může být z hlediska spoje uzpůsobeno jako jedinný používaný typ (stále připojen), nebo jako jeden z více používaných typů efektorů uzpůsoben pro některý z typů výměny. V tomto případě je propojen s ramenem s pomocí tzv. „interface“ jejichž rozměry, včetně konstrukčního řešení,

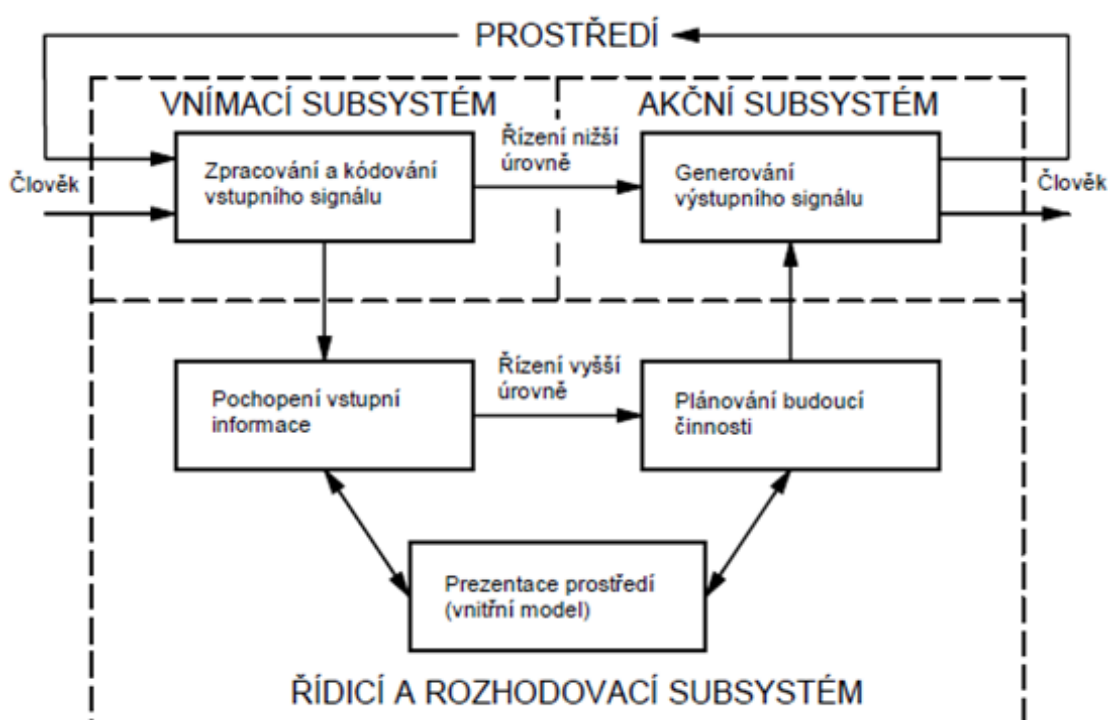
jsou předepsány normou ISO pro všechny výrobce. Samotná výměna může být řešena jak s nutností odstávky a zásahu obsluhy, tak i automatickou realizací zahrnutou přímo v programu robota při vykonávání technologické operace.

V případě technologických efektorů se jedná většinou o přímou, nebo zprostředkovanou manipulaci technologickými nástroji nebo přípravky, které zajišťují např. svařování, obrábění, stříkání, montáž apod. Tato hrubá klasifikace samozřejmě nevystihuje všechny oblasti aplikací robotů, zavádíme proto ještě efektory speciální. (SKAŘUPA; 2008)

#### 4.5.6 Řízení robotů

Pro popis průmyslových robotů tvořících složitý mechatronický systém z několika základních hledisek slouží rozdělení na tyto hlavní subsystémy: akční, řídicí, vnímací.

Obr. 10 Subsystémy Průmyslových robotů



Zdroj: LINDA a kol.: Řízení robotů; online

Způsoby řízení robotů z hlediska činnosti jsou:

- Ruční (operátorem) a automatické,
- Programové řízení (dle pevně zadaného programu),
- Adaptivní ( řídicí veličina se nepředvídatelně mění, proto řízení probíhá výběrem optima – např. korekce dráhy).

Adaptabilní řízení dále rozdělujeme na:

- Off-line: nejdříve zkušební ověření dráhy, následuje přepočítání a samotný úkon,
- On-line: výpočet korekce probíhá přímo při úkonu, který je dle něj korigován.

(LINDA a kol.: Řízení robotů; 2004)

#### 4.5.7 Způsoby řízení pohybu robotů

Samotný pohyb dle způsobu řízení (výpočtu) je realizován:

- Bod po bodu (PTP): dráha je rozdělena na jednotlivé body a mezi nimi se preferuje co nejkratší čas přemístění,
- Spojité řízení (CP) s lineární nebo kruhovou interpolací vzhledem k nástroji, popřípadě spline interpolací (dodržení dráhy dotykového bodu bez ohledu na polohu ramene).

Problémy při řízení pohybu

- Zaoblení dráhy z důvodu časového zpoždění regulačních smyček – jak ostrý roh dokáže při určité rychlosti koncový bod ramene „vykreslit“,
- Nejednoznačnost pozice z důvodu více vazbového ramene, kdy se koncový bod může nacházet ve stejném místě při různé vzájemné poloze (úhlu) částí ramene.

Situace „epsilon=0“ je podobné předchozí, ale vzniká při vícerotačných vazbách na rameni když se dostanou do stejné osy. (LINDA a kol.: Řízení robotů; 2004)

#### 4.5.8 Popis základních funkcí řídicích systémů průmyslových robotů

*Řídicí systém slouží pro vytváření, zapamatování, reprodukci a vykonávání programu včetně jeho posloupností k ovládní činností robotu.* (Roboty a pružné výrobní systémy: Studijní opora; online) Tuto činnost zajišťuje ovládním pohonů robota a dalších mechanismů jeho funkční výbavy. Zároveň zajišťuje komunikaci s periferními zařízeními v sestavě funkčního celku. Řídicí systémy robotů jsou rozměrově určené požadovanou složitostí a četností řízených funkcí, počtem a typem řídicích i silových vstupů či výstupů, taktéž i požadavky na jeho odolnost. Následující výčet obsahuje některé základní, často používané komponenty:

**Základní deska:** pro procesor a jeho periferní obvody, řídicí obvod obslužného panelu,

**Tištěné obvody se vstupy a výstupy:** pro ovládací prvky robota se poskytují různé typy tištěných obvodů a sběrnic, taktéž pro případnou komunikaci robota s jeho okolím,

**Jednotka nouzového zastavení a jednotka MCC:** ovládá celý bezpečnostní systém nouzového zastavení robota,

**Napájecí jednotka:** konvertuje střídavý proud na stupně stejnosměrného proudu,

**Servo zesilovač:** řídí servomotory, ovládní brzdy, přeběh a ohyb ramene,

**Obslužný panel** – slouží pro spuštění robota, obsluhu a vizuální indikaci aktuální stavů,

**Transformátor** – vstupní napětí konvertuje na potřebné úrovně střídavého napětí,

**Jednotka ventilátoru, tepelný výměník** - součásti ochlazující vnitřní část řízení.

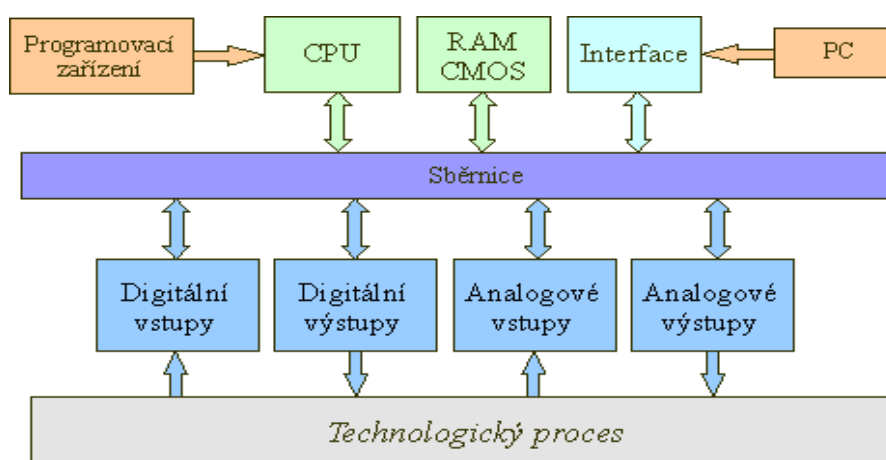
(LINDA a kol.: Řízení robotů; 2004)

#### 4.5.9 PLC jednotky

Označení prvků PLC (Programmable Logic Controllers) lze volně přeložit i jako programovatelné logické jednotky. Využívají se zejména pro nižší úroveň řízení (doplňk hlavních řídicích systémů) u konstrukčně složitých strojů, nebo též díky technologickému pokroku i jako řídicí jednotky pro jednoduché systémy od průmyslu přes zemědělství až po domácí spotřebiče.

V případě robotů jsou rozmístěny jako podřízené menší řídicí uzly jednotlivých hlavních částí robota. Výhodou při jejich využití je i zjednodušení hlavní rozvodné kabeláže po robotu, kdy se realizuje jen napájecí a řídicí (komunikační) sběrnice mezi řídicím systémem a jednotlivými PLC. Na PLC je pak připojena jak sensorika, tak akční členy daného funkčního celku.

Obr. 11 Blokové schéma PLC



Zdroj: LINDA a kol.: Řízení robotů; online

Z hlediska architektury dnes dělíme PLC na typy modulární, které lze variabilně rozšiřovat s pomocí příslušných modulů (např. o další vstupy, výstupy komunikační a řídicí části) a typy kompaktní bez možnosti rozšíření.

Mezi základní komponenty PLC patří: šasi, napájecí modul, CPU modul, vstupní a výstupní moduly a komunikační moduly. (LINDA a kol.: Řízení robotů; 2004)

Obr. 12 Příklad modulární sestavy PLC



Zdroj: PLCSHOP.nl; online

Hodnocení a výběr konkrétních PLC se odvíjí od jejich odolnosti na podmínky okolí, možností programování, rychlosti vykonávání programu, architektury a diagnostických vlastností vlastních stavů a poruch.

#### 4.5.10 Senzory robotů

Důležitými součástmi průmyslových robotů na kterých závisí přesnost a spolehlivost jejich výkonu jsou senzory (označované taktéž jako čidla, nebo snímače). Základní rozdělení senzorů do skupin dle účelu je na senzory monitorující vnitřní stav robotu (polohu ramen, teplotu, rychlost pohybu ramene atd.) a senzory obstarávající interakci s okolím (orientace, měření vzdálenosti, tlaku dotyku atd.). Obecně můžeme říci, že senzor je vše co něco měří, hlídá vzdálenost či polohu, nebo tvar a to od mechanických spínačů až po laserové snímače.

Rozlišujeme základní rozdělení snímačů je dle následujících kritérií.

- Podle funkce: absolutní (I/O), inkrementální (měří přírůstek),
- Dle druhu práce se signály: analogové (např. rozmezí měření 2-5V), digitální (0/1),
- Dle vazby na měřený objekt: dotykové, bezdotykové.

(LINDA a kol.: Snímače RaM1; 2004)

Nejpoužívanější druhy snímačů jsou dle funkčního principu : indukční, kapacitní, magnetické, optické nebo ultrazvukové. Některé nové moderní snímače kromě jednoduché indikace stavů (sepnuto/rozpnuto) taktéž zároveň zobrazují i integrovaném číselném zobrazovači aktuálně naměřenou hodnotu.

*Obr. 13 Příklady senzorů pro aplikaci v průmyslové automatizaci*



*Zdroj: Allbiz; online*

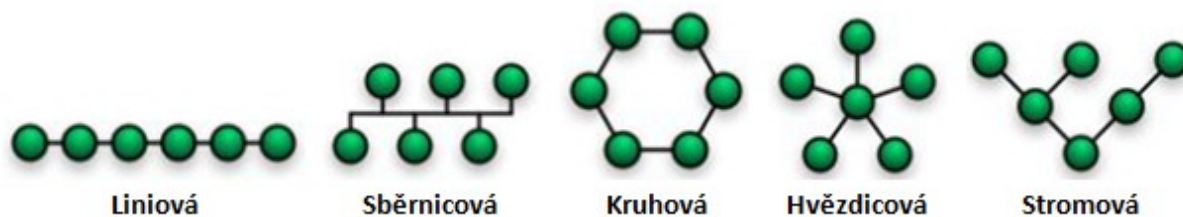
Pro vykonávání jedné kontrolní činnosti je často možné zvolit různé konstrukční typy čidel a teprve až konkrétní nasazení stroje v daných podmínkách může ukázat slabiny zvoleného funkčního principu, nebo technického provedení. Díky neustálemu zdokonalování odolnosti, výkonosti a spolehlivosti je proto vhodné při každé modernizaci, případně konstrukci nového typu robota znovu na základě předchozích zkušeností zvážit výběr nově použitých senzorů, popřípadě zvolit jiný princip zjištění požadované vlastnosti. Jako příklad uvedeme změnu v měření pohybu (vzdálenosti), kdy původní řešení s pomocí ultrazvukového čidla a mechanického dorazu (starší generace robotu) bylo nahrazeno snímáním polohy 2D kamerou.



#### 4.5.11 Průmyslové sběrnice

Propojení jednotlivých elektronických prvků, přes které jsou přenášeny řídicí pokyny, data a informace o jejich stavu, označujeme obecně jako síť. Každá síť je popsána topologií z pohledu její fyzické struktury (propojení uzlů) a logické struktury (způsobu komunikace uzlů). Další rozdělení sítí dle technického provedení je na drátové (metalické) a bezdrátové (optické - laser, nebo rádiové – Bluetooth, WiFi).

Obr. 14 Příklady topologie sítí



Zdroj: LINDA a kol.: Sběrníkové systémy; online

Sběrnice (anglicky bus) je skupina signálových vodičů, kterou lze rozdělit na skupiny řídicích, adresových a datových vodičů v případě paralelní sběrnice nebo sdílení dat a řízení na společném vodiči (nebo vodičích) u sériových sběrnic. Přenos dat na sběrnici se řídí stanoveným protokolem. Označení „průmyslové sběrnice“ se používá pro digitální sériové sběrnice zajišťující přenos dat a síťovou komunikaci v průmyslových provozech. Umožňují paralelní chod úloh a zpracování dat. (LINDA a col.: Sběrníkové systémy; 2004)

Při volbě správného typu komunikační sběrnice rozhodují tyto parametry: požadovaná topologie, typ přenosového média, max. počet uzlů, dosah, způsob komunikace, přenosové vlastnosti a případně požadovaná odolnost proti rušení.

Příklady průmyslových sběrnic:

- CAN: původně vyvinut pro komunikaci ŘJ v automobilech, nyní základ i pro mnohé další sběrnice, například DeviceNet a CANopen,
- CANopen: max. počet uzlů 127, max. rychlost 1 Mb/s,
- EtherNet: max. počet uzlů 1024, max. rychlost 100 Mb/s při použití optického kabelu,
- DeviceNet: max. počet uzlů 64, max. rychlost 0,5 Mb/s,
- Profibus: max. počet uzlů 126, max. rychlost 12 Mb/s,

Další typy průmyslových sběrnic: ARCNet, AS-i, ControlNet, HART, USB.

(LINDA a col.: Sběrníkové systémy; 2004)

Při dlouhodobém využívání zařízení (např. robota) komunikujícího s ostatními v rámci jednoho technologického celku pomocí dané sběrnice, se parametry zvoleného typu sběrnice při jejím morálním zestárnutí mohou stát vážným problémem pro případnou modernizaci celého provozu.

## **5 Charakteristika výchozích podmínek vybraných technologických linek**

V rámci této kapitoly jsou nejdříve popsány aktuální zjištěné principy farem vybavených AMS. V další části kapitoly jsou popsány i samotné AMS z technického pohledu, kdy jsou zde uplatněny pojmy z předchozí kapitoly o obecném popisu průmyslových robotů na popis technických řešení modelů dvou hlavních dodavatelů AMS v České republice. V závěru kapitoly jsou popsány provozy, na kterých byly provedeny jednotlivá měření a získány konkrétní data o provozu i dosavadní obecné zkušenosti uživatelů AMS.

### **5.1 Obecný popis provozu s AMS**

#### **5.1.1 Pracovní postup se stádem při využívání AMS**

Jsou používány dva základní systémy – s řízeným a neřízeným pohybem stáda. V případě řízeného pohybu se jedné převážně o automatizovaný systém branek, které na základě identifikace konkrétní dojnice regulují možnost jejího pohybu v rámci stáje např. prostory pro odpočinek, separace pro ošetření, prostor s AMS, venkovní výběh atd. Systém s volným pohybem – dojnice má celodenně volný pohyb v rámci stáje kde je i zároveň dojena s pomocí AMS. Z odpočívacího boxu prochází nejčastěji skrze hnojnou chodbu k prostorám krmného stolu nebo centrálně umístěním napáječkám a v případě její potřeby kdykoli taktéž na podojení do AMS. Při potřebě separace je daný kus odveden ošetřovatelem do vyhrazeného prostoru.

Další možností systému s volným ustájením provozovaného s AMS je rozdělení stáda do menších samostatných skupin s přístupem ke konkrétním AMS nebo ponechání volného pohybu všech dojnic v rámci celé stáje s přístupem ke všem instalovaným AMS ve stáji. Ve všech uvedených případech je množství dojnic ve stádu limitováno maximální doporučenou denní kapacitou obslužnosti jednotlivých instalovaných AMS.

Pro bezproblémový provoz je vhodné zajistit výběrem takové složení stáda, aby každá z dojnic splňovala nároky na sociální přizpůsobivost ve stádu, úspěšné zaučení na AMS a minimální požadované fyziologické parametry tvaru struků a vemene. Proto je při přechodu z konvenčního způsobu dojení na AMS uplatňována brakace nevhodných kusů spolu s dalšími šlechtitelskými přístupy ke stádu. Dle provedeného dotazování v rámci DP se průměrná doba k zaučení jednotlivých dojnic navedením do boxu dle stáří a povahy průměrně pohybuje od tří do čtrnácti dnů.

Zásadní podmínkou pro bezdohledový provoz je zajištění bezpečné identifikace každé z dojnic stáda při vstupu do boxu AMS. Toho je docíleno s pomocí bezdrátové technologie – čipů umístěných v obojcích, které umožňují přiřazení jedinečného kódu pro každou dojnici, používaného po celý její produkční život ve stádu.

AMS umožňuje přístup dojnicím kromě případných servisních zásahů po celý den. Dojnice mají v případě volného pohybu po stáji ponechanou volbu vlastního denního režimu návštěvy. Motivací je pro ně buď jen potřeba podojení, nebo pokud tomu odpovídá strategie farmáře, přístup k výživnější menší dávce krmiva poskytované AMS při dojení. Signálem připravenosti AMS pro dojnice je otevřená vstupní branka do průchozího boxu. Jakmile

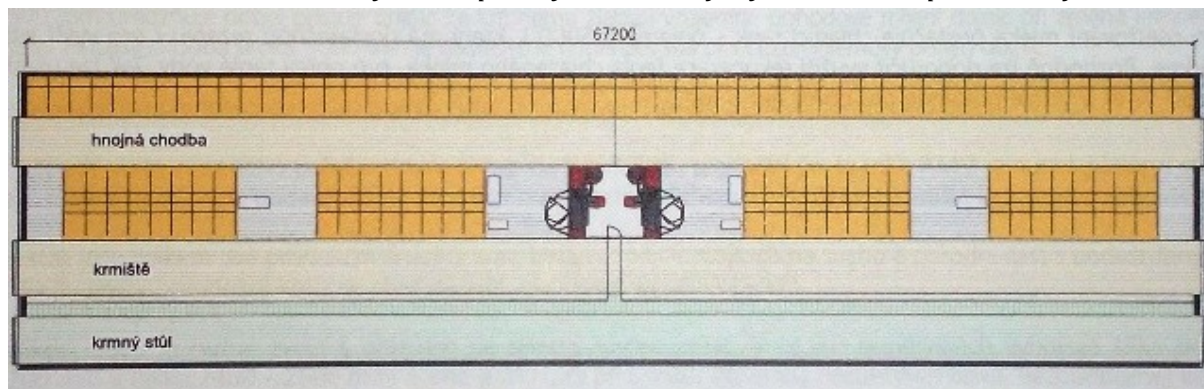
dojnice vejde, dojde k uzavření vstupní branky a identifikaci konkrétního kusu. Následně se spouští automatický cyklus dojení a distribuce krmné dávky. Neoprávněné požadavky na podojení jsou po vstupu dojnice do boxu ihned automaticky vyhodnoceny, a stejně tak jako v případě úspěšného podojení, následuje otevření odchozí branky s uvolněním boxu pro další dojnice, které je zajištěno elektrickým bičem s nastavitelným intervalem akce.

Detailní parametry provozu AMS pro celou obsluhovanou skupinu i jednotlivé kusy si farmář nastavuje v samostatném zvlášť umístěném PC s přímým síťovým připojením, přes firemní SW dodávaný k AMS. Tvoří si tak vlastní strategii za účelem dosažení nejenom požadovaných výnosů, ale i stupně komfortu provozu bez dohledové činnosti. Provoz může taktéž obsluha sledovat na integrovaném ovládacím grafickém LCD panelu robota, který poskytuje přehledové i servisní prostředí pro přímou práci s AMS.

### 5.1.2 Instalace sestavy AMS

Dodavatel AMS zpracovává před instalací dva základní typy projektů. Na první pohled jednodušší a účelnější je projekt kompletní výstavby celé nové stáje s obslužným systémem AMS. Ovšem v rámci ČR je mnohem častější zástavba AMS do starších, v různém stavu modernizace provozovaných typových stájí K-96 nebo K-174, jako náhrady původní konvenční dojírny, proto se dále budeme věnovat pouze tomuto typu aplikace. V zahraničí jsou sice již provozované i velkochovy obsluhující 8 – 34 jednotek AMS, jež jsou umístěny v nově vyprojektovaných stájích, avšak v rámci ČR se s masová výstavba takto velkých chovů vybavených AMS v nejbližší době neočekává.

Obr. 15 Vzorový návrh půdorysu nové stáje vybavené AMS pro 120 dojnic



Zdroj: (VEGRICHT a kol; 2008)

V projektu na zabudování AMS se musí brát zřetel na dvě samostatné zóny AMS, jeho připojení k periferním technologiím, zdrojům el. energie, vody, případně stlačeného vzduchu a odpadu. První „pracovní“ zónou je myšlena strana robota s boxem, který se stává součástí prostoru stáje. Druhá „obslužná“ zóna je obslužné a servisní zázemí koncipované z druhé strany robota než je umístěn box. Tato zóna je budována jako oddělená separátní místnost s možností udržení vysokých nároků na hygienu. V praxi to znamená zástavbu robota přímo do některé z obvodových stěn (místnost se zřídí mimo stáj), nebo v případě umístění AMS uprostřed stáje vybudování i samostatné technické místnosti. Při tomto umístění se často buduje jedna společná místnost pro sestavu dvou samostatných robotických jednotek.

Vzhledem k rozsahu vykonávaných činností má AMS zabezpečeno stálé připojení kromě vody, el. energie, LAN sítě, případně tlakového vzduchu, také ke sběrnému tanku mléka a dopravníku od zásobníku distribuované krmné dávky. Projekt přestavby by tedy neměl zahrnovat pouze technické řešení samotného umístění robotu, ale komplexní řešení celého zázemí AMS včetně jeho periferií, i s ohledem na jejich požadované provozní podmínky (nároky) na okolní prostředí pro zachování spolehlivosti funkcí všech částí. Totéž platí i pro konstrukci samotné stáje, které se stává robot nedílnou součástí, díky čemuž mikroklima stáje působí nejen na zónu boxu, ale skrz rozsáhlý pracovní prostor ramene i na provozní místnost - obslužnou zónu ve které je robot instalován.

### **5.1.3 Automatizované činnosti při dojení zajišťované AMS**

Dojící robot na sebe přebírá jak činnosti vykonávané obsluhou dojírny, tak samotným dojičem. Za normální situace kdy dojnice sama aktivně přichází k robotu s potřebou podojení, buď vyčká, než se box po předchozí dojnici uvolní, nebo rovnou vejde skrz otevřenou vstupní branku do boxu. AMS si plně řídí tyto činnosti:

- ovládání vstupu, výstupu do boxu a vyhnání dojnice z prostoru boxu,
- identifikaci dojnice, vážení dojnic,
- distribuci dávky koncentrovaného krmiva pro konkrétní dojnici,
- očištění, stimulaci a dezinfekci struků,
- porovnání tvarových změn a umístění struků s uloženými daty o konkrétní dojnici,
- aplikace násadců a dojení s děleným a samostatným průběhem pro každou čtvrt',
- diagnostikuje kvalitu a nezávadnost mléka,
- provádí automatický kompletní proplach i dezinfekci, násadců, mléčných cest, sběrné nádoby a veškerých komponent, se kterými přichází mléko do přímého styku,
- shromažďuje, zasílá a vyžaduje veškeré zjištěné provozní informace spravované řídicím PC, respektive manažerským SW,
- zajišťuje distribuci získaného mléka do tanku, nebo do jímky pro závadné mléko
- v případě poruchy nebo nestandardních stavů přivolává obsluhu.

Možné nastavení sledovaných parametrů AMS viz příloha č 1.

### **5.1.4 Ukazatele úspěšného provozu AMS při volném pohybu stáda**

Výsledkem spolupráce manažerského SW v řídicím PC s detailním sběrem dat z celodenního provozu AMS se snadno tvoří rozsáhlá databáze pro různé diagnostické a statistické výpočty, jejichž výsledky jsou následně prezentovány v jednoduchých grafických přehledech. Na jejich základě lze pak hledat možné rezervy ve výkonu stáda nebo AMS. Pro příklad uvádíme seznam některých základních důležitých parametrů sledovaných při praktikování volného pohybu dojnic.

#### **Parametr „Počet dojení“:**

Průměrný počet dojení na 1 dojnici za 24 hodin, který je považován jako úspěšný, když počet dojení je víc než 2,5 dojení za den ve svobodném pohybu. Snahou je docílit průměr tří dojení denně za celé období laktace. Bylo vysledováno, že při dojení více než dvakrát za den se dojivost zvyšuje. Například pro hodnotu 2,6 -2,7 se zvýší produkce o 5-6%. Pokud je

průměr pod hranicí 2,5 znamená to, že všechny dojnice ve stádu se nepodají 2x což může být problém submisivních krav, problémy se zdravím vemene a mnoho nutně doprovázených krav. (AGROpartner s.r.o; 2015)

#### **Parametr „Odmítnutí“**

Zobrazuje poměr odmítnutí (dojnici nevznikne nárok na podojení dojení - robotem pouze prochází) a počet vstupů kdy bylo uskutečněno dojení. Tato informace je přehledem o motivaci krav svobodně navštěvovat robota

#### **Parametr „Doba v robotu“**

Průměrná doba návštěvy dojnic v robotu za celou skupinu = doba ošetření + doba dojení. Doba ošetření zahrnuje vstupu do boxu, očištění kartáčky, nalezení struků, připojení násadců, rozdojení, ostřík po dojení a výstup. Účinnost je podmíněna čistými a oholenými vemeny, správně zastřiženými ocasy a kalibrací jednotlivých komponent robota. Doba dojení je čas od spuštění mléka po odpojení dojícího zařízení a je podmíněna kontrolou technického stavu strukových násadců, návleček, hadic a pulsátoru. Následná rychlost dojení se odvíjí od plemene, šlechtění, přípravě k dojení a klidu. (AGROpartner s.r.o; 2015)

#### **Parametr „Poměr dojivosti a doby trávené v boxu“**

Znázorňuje množství mléka, které robot získá za každou minutu práce. Jako málo efektivní dojnice se hodnotí ty s hodnotou méně než  $1 \text{ kg} \cdot \text{min}^{-1}$  a naopak hodně efektivní dojnice vykazují více jak  $3 \text{ kg} \cdot \text{min}^{-1}$  (AGROpartner s.r.o; 2015)

#### **Parametr „Neúspěšné dojení“**

Nejčastější příčinou je problém mléčné žlázy dojnice, nebo technický stav robota. Pokud se problém dlouhodobě neřeší, vzniká zdravotní riziko – dojnice není vydojena ani dezinfikována. Takováto dojnice dalšími návštěvami také snižuje dny kapacity robota pro skupinu, protože jedno neúspěšné dojení trvá průměrně osm minut. Optimální hodnota je do pěti neúspěšných dojení na robota/den vzhledem k doporučené max. velikosti skupiny.

#### **Parametr „Průměrný nádoj“**

Optimum této hodnoty se pohybuje mezi 8 -12 kg. (AGROpartner s.r.o; 2015)

#### **Parametr „Volný čas“**

Čas, kdy se v robotu nedojí žádná dojnice, přesto je robot otevřen a připraven což je zejména důležité pro submisivní krávy v systému svobodného pohybu. Minimální úroveň je 10% volného času (2,5 hod. denně), ale doporučuje se spíše 20% (5 hodin denně). (AGROpartner s.r.o; 2015)

## **5.2 Základní technologické části AMS**

Z hlediska jeho funkčnosti lze AMS obecně klasifikovat, jako průmyslový univerzální kognitivní robot zkonstruovaný pro automatizované dojení viz následující definice:

**Průmyslový robot** - je automatický systém programově řízený, obsahující systém mechanismů a schopný autonomní interakce s prostředím na základě instrukcí zadaných člověkem.

**Univerzální roboty** – jsou schopné současně plnit manipulační, technologické a jiné funkce.

**Kognitivní roboty** - rychlá změna programu, vnímají a rozpoznávají prostředí, vytvářejí vnitřní model prostředí, na jehož základě a v souladu s danými cíly rozhodují o vlastní činnosti, jsou schopni tvorby programu na základě požadovaných cílů (po vložení algoritmů), mají vysokou úroveň komunikace s člověkem (LINDA a kol.: Řízení robotů; 2015)

Některé komponenty AMS jako jsou pohonné jednotky, senzory, spojovací kabeláž, PLC a řídicí systémy jsou univerzálně využitelné produkty renovovaných výrobců pro průmyslovou automatizaci a proto je zaručen vysoký standart kvality jejich provedení. Na úspěšnosti a efektivitě konkrétního modelu se tak výraznou měrou podílí vlastní řešení konstrukce a softwarové řešení jednotlivých funkcí AMS.

Jedním ze základních rozdílů mezi koncepcemi při návrhu modelů AMS dvou hlavních dodavatelů na českém trhu je, že firma Lely (v současnosti cca 150 instalací) se zaměřuje pouze na vývoj a výrobu AMS, zatímco firma DeLaval (v současnosti cca 45 instalací) s širším výrobním portfoliem, jež dlouhodobě zahrnuje i všechny typy dojíren, využívá některých technologických řešení zároveň pro dojírny i AMS. Celkový počet instalovaných AMS v rámci ČR je nyní odhadován do 210 ks provozovaných instalací. Obecný popis částí dojířících robotů v následujících podkapitolách se proto odvíjí zejména od popisu konstrukčního řešení těchto dvou výrobců AMS.

### **5.2.1 Hlavní rám konstrukce**

Prostorový rám zhotovený z ocelových lisovaných prostorových profilů spojovaných do celku sváry a šroubovými spoji, kotvený k betonované základní desce podlahy, která zajišťuje celkovou stabilitu a vodorovné umístění. Kromě robustnosti je na konstrukci rámu kladen požadavek zvýšené odolnosti okolnímu prostředí, jehož se dosahuje vhodnou povrchovou úpravou např. práškovými barvami, žárovým zinkováním nebo chromováním. Poskytuje oddělené uzavíratelné prostory pro řídicí systém, elektrotechnické vybavení, vývěvu a technologické součásti systému pro manipulaci s mlékem. Část konstrukce rámu je pak uzpůsobena jako nosná pro rameno, které na něm může být rotačně ukotveno, nebo se po části rámu jako lineární vazbě pohybuje.

### **5.2.2 Rameno**

Pohyb ramen je realizován kombinací posuvných a rotačních vazeb. Používané pohonné jednotky pro posuvný pohyb jsou hydraulické pneumatické i elektrické, u rotační vazby se dosud používají převážně lineární pneumatické nebo hydraulické motory.

Konstrukce ramene je v těchto případech jednoúčelová a musí zajišťovat dostatečnou tuhost, dosah, přesnost polohování i rychlost pohybu (omezení setrvačnosti). Vykonává zároveň regionální (polohovací) i lokální (orientační) pohyb. Zvláštním parametrem je právě nastavení tuhosti v aktuální poloze, kdy musí být umožněno bezpečné vychýlení (mechanicky kontaktem z dojnicí) s automatickým návratem do původní polohy. Povrchová úprava jednotlivých částí a konstrukční řešení vazeb musí splňovat stejné nároky na odolnost na podmínky v okolním prostředí jako hlavní konstrukce rámu.

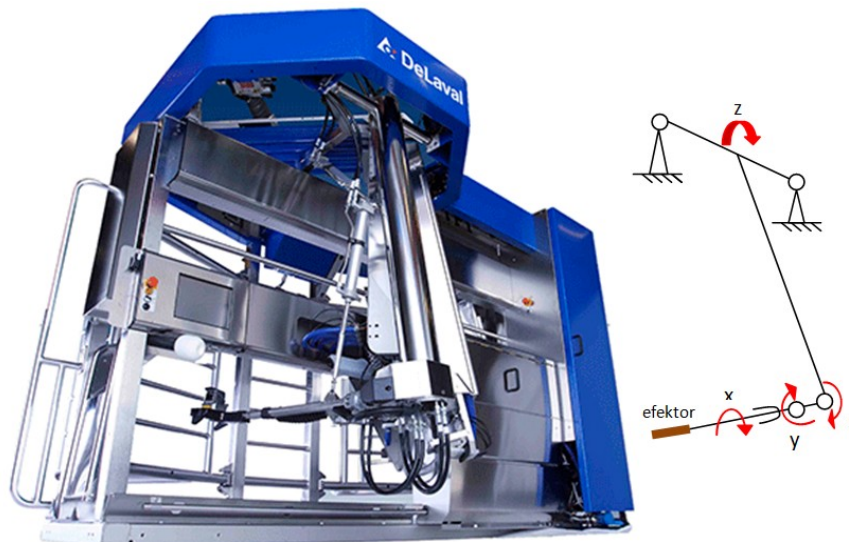
Obr. 16 Obrázek provedení šasi, pohybových vazeb ramene a umístění efektoru - Lely



Zdroj: ŠUSTR, 2016 upraveno dle Robotic milking system; online

Používané senzory pro řízení pohybu na detekci krajních poloh jsou bezkontaktní, nejčastěji indukční nebo kapacitní a v některých aplikacích i přímo integrované do lineárních pohonů. Na přesné zjištění polohy v prostoru se používají bezdotykové senzory inkrementální, které měří přírůstek u posuvného pohybu v lineární vazbě, nebo úhel pootočení u vazeb rotačních.

Obr. 17 Obrázek provedení šasi, pohybových vazeb ramene a umístění efektoru - DeLaval



Zdroj: ŠUSTR, 2016 upraveno dle DeLaval AMR; online

Podle způsobu provedení efektoru může být vnitřní prostor ramene u některých modelů zároveň uzpůsoben pro vedení přípojek kabeláže potrubí s mlékem, vodou a dezinfekcí. Zjednodušení složitosti řídicí kabeláže pro efektor a pohyb ramene taktéž umožňuje případné umístění PLC přímo na pohyblivou část ramene. Konstrukce ramene určuje i případné požadavky na anatomické parametry vhodné dojnice – tvar, polohu a minimální vzdálenost (světluou výšku) struků od podlahy boxu.

### 5.2.3 Efektor

Nejčastěji se používají dvě základní funkční řešení efektorů pro AMS. V prvním případě je efektor konstruován jako úchopová hlavice, která provádí manipulaci s jednotlivými násadci. Jako příslušenství na ní mohou být umístěné senzory a kamery spolu s tryskami pro oplach a dezinfekci struků, popřípadě i s tryskou pro čištění čelního skla sensoriky stlačeným vzduchem.

*Obr. 18 Provedení efektoru DeLaval AMR s detailním pohledem na úchopovou hlavici*



*Zdroj: DeLaval AMR; online*

V druhém případě je efektor přímo vybaven sadou strukových násadců, které s ním zůstávají volně spojeny i po postupném nasazení na struky. Do další výbavy efektoru kromě senzorů a kamer pak může patřit mechanický systém na čištění struků, trysky pro oplach a dezinfekci, a různý rozsah součástí technologického celku pro získávání mléka. Tento typ efektoru se často jeví jako prodloužení posledního ramene.

*Obr. 19 Detail provedení efektoru Lely Astronaut A4*



*Zdroj: ŠUSTR, 2016 (archiv autora)*

Senzory pro orientaci v prostoru (v tomto případě užívané na detekci struků) jsou umístěny přímo na efektoru většinou v laserovém 2D nebo 3D paprskovém provedení



a mohou být doplňovány dalším 2D nebo 3D kamerovým systémem pro detekci polohy či pohybu, umístěným taktéž na efektoru nebo v horní části boxu nad dojnicí.

#### 5.2.4 Technologická část pro získání, diagnostiku a přepravu mléka

Do této skupiny zařazujeme všechny prvky, které využíváme k získání, přepravě a diagnostice mléka. Zároveň jsou to i funkční součásti pro očištění struků a dále pak i prvky zajišťující proplachy nebo dezinfekci celé sestavy pro vedení mléka.

Hlavní součásti: řídicí jednotky, přečerpávací čerpadlo, vývěva, sběrná přečerpávací nádoba, jednotka pro separaci mléka, systém pro proplach vodou a dezinfekcí, jednotka pro diagnostiku kvality mléka, pulsátor, uzavírací ventily vedení mléka, strukové násadce a systém pro očištění struků. (AGROpartner s.r.o; 2015)

*Obr. 20 Součásti technologického celku pro získávání mléka Lely Astronaut A4*



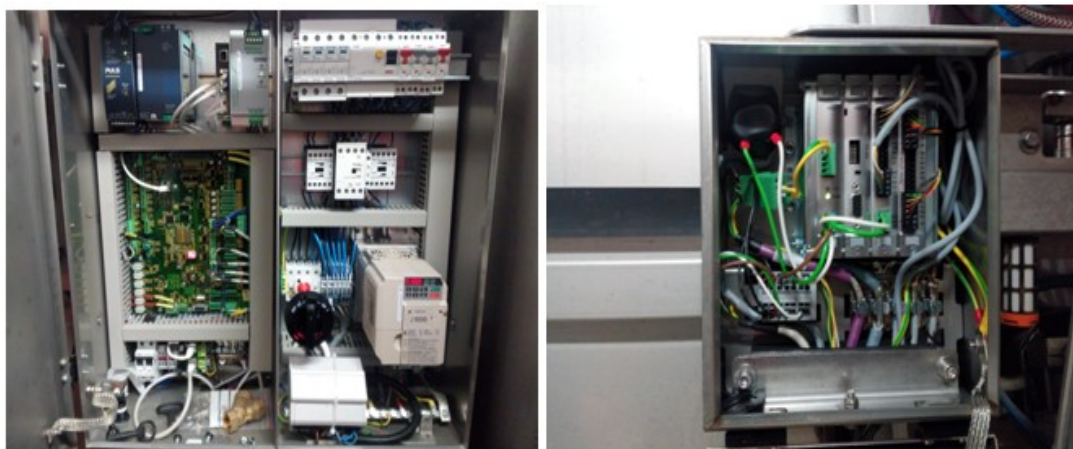
*Zdroj: ŠUSTR, 2016 (archiv autora)*

#### 5.2.5 Řídicí systém

Deska řídicího systému je integrována v šasi AMS v samostatném boxu, který splňuje požadavky na ochranu před vlhkostí a prachem. Zajišťuje kompletní řízení pro všechny technologické celky – tzn. pohyb ramene, zpracování mléka, distribuce krmné dávky a ovládání boxu. Pro některé celky je využit jako řídicí mezistupeň modul PLC v různém konstrukčním provedení. Komunikaci s obsluhou zajišťuje přes zpravidla již dotykové zobrazovací display umístěné přímo na AMS a zároveň přes LAN síť v manažerském SW

spuštěném na vyčleněném PC v office prostorech farmy. Pro zajištění základních funkcí řídicího systému by měl být vybaven záložním zdrojem pro případ výpadku el. energie.

*Obr. 21 Pohled do ochranných schránek řídicího systému a PLC DeLavar AMR*



*Zdroj: ŠUSTR, 2016 (archiv autora)*

*Obr. 22 Instalace součástí řízení DeLaval AMR: Centrální jednotka, PLC a síťové LAN prvky pro spojení s PC*



*Zdroj: ŠUSTR, 2016 (archiv autora)*

### **5.2.6 Boxy AMS**

V současnosti se používají dvě základní koncepce boxového stání. V prvním případě je box integrován do šasi robota a dojnice do něj vstupují a vystupují v úhlopříčném směru. Po vstupu je uzavřením - posunem vstupní branky zároveň dosaženo korekce a fixace dojnice v podélné poloze souběžně s podélnou osou robota. Druhé řešení spočívá v umístění boxu před šasi robota tak, že je v podélné ose přímo průchozí a otevíratelné branky umožňují přímý vstup a výstup kompletním zasunutím do prostoru rámu.

Kromě systému na ovládání pohybu branek (lineární motory, senzory poloh atd.), jsou boxy vybavovány systémem pro měření váhy dojnice, systémem pro identifikaci dojníc a sběru dat z inteligentních obojků (zaznamenává aktivity dojnice ve stáji), systémem

pro identifikaci přesné polohy dojnice v boxu i jejího pohybu během dojení, žlabem pro podání doplňkové stravy a systémem pro vyhnání dojnice z boxu elektrickým bičem.

*Obr. 23 Příklad konstrukce boxů s přímým a úhlopříčným průchodem*



*Zdroj: Brochures & leaflets; online*

Podlahy boxu jsou situovány do stejné úrovně se stáji pro bezproblémový vstup, mají protiskluzovou úpravu a jsou vybaveny odtokovým systémem pro snadné každodenní čištění. Jako doplňková výbava boxu mohou být montovány různé druhy zábran korigujících směr vstupu, nebo přímý přístup k boku dojnice v boxu jinou dojnici. Pro stáje kde dochází v zimním období k poklesu teplot k nulovým a nižším teplotám se boxy mohou doplnit izolačními přístavky, které pomáhají udržet v prostoru robota požadovanou nejnižší provozní teplotu.

### **5.2.7 Systémy pro distribuci doplňkové stravy**

Při provozování systému volného pohybu je nutné dojnice vhodně motivovat pro jejich samostatné návštěvy dojícího boxu. Kromě pocitu plného vemene je pozitivní motivace dosahováno tzv. doplňkovým krmivem, které musí obsahovat potřebný poměr energetické dávky z celodenní dostupné dávky pro dojnici. Je tedy regulována energetická vydatnost volně (společně) dostupného krmiva ve stáji a následně energetické složení doplňkové stravy podávané konkrétní dojnici při dojení v závislosti na její docházce, dojivosti a dalších biologických i zdravotních aspektech.

Na vstup do robota je vhodným typem dopravníku (např. spirálový, šnekový atd.) z externího zásobníku dopravována jedna nebo více složek výsledné dávky ve formě pevné (granule, šrot) nebo kapalné. Dávkovací elektronicky řízený systém pak na základě pokynů od řídicích systémů AMS namíchá přesnou dávku do krmného žlabu. Jedním ze způsobů dávkování je kombinace předem váhově kalibrovaných objemových odměrek na konkrétní složku. Kalibrace se provádí jen při prvotním použití dané ingredience. Následně běžné míchání celé krmné dávky na výslednou váhu s pomocí několika objemových odměrek je už velice snadné a rychlé.

Systémy pro distribuci krmné dávky mohou být také doplňovány nějakou další formou kontroly pro snížení ztrát krmiva a zamezení závad při distribuci.

## 5.3 Popis vybraného zařízení AMS

Pro sledování rozdílu v práci AMS různého stáří technického řešení se nám pro tento účel jeví jako nejvhodnější produktová řada dojících robotů firmy Lely, z důvodu časově nejdelšího působení a početně největšího nasazení v rámci České republiky. V následujících podkapitolách budou popsány nejprve některé ze zásadních změn modelových řad dle stáří A2 – A3 (A3 Next) a A4. Blíže bude popsána už jen koncepce posledního modelu A4 který se v různých výbavách dodává až dodnes.

### 5.3.1 Technologický vývoj řady AMS Lely

V České republice byl prvním instalovaným modelem Astronaut typ A2 který byl uveden do výroby v roce 1994. Další modelová řada Astronaut A3 byla uvedena na trh v roce 2005 a její inovovaná verze Astronaut A3 Next se nabízela již od roku 2009. Doposud aktuální model Astronaut A4 je dodáván od roku 2011. (AGROpartner s.r.o; 2015)

#### 1) Konstrukce ramena:

Řada robotů A2 má lineární posun ramene v ose  $x$  s elektrickým pohonem, svislý pohyb v ose  $y$  je realizován s pomocí čtyř rotačních vazeb a paralelně uspořádaných ramen v uzavřeném řetězci (pro fixaci horizontální polohy navazující části). Poslední je rotační vazba v ose  $y$  pro pohyb efektoru v horizontální rovině. Na efektoru přímo integrované trysky pro proplach a desinfekci strukových násadců.

Od modelů řady A3 je rameno nové konstrukce s lineárním posunem ramene v ose  $x$  realizovaným lineárním pneumotorem a dvě rotační vazby v ose  $x$  mezi rameny (v horizontální rovině) spouštějí a naklánějí efektor při jeho pohybu v ose  $x$  a  $z$ .

Čistí trysky pro proplach a desinfekci strukových násadců jsou přesunuty z pohyblivého ramene (A2) na pevnou pozici na rámu robota a rameno obsahuje zásobník pro stlačený vzduch. Modely řady A4 pak oproti modelům A3 doznaly dalších změn v technickém řešení konstrukce vazeb a pro horizontální lineární pohyb v ose  $x$  nově využívají jako pohon elektromotor.

#### 2) Efektor:

Konstrukce ramen a efektoru byla od modelové řady A3 Next upravena tak, že nově se do ní přesunula diagnostická a řídicí jednotka kvality MQC, a zároveň se postupně předělávala ergonomie vedení hadic a dalších prvků (pulzátor, uzavírací ventily atd.) tak aby se zjednodušila jejich údržba a servis. Pro pohyb čistících kartáčků na efektoru je nově použit elektromotor. (Brochures & leaflets; online)

#### 3) Ovládací prvky

Model A2 je vybaven dvěma řádkovými displeji s ovládacími tlačítky umístěnými na rameni a krytu pro centrální řídicí systém AMS. Modely A3, A4 jsou již vybaveny LCD dotykovou obrazovkou umístěnou na hlavní konstrukci AMS, která poskytuje plnohodnotné grafické uživatelské rozhraní pro ovládání funkcí robota i servisní úkony.

#### 4) Detekce pohybu:

Modely A2 detekují pohyb dojnice v boxu s pomocí ultrazvukového čidla, měřícího vzdálenost pohyblivé konstrukce od šasi, umístěné za dojnici, která dotykem na zadní část dojnice zaznamenává pohyb v podélném směru. Řada A3 pro tuto detekci pohybu používá čtyři tenzometrické senzory umístěné v rozích podlahového roštu boxu. Model A4 již tenzometry využívá opět jen ke zjištění váhy a pohyb dojnice monitoruje s pomocí 3D kamery umístěné nad zadní částí dojnice. (Brochures & leaflets; online)

#### 5) Elektronické části systému pro získání a distribuci mléka:

I zpětně lze inovovat například řadu A3 novějšími komponenty z řady A4 jako je nový typ pulsátoru 4effect2 doplněný vzduchovým filtrem směrem k návlečkám, nebo řídicí jednotky kvality mléka MQC2 spolu s nyní oddělenými samostatnými uzavíracími ventily mléčného potrubí. Jednotka MCQ2 oproti předchozí variantě MCQ1 umožňuje zlepšení provozních parametrů (detekce toku mléka, špatného nasazení násadce, přesnější diagnostiku kvality mléka, lepší průchodnost). (Brochures & leaflets; online)

#### 6) Čerpadlo mléka:

Čerpadlo mléka je u modelů A2 - A3 rotační s frekvenčním měničem. V modelu A4 je nová koncepce čerpadla využívajícího podtlak tvořený smršťujícím se a roztahujícím se rukávem (membránou) pro šetrnější čerpání mléka. (AGROpartner s.r.o; 2015)

#### 7) Další změny řady A4 oproti předchozím modelům:

Astronaut A4 má nově oddělenou samostatnou centrální jednotku, která může být společná pro dvě robotické jednotky. Obsahuje kromě řídicího systému společnou vývěvu, bojler a zásobníky chemie. Pro desinfekci strukových násadců je u AMS A4 nový parní výkonnější systém Pura 2 oproti Pura 1 kterým jsou vybaveny modely A2, A3.

Výraznou změnou je konstrukce boxu používaných u modelů A2 - A3 Next, kdy dojnice měly úhlopříčný vstup a výstup z prostoru boxu. Pro nový model A4 je již box situován zcela do prostoru stáje (mimo rám AMS) a je tak přímo průchozí. Žlab pro doplňkové krmivo je díky tomuto řešení u starších modelů A2 - A3 umístěn pevně v prostoru boxu, zatímco nově u modelu A4 je umístěn na pohyblivé brance pro výstup z boxu a je doplněn o senzor kontroly plnění. (Brochures & leaflets; online)

Od modelů A3 lze taktéž využívat systém pro sledování denní aktivity dojnice skládající se z monitorovací jednotky umístěné na obojku a čtecího zařízení umístěného nad boxem využívajícího IR přenosu dat.

Průběžně se vyvíjelo i SW pro řízení pohybu ramene a nasazování násadců spolu s detekcí struků a pohybu dojnice. Taktéž došlo k inovacím části SW např. řízení kvality mléka a čištění systému, distribuce krmné dávky atd. (Robotic milking system; online)

### 5.3.2 AMS Astronaut A4

Aktuální řada modelů A4 má zcela odlišnou koncepci od řad předchozích. Došlo k zásadní změně šasi, které bylo rozděleno na samostatnou centrální jednotku a jednotku robota. Taktéž byla radikálně změněna koncepce samotného boxu - viz předchozí kapitola.

*Obr. 24 Astronaut A4 - centrální jednotka v sestavě se dvěma robotickými jednotkami*



*Zdroj: Robotic milking system; online*

Centrální jednotka poskytuje pro robotické jednotky rozvod el. energie, datových komunikačních rozvodů, vody teplé i studené, čisté i s přimíchanou dezinfekční chemií a rozvod tlakového i podtlakového vzduchu. Toto řešení bylo navrženo za účelem úspory vznikající snížením duplicity společných komponent při nákupu dvou robotů.

*Obr. 25 Astronaut A4 - centrální jednotka*



*Zdroj: ŠUSTR, 2016 (archiv autora)*

Na předchozím obrázku je vidět nerezový box, který obsahuje rozvody elektroinstalace a elektronickou výbavu centrální jednotky (desku řídicího systému, záložní zdroj, modul pro LAN síťovou komunikaci, jističe atd.), nerezový zásobník stlačeného vzduchu, vývěvu, boiler o obsahu 120 l, a systém pro vytváření dezinfekční směsi včetně kanystrů s chemikáliemi.

Robotické jednotky jsou vybavené samostatným ovládacím LCD panelem a vlastní řídicí jednotkou pro vykonávání všech potřebných funkcí. Každá z robotických jednotek má možnost až čtyř vstupů pro suché ingredience doplňkového krmiva a jeden přívod pro tekutou složku. Uvnitř robotické jednotky je v přední části kromě boxu s řídicím systémem umístěna sestava membránového čerpadla a jímky na mléko. Za panelem s ochranným boxem elektroniky je pak umístěn systém pro míchání a distribuci doplňkové krmné dávky a jímka na separované mléko.

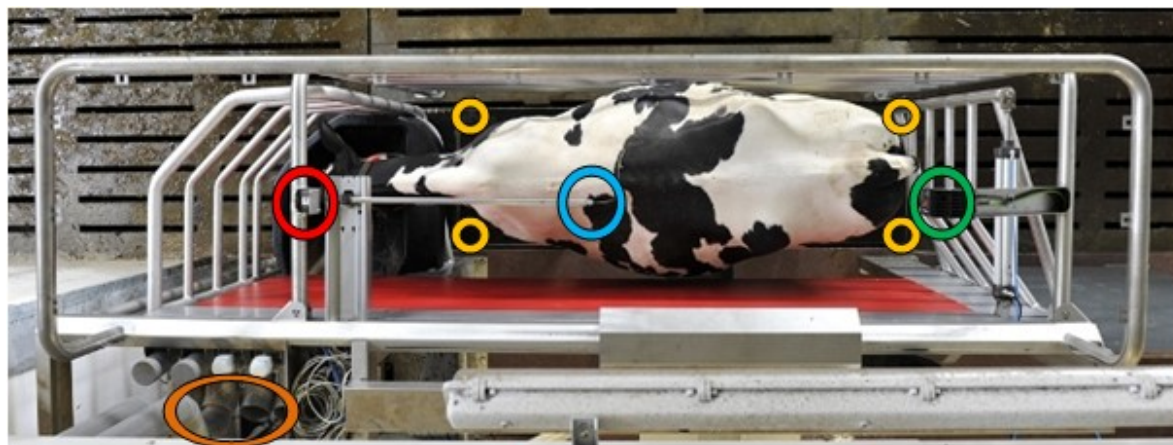
*Obr. 26 Astronaut A4 – robotická jednotka*



*Zdroj: ŠUSTR, 2016 (archiv autora)*

Box robotické jednotky je uzpůsoben pro přímý průchod dojnice. Na sledových farmách byl vybaven automatickou váhou realizovanou s pomocí čtyř tenzometrů umístěných v rozích roštu, 3D kamerou pro sledování pohybu dojnice při dojení, elektronickým bičem pro případné vyhnání dojnice z boxu (nastavitelný interval spuštění byl na 20 sec. Po otevření boxu), IR senzor pro načítání respondéru umístěného na obojku dojnice, fotobuňkou pro potvrzení přítomnosti dojnice v boxu a senzorem přítomnosti krmiva umístěným v prostoru žlabu. Žlab je namontován jako součást pohyblivé branky.

Obr. 27 Astronaut A4 - box



- vstupy pro doplňkové krmivo    ● IR čtečka a fotobuňka    ● tenzometry váhy  
● elektrický bič    ● 3D kamera pohybu

Zdroj: ŠUSTR, 2016 upraveno dle *Robotic milking system*; online

Pro popis komponent přímo podílejících se na dojení byl zvolen postup od počátku časového průběhu tohoto procesu. Po identifikaci přítomnosti dojnice v boxu (fotobuňka s IR čtečkou) začne být monitorován 3D kamerou přesný pohyb dojnice. V lokální databázi systému robota dojde k načtení průměru souřadnic struků z několika předchozích úspěšných dojení, na základě kterých je řízeno čištění struků. To probíhá vyklopením (natočením) ramena s elektromotorem s čistícími kartáčky z boční části efektoru do prostoru před laser a sklopené strukové násadce. Díky protisměrné rotaci kartáčků a dvěma různým typům štětin dochází dle konkrétního zadání po určený čas k postupnému čištění a zároveň i stimulaci všech struků. (*Robotic milking system*; online)

Obr. 28 Pracovní a klidová poloha čistících kartáčků na otočném rameni



Zdroj: ŠUSTR, 2016 (archiv autora)

Po ukončení fáze čištění a návratu ramene s kartáčky do základní polohy dojde ke skenování aktuální polohy struků laserovou jednotkou TDS. Strukové násadce jsou při těchto úkonech fixovány v základní přepravní poloze s pomocí lanka, které z jejich dna prochází skrz polohovací misku. Každé lanko je samostatně natahováno a uvolňováno přes



kladky vlastním lineárním pneumotorem. Násadce se tak mohou nacházet podle uvolnění lanka ve třech základních pozicích.

Ze sklopené polohy pod laser TDS při skenování, se konkrétní násadec při nasazování napřímí do svislé polohy stále fixován v misce. Znovu dochází ke skenování (zaměřování) konkrétního struku při nasazování. Po úspěšném nasazení dochází k jeho úplnému uvolnění povoláním průvlečného lanka tak, aby volně visely na nasátém struku a nebyly skrze lanko ovlivňovány dalšími pohyby efektoru. Pokud nedojde v určitém limitu ke správnému nasazení, nebo naopak je v průběhu dojení zaznamenán nějaký problém, je násadec zafixován ve svislé poloze, přičemž efektor pokračuje dle sekvence programu - nasadí zbývající struky a pak teprve znovu opakuje sekvenci nasazení na struku, kde vznikl problém. (Robotic milking system; online)

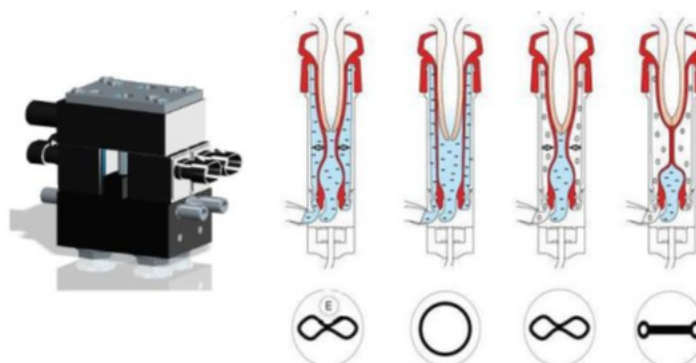
*Obr. 29 Detail možných poloh násadců – zaklopená, vzpřímená, při nasazení a při dezinfekci*



*Zdroj: ŠUSTR, 2016 (archiv autora)*

Násadce s bočními vývody jsou opatřeny silikonovými návlečkami a malou tryskou pro přísávání vzduchu pro vyrovnávání tlaku okolo návlečky. Každý z nich má svůj vlastní pulzační průběh vytvářený pulzátozem 4effect2, který je řízen jednotkou kvality MQC2. Princip funkce násadce spočívá v oddělených prostorech uvnitř a vně silikonové návlečky s vlastním potrubím, kdy vně je pouze pracovní přetlak či podtlak vzduchu řízený pulzátozem. Z prostoru uvnitř návlečky pod strukem je do druhého potrubí odsáváno mléko. Vzduch přísávaný z návleček je před vstupem do pulsátoru filtrován.

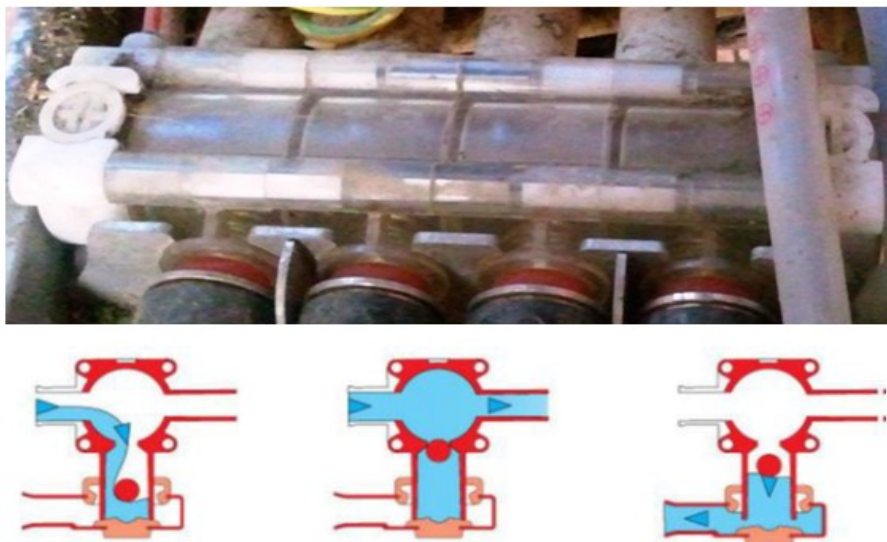
*Obr. 30 Detail bloku pulzátoru a schéma fází pulzování násadců*



*Zdroj: ŠUSTR, 2016 upraveno dle Brochures & leaflets; online*

Po přiblížení násadce k vrcholu struku je struk pod tlakem vtažen do návlečky, která je uvolněna z misky efektoru a začíná řízená pulzace - dojení. První odstřík je automaticky separován do obsahově kalibrovaných nádobek (ventily rozdojení), po jejichž naplnění mléko teprve proudí k diagnostikování do MQC2. (Robotic milking system; online)

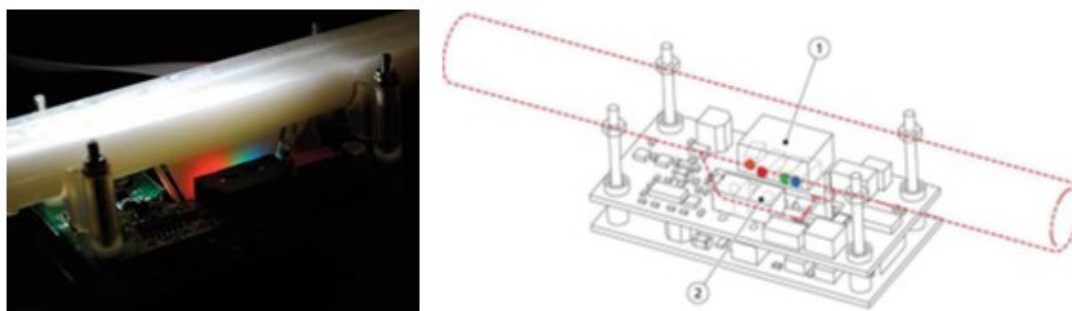
Obr. 31 Detail bloku rozdojovacích ventilů a schéma tří fází jejich činnosti



Zdroj: ŠUSTR, 2016 upraveno dle Brochures & leaflets; online

Jednotka MQC2 diagnostikuje jednotlivé přívody ze čtvrtí hlavně díky optickým sensorům s principem prosvětlování mléka různými frekvencemi pro zjišťování např. vodivosti, teploty a rychlosti toku mléka.

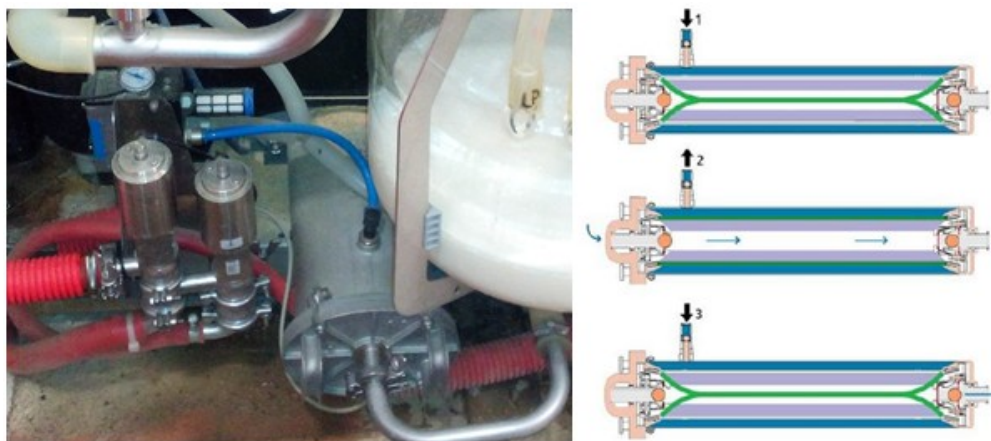
Obr. 32 Detail jednoho bloku senzoru MQC2



Zdroj: ŠUSTR, 2016 upraveno dle Brochures & leaflets; online

Průběh toku mléka je tedy následující – ze strukové návlečky do ventilů rozdojení, dále pak skrz uzavírací ventily mléčného potrubí do jednotky MQC2, a z ní již do sběrné nádoby mléka s integrovanou váhou (tenzometrický senzor). Jednotlivé komponenty jsou pro každou větev (od strukového násadce po sběrnou nádobu) v co největší míře samostatné včetně řízení (ventily, pulsátory, diagnostické senzory). Po ukončení dojení a odchodu dojnice je mléko buď přečerpáváno dále do centrálního sběrného tanku, nebo v případě separace může být robot buď propojen s přídatnými nádržemi M4Use (většinou sada na 4 separace), popřípadě je separát rovnou přečerpán do odpadu.

Obr. 33 Blok membránového čerpadla a schéma jeho činnosti



Zdroj: ŠUSTR, 2016 upraveno dle Robotic milking system; online

Dezinfekce se provádí dle zadaného programu vodou o různé teplotě (ohřev boilerem v centrální jednotce) a s různým obsahem přimíchané chemie u některých částí systému po každém dojícím cyklu (násadce, ventily rozdojení, kartáčky atd.). Rozsáhlejší proplach je automaticky prováděn po každé separaci mléka a dle nastavení systému je proveden i třikrát denně hlavní celkový proplach všech součástí mlékovodného potrubí až k sběrnému tanku, opět s využitím horké vody a chemie. Třikrát denně by taktéž měl být obsluhou měněn filtr pevných částic v mlékovodu na výstupu robota. Dezinfekce strukových násadců po každém dojení je realizována párou pod tlakem, generovanou vyvíječem druhé generace Pura 2, který využívá efektivnějšího principu pro rychlejší dosažení bodu varu díky nižšímu okolnímu tlaku vzduchu. (Robotic milking system; online)

Robot si veškerá získaná data z aktuálního dojení ukládá do databáze a zároveň je rovnou i vyhodnocuje. O důležitých aspektech může dle individuálního nastavení informovat průběžně i přímo farmáře pokud má se systémem spárováno mobilní zařízení (tablet, chytrý telefon). Data z robota jsou zároveň rovnou přenášena do rozsáhlejší hlavní databáze manažerského programu T4C v office PC, který je společný pro všechny instalované zařízení - roboty všech generací i další montovaná zařízení ve stáji (systém pro ovládání centrálního zásobníku mléka atd.).

Kromě vody a elektrické energie je důležité zajistit stabilní přívod tlakového vzduchu o předepsané hodnotě tlaku, čistoty a vlhkosti. Kompresor proto ve většině případů bývá rovnou taktéž součástí dodávky při pořízení robota, protože firma Lely preferuje konkrétní typy specializovaného výrobce této techniky. Při výpadku el. energie je díky vestavěné bateriové záloze pro elektroniku robota garantováno po uplynutí dvou minut bez obnovení napájení ukončení dojení a přejetí ramene do výchozí polohy spolu s otevřením branky tak, aby dojnice mohla opustit box. Pokud není do uvedeného limitu dodávka energie obnovena, je systém z posledního aktuálního stavu rozdojení resetován tak, že se nachází ve výchozím stavu pro prvotní spuštění. Ostatní potřebné přívody (voda, vzduch) jsou hlídány a v případě jejich přerušení je spouštěn alarm. Po celou dobu provozu robotů je taktéž vyžadováno nepřerušované spojení s manažerským SW T4C (spuštěné office PC) spolu s přístupem na internet, přes který je celá instalace v lokalitě online monitorována výrobcem Lely. Díky tomuto nepřetržitému přístupu k manažerskému SW T4C může výrobce dle potřeby provádět i vzdálenou servisní diagnostiku.

## 5.4 Farmy projektu - počáteční stav

Pro možnost rozpoznání rozdílů v technologickém vývoji modelových řad dojících robotů Astronaut A2, A3 a A4 bylo provedeno měření na třech farmách v minimální délce jednoho měsíce a jednoho dlouhodobějšího sledování v délce čtyř měsíců.

### 5.4.1 Farma A

První farma, na které bylo provedeno i nejdelší měření v délce osmnácti týdnů, se nachází v okrese Kladno ve Středočeském kraji. Hlavní ekonomickou činností v současné době je stejným dílem rostlinná i živočišná výroba, okrajově lesní hospodářství a výroba potravinářských výrobků a krmiv. Vše je provozováno ve formě živnosti (soukromý zemědělec). Budovy stáje v užívaném areálu (pobočky tehdejšího JZD) byly postaveny v roce 1964 dle vzoru K174. Po skončení konkurzu předchozího majitele byl objekt stávajícím majitelem zakoupen v roce 2000. Nyní na farmě hospodaří celkem šest zaměstnanců a tři z nich zajišťují chod provozu stáji s dojnici.

Přechod z vazného ustájení byl proveden r. 2005 - demontáž vazných stání a krmných žlabů a přestavba stáje na volný pohyb (boxové stání, hnojně chodby, krmný stůl). Zároveň proběhla výstavba tandemové dojírny 2x3 (Westfalia). Přechod z dojírny na AMS proběhl v roce 2011 - demontáž dojírny, zástavba 1x AMS Astronaut A4, modernizace zásobníků mléka tankem na 5tis. litrů a zástavba 78 ks „postýlek“ (Lely). Navýšení kapacity proběhlo v r. 2014 - nákup druhé AMS A4, výměna tanku na kapacitu 7 tis. litrů a nákup automatické koupací vany na ošetření paznehtů (Lely). V r. 2015 byla zvýšena kapacita hlavní stáje instalací dalších 22 „postýlek“ na současných 100 ks. Mezi hlavní plánované investice patří rekonstrukce pláště a střechy stáje (nyní již ve velmi špatném stavu) i výstavba provozu na vlastní mléčné výrobky. Pokud by majitel mohl zpětně změnit způsob budování farmy po převzetí, tak by původní objekt stáji hned zboural a postavil rovnou nový vyhovující, což neudělal z důvodu nedostatku kapitálu.

Velikost stáda při požívání konvenční dojírny byla optimálně 55 ks a dosažené maximum 76 ks. Po přechodu na 2x AMS Astronaut A4 je jím zjištěné optimum 96 – 100ks dojnic, při aktuálním stavu 96ks. Po celou dobu provozování farmy je upřednostněno plemeno Černostrakatých holštýnských dojnic. S přechodem na roboty byla nakonec provedena nutná brakace ve výši cca 5% původního stáda. Po přechodu na AMS byl zvolen typ chovu s volným pohybem v jedné skupině.

Současný objekt stáje má největší problém v podobě poškozené střechy, která má vadné eternitové desky i tepelnou izolaci. Následkem je pokračující rozpadání stropních desek a zatékání do stáje. Plášť stáje je původní ozdění s vybouranými okny a dveřmi, ponechány jen stavební otvory. V létě je objekt zcela otevřen, na zimu se do otvorů po oknech dávají polykarbonátové desky proti chladnému průvanu. Stáj je vybavena vyhříványými napájecími výklopnými nerez žlaby, dvěma ventilátory (Lely) pro zlepšení mikroklimatu, automatickým drbadlem (Lely) a jedním automatem na mytí kopyt (Lely), které spouští vždy na 24 hod. pravidelně jednou za tři týdny.

Odklizení hnoje probíhá dvakrát denně vyhrnováním hnojně chodby radlicí na traktor. Pro hlavní krmení je využíván krmný vůz se šnekovým míchacím a vyhrnovacím mechanismem vybavený automatickou váhou, tažený Zetorem 4511 a doplněný

automatickým přihrávačem pro krmné stoly Juno (Lely). Řešením pro doplňkové krmení v robotech je spirálový dopravník z venkovního zásobníku na vlastní směs jádra. Kompresorovna je vybavena jedním kompresorem Atlas Copco SF4 pro zajištění pracovního tlaku cca 8 MPa instalovaných technologií ( 2x AMS A4, automat na mytí kopyt a systém pro skladování mléka). Pro skladování mléka byla instalována mléčnice (Lely) kapacity 7tis. litrů s doplňkovým předchladičem, montovaným za účelem zpětného využití odebíraného tepla z mléka. Foto provozu viz příloha č. 2.

PC s manažerským SW T4C je aktuálně umístěno v racku na zdi v technické místnosti pro farmáře, zabezpečeno proti prachu, vybaveno záložním zdrojem, ochranou proti přepětí a permanentním ADSL připojením na internet. Nejčastěji jej obsluhuje zootechnička a v případě potřeby i farmář. HW parametry sestavy splňují jen běžný standard pro kancelářské PC. Na základě minimálních požadavků jej vybíral sám farmář dle nabídky prodejce PC. V průběhu dlouhodobého používání byly řešeny problémy s „pády“ manažerského SW T4C zejména po automatických instalacích a upgrade OS Windows. Po prvním fatálním selhání HW (důsledek nepřetržitého provozu a výpadků el. sítě) je již i řešena občasná záloha dat na externí HDD. Další podpůrný SW pro chov zde není nainstalován. Historii chovu v SW Lely cíleně farmář nearchivuje ani nepožaduje selekci uchovávaných parametrů. Z počátku se vyskytly problémy se stabilitou signálu pro vyžadované neustálé připojení na internet, které byly vyřešeny změnou poskytovatele. S nekontrolovaným vzdáleným přístupem ze strany výrobce nemá farmář problém.

Pravidelně několikrát do roka jsou kratší výpadky el. energie celého objektu, vícehodinové výpadky se již objevily také. V případě potvrzení závažnosti výpadku od ČEZ je možnost přivezení a instalace garážovaného naftového generátoru o výkonu 37,5 kW (původ z výprodeje AČR) – není pravidelně zkoušen ani servisován.

#### **5.4.2 Farma B**

Druhá farma, na které bylo provedeno zejména porovnání modelů Astronaut A3 a A4, se také nachází v okrese Kladno ve Středočeském kraji. Hlavní ekonomickou činností v současné době je rostlinná výroba a v menším rozsahu i živočišná výroba, výroba potravinářských výrobků a krmiv. Vše je provozováno v právní formě společnosti s ručením omezeným od nákupu areálu v r. 1992. Objekt hlavní stáje v užívaném areálu (pobočky tehdejšího JZD) byla postavena v roce 1969 dle vzoru K174. V areálu jsou postaveny ještě další starší stáje z počátku kolektivizace nezjištěného typu, pro odhadovanou kapacitu dalších cca 150 ks skotu (chovné stáje). Nyní, z celkem dvaceti stálých zaměstnanců se pět stará o provoz stájí s dojnici. Jednou měsíčně se dostaví externí poradce na výživu.

Přechod z vazného ustájení byl proveden r. 1992 - demontáž vazných stání a krmných žlabů a přestavba stáje na volný pohyb (boxové stání, hnojně chodby, krmný stůl). Zároveň proběhla výstavba tandemové dojírny 2x7 pro 220 dojnic s dojením 2x denně při náročnosti Přechod z dojírny na AMS proběhl v roce 2012 - demontáž dojírny, zástavba 2x AMS Astronaut A3. Stádo bylo před nákupem robotů již cíleně připravováno (šlechtěno). Po přechodu na AMS bylo rozděleno do dvou samostatných skupin pro jednotlivé roboty s nejvyšším provozovaným stavem stáda 120 ks, který se však neosvědčil – zjištěné

optimum je do 50 ks na skupinu. Pro zvláštní případy je udržována možnost dojení do potrubí instalovaném na porodně. Navýšení kapacity proběhlo v r. 2014 nákupem 1ks Astronaut A4 a v r. 2015 výměnou tanku na kapacitu 8 tis. litrů (Westfalia). Mezi hlavní plánované investice patří nákup dalšího AMS Astronaut A4 a případně automatizace krmení pořízením robotického systému Vector (Lely).

Velikost stáda po přechodu na 2x AMS Astronaut A3 + 1x Astronaut A4 je optimálně 132 ks dojnic. Zároveň s pořízením třetího AMS bylo stádo spojeno do systému jedné skupiny s volným pohybem. Po celou dobu provozování farmy je upřednostněno plemeno Černostrakatých holštýnských dojnic.

Současný objekt stáje, je udržován ve velmi dobrém stavu. Má dobře řešen letní i zimní provoz (např. instalace vytápění podlah a umělé ventilace), s neustálým propojením na venkovní výběh. V sezóně jsou navíc otevřeny průchody na rozsáhlé pastviny. Kapacita hlavní stáje je rozšířena o menší přístavek s dalšími dvaceti boxy pro odpočinek. Stáj je vybavena vyhřívanými napájecími nerez žlaby, čtyřmi ventilátory pro zlepšení mikroklimatu a několika automatickými drbadly (Lely). Venkovní výběhy u budovy stáje jsou na léto opatřeny mobilním stínícím zastřešením a taktéž opět ventilátory i automatickým drbadlem (Lely).

Odklizení hnoje probíhá dvakrát denně vyhrnováním hnojně chodby radlicí na traktor v 5 hod. ráno a 16 hod. odpoledne. Pro hlavní krmení je využíván krmný vůz Černín se šnekovým míchacím a vyhrnovacím mechanismem vybavený automatickou váhou, tažený Zetorem 6945 doplněný automatickým přihrnovačem pro krmné stoly Juno (Lely). Řešením pro doplňkové krmení v robotech je spirálový dopravník z venkovního zásobníku na vlastní směs jádra. Kompresorovna je vybavena dvěma kompresory Atlas Copco SF4 a SF4<sup>FF</sup> pro zajištění pracovního tlaku cca 8 MPa instalovaných technologií ( 2x AMS A3, 1x AMS A4 a systém pro skladování mléka). Pro skladování mléka byla instalována mléčnice (Westfalia) kapacity 8tis. litrů s doplňkovým předchladičem, montovaným za účelem zpětného využití odebíraného tepla z mléka.

PC s manažerským SW T4C je aktuálně umístěno ve volně stojícím racku v kanceláři agronoma. Je zabezpečeno proti prachu, vybaveno záložním zdrojem, ochranou proti přepětí a permanentním ADSL připojením na internet. Nejčastěji jej obsluhuje zootechnička. HW parametry sestavy splňují jen běžný standart pro kancelářské PC. Na základě minimálních požadavků jej vybíralo vedení dle nabídky prodejce PC. Další podpůrný SW pro chov zde není nainstalován. Historii chovu v SW Lely cíleně firma nearchivuje ani nepožaduje selekci uchovávaných parametrů. S nekontrolovaným vzdáleným přístupem ze strany výrobce nemá firma problém.

Několikrát do roka jsou kratší výpadky el. energie celého objektu. V případě potvrzení závažnosti výpadku od ČEZ je možnost spuštění garážovaného naftového generátoru o výkonu 37,5 kW (původ z výprodeje AČR) – není pravidelně zkoušen ani servisován.

### 5.4.3 Farma C

Poslední farma, na které bylo provedeno měření nejstarších sledovaných modelů Astronaut A2, je v okrese Nymburk ve Středočeském kraji. Hlavní ekonomickou činností v současné době je rostlinná a živočišná výroba, výroba potravinářských výrobků a krmiv. Je provozována v právní formě akciové společnosti od nákupu areálu v r. 1999. Objekt hlavní stáje v užívaném areálu byl postaven v roce 2007 dle návrhu dodavatele AMS. V areálu jsou postaveny ještě další starší stáje nezjištěného typu, nyní bez využití. Nyní se z celkem patnácti stálých zaměstnanců se pět stará o provoz stájí s dojnícemi.

Přechod z vazného ustájení byl proveden v roce 2007 využitím jen poloviny z nově vybudované stáje vybavené dvěma AMS Astronaut A2. Dovybavení druhé části nové stáje další dvojicí AMS Astronaut A2 bylo dokončeno až v roce 2009. Stádo bylo po přechodu na AMS rozděleno do samostatných skupin pro jednotlivé roboty s nejvyšším provozovaným stavem skupiny 60 ks, který se však neosvědčil – zjištěné optimum je do 47 ks na skupinu. Velikost stáda po přechodu na 4x AMS Astronaut A2 byla cca. 180 ks dojnic. Po celou dobu provozování farmy je upřednostněno plemeno Černostrakatých holštýnských dojnic.

Současný objekt stáje je udržován v dobrém stavu. Má dobře řešen letní provoz (přirozená ventilace), ovšem v zimě při nízkých teplotách pod bodem mrazu byl problém se zakrytím otevřených stavebních průduchů tak, aby šla dobře udržet požadovaná minimální provozní teplota instalovaných technologií bez nutnosti dodatečného vytápění naftovými děly. Stáj je vybavena vyhřívávanými napájecími nerez žlaby, a čtyřmi automatickými drbadly (Lely). Odklizení hnoje probíhá dvakrát denně vyhrnováním hnojné chodby tažnou lopatou. Pro hlavní krmení je využíván krmný vůz Černín se šnekovým míchacím a vyhrnovacím mechanismem vybavený automatickou váhou, tažený traktorem. Řešením pro doplňkové krmení v robotech je dopravník z venkovního zásobníku na vlastní směs jádra. Kompresorovna je vybavena dvěma kompresory Atlas Copco SF4 pro zajištění pracovního tlaku cca 8 MPa instalovaných technologií ( 4x AMS A2a systém pro skladování mléka). Pro skladování mléka byla instalována mléčnice (Müller) kapacity 7tis. litrů.

PC s manažerským SW T4C je aktuálně umístěno volně v kanceláři ošetřovatelů, není zabezpečeno proti prachu, je vybaveno záložním zdrojem a permanentním ADSL připojením na internet. Nejčastěji jej obsluhuje ošetřovatel konající službu. HW parametry sestavy splňují jen běžný Standart pro kancelářské PC. Na základě minimálních požadavků jej vybíralo vedení společnosti dle nabídky prodejce PC. Další podpůrný SW pro chov zde není nainstalován. Historii chovu v SW Lely cíleně firma nearchivuje ani nepožaduje selekci uchovávaných parametrů. S nekontrolovaným vzdáleným přístupem ze strany výrobce nemá firma problém. Stabilita napájení objektu el. energií, ani možné záložní varianty řešení případného výpadku nebyly v době měření zjištěny.

## 6 Návrh řešení a dosažené výsledky

### 6.1 Popis měření a metodika měření

Před začátkem stanovení metodiky měření byl nejdříve proveden průzkum u majitelů farem s AMS a konzultace s dodavatelem této technologie pro upřesnění výchozích možností. Následně byly uzavřeny předběžné dohody o spolupráci na farmách s nejhodnějšími podmínkami provozu pro možnost sledování měření a porovnávání vybraného rozsahu modelových řad AMS, tak jak byly z historického hlediska v ČR nasazovány. Jako časový úsek pro zjištění hodnot odběru elektrické energie a vody konkrétní jednotkou AMS byla určena doba v rozsahu dvou až šesti týdnů v závislosti na skutečném čerpání limitu celkového času pro měření, tak aby se stačily uskutečnit instalace na všech vybraných farmách.

Instalace měřících přístrojů v místě vždy odborně prováděl servisní technik dodavatele AMS tak, aby byla zajištěna správnost zapojení pro zadané měření a zároveň dodrženy podmínky bezpečnosti práce i záruky absence neoprávněné manipulace pro možnost dalšího čerpání servisní garance majitelem AMS. Po montáži bylo s farmářem provedeno proškolení o způsobu provádění odečtu, dohodnuty jeho předběžně plánované časové intervaly a způsoby zadokumentování, tak aby i při případné absenci zpracovatele diplomové práce byla vždy zaručena ověřitelnost daného odečtu. Toho bylo docíleno zejména pořízením fotodokumentace s časovou verifikací nejenom při instalaci a demontáži měřících zařízení, ale zároveň i při všech uskutečněných odečtech provedených v přítomnosti i nepřítomnosti zpracovatele DP.

Pro měření spotřeby elektrické energie byly použity celkem tři třífázové, jednotarifové certifikované a plombované elektroměry, DTS-353-L 100A 7M s LCD displejem, které jsou určeny pro podružná, informativní nebo dílenská měření. Parametry přístroje jsou uvedeny v příloze č. 3. Pro měření spotřeby vody byl použit certifikovaný bytový vodoměr ZENNER ETKD-M 2,5-110-1/2" R80H40V na studenou vodu. Parametry jsou uvedeny v příloze č. 3. Pro sledování provozních parametrů jednotlivých AMS byl využit manažerský SW T4C, respektive datové výstupy databáze provozních aktivit z tohoto SW na jednotlivých sledovaných farmách. Příklad výstupu viz příloha č 1. Hodnocení dlouhodobé spokojenosti s provozem AMS a podrobnosti o jejich dosavadním provozu bylo získáváno na základě osobních rozhovorů s farmáři při instalacích, odečtech a demontáži měřících zařízení. Správnost zjištěného popisu technických parametrů konkrétního AMS z místa instalace byla v případě nejasností konzultována s technickým poradcem pro automatické robotické dojící systémy Lely z firmy dodavatele.

### 6.2 Naměřené a zjištěné hodnoty

Na farmách popsaných v kapitole 5.4 bylo provedeno měření energetické náročnosti provozu na vstupech do AMS (vody a el. energie) pro následující konfigurace řady Astronaut – 1x A2, 1x A3, 1x A4 a 2x A4. Toto měření probíhalo v průměrné délce čtyř týdnů. Pro komplexnější sledování energetických nároků AMS byla pro měření vybrána dvojice AMS A4 na farmě A včetně měření el. energie kompresoru sestavy. Při hledání horní hranice



odběru elektrické energie při běžném provozu této sestavy byl záměrně ponechán připojen na výstup kompresoru i automatický systém na mytí kopyt, který byl spuštěn v intervalech cca 1x za tři týdny po dobu 24 hod. Naměřené hodnoty spolu s vyhodnocením, zpracovaným na základě výstupů z manažerského SW T4C jsou uvedeny v následující tabulce.

Tab. 1 Výsledky měření celkové sestavy na farmě A

Datum	Rozdíl ve dnech	Voda (m <sup>3</sup> )	Rozdíl (m <sup>3</sup> )	Elektřina 2x AMS A4 (kWh)	Rozdíl (kWh)	Elektřina kompresor sestavy (kWh)	Rozdíl (kWh)	Kompresor Mth	Rozdíl Mth
03.06.15	-	0,01	-	0,1	-	-	-	-	-
08.06.15	5,15	3,97	3,96	238,2	238,1	0,1	-	3989	0
18.06.15	9,89	11,16	7,19	684,3	446,1	251,7	251,6	4050	61
25.06.15	7,36	16,02	4,86	1028,0	343,7	440,3	188,6	4093	43
02.07.15	6,59	20,50	4,48	1324,4	296,4	603,3	163	4132	39
09.07.15	7,17	25,36	4,86	1638,6	314,2	764,8	161,5	4169	37
17.07.15	7,77	30,28	4,92	1983,1	344,5	949,2	184,4	4213	44
30.07.15	13,19	38,73	8,45	2564,0	580,9	1267,2	318	4288	75
10.08.15	10,75	45,92	7,19	3042,4	478,4	1569,5	302,3	4361	73
13.08.15	2,98	48,66	2,74	3184,0	141,6	1645,9	76,4	4379	18
23.08.15	10,24	56,58	7,92	3657,0	473	1978,5	332,6	4462	83
29.08.15	5,80	61,50	4,92	3930,8	273,8	2178,3	199,8	4512	50
06.09.15	7,70	67,52	6,02	4284,9	354,1	2434,2	255,9	4576	64
11.09.15	5,77	72,03	4,51	4569,6	284,7	2652,8	218,6	4631	55
21.09.15	9,73	79,28	7,25	5031,4	461,8	2993,8	341	4717	86
26.09.15	5,06	82,98	3,70	5275,4	244	3167,2	173,4	4760	43
02.10.15	5,74	87,42	4,44	5552,9	277,5	3371,4	204,2	4812	52
06.10.15	4,14	90,67	3,25	5753,7	200,8	3520,7	149,3	4850	38

Datum	Rozdíl ve dnech	Kompresor činnost denně (hod)	kWh / Mth	kWh kompresoru * dojení <sup>-1</sup>	Počet dojení mezi odečty	Mléko mezi odečty (kg)	Počet separací mezi odečty	Voda na separaci mezi odečty (m <sup>3</sup> )
03.06.15	-		-	-	-	-	-	
08.06.15	5,15		-	-	1070	12082	75	0,975
18.06.15	9,89	6,167	4,125	0,123	2050	23018	78	1,014
25.06.15	7,36	5,843	4,386	0,127	1490	17209	75	0,975
02.07.15	6,59	5,915	4,179	0,125	1305	15662	74	0,962
09.07.15	7,17	5,163	4,365	0,126	1285	15791	76	0,988
17.07.15	7,77	5,660	4,191	0,122	1510	17585	28	0,364
30.07.15	13,19	5,684	4,240	0,131	2419	27753	80	1,040
10.08.15	10,75	6,791	4,141	0,150	2009	23218	86	1,118
13.08.15	2,98	6,042	4,244	0,146	523	6195	29	0,377
23.08.15	10,24	8,106	4,007	0,159	2086	22964	172	2,236
29.08.15	5,80	8,618	3,996	0,157	1275	13879	130	1,690
06.09.15	7,70	8,314	3,998	0,154	1662	18235	114	1,482
11.09.15	5,77	9,531	3,975	0,165	1321	14081	69	0,897
21.09.15	9,73	8,843	3,965	0,159	2151	23598	87	1,131
26.09.15	5,06	8,494	4,033	0,155	1121	12287	37	0,481
02.10.15	5,74	9,054	3,927	0,155	1320	14106	61	0,793
06.10.15	4,14	9,189	3,929	0,151	987	10271	61	0,793

Produkce mléka je v SW T4C i zde zpracovaných tabulkách vyjádřena v kilogramech.

Pro přepočítání na litry je obecně stanoven koeficient 0,971, tj.:

$$1 \text{ kg mléka} = 0,971 \text{ litrů nebo } 1 \text{ l mléka} = 1,027 \text{ kg}$$

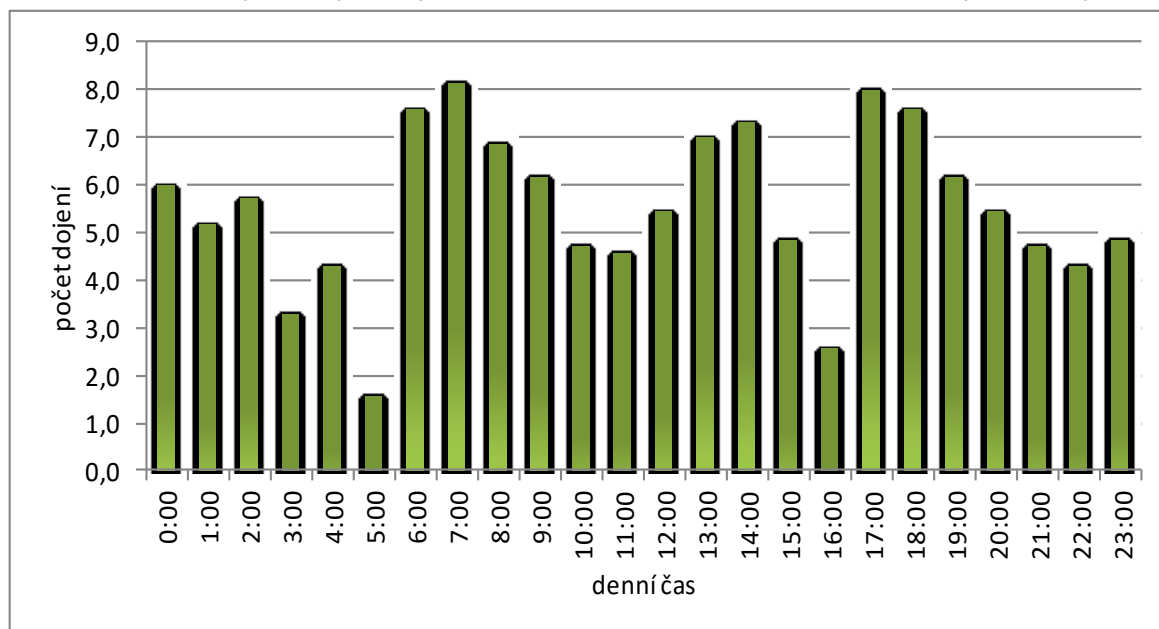
Z důvodu rozsáhlosti a podrobnosti jednotlivých tabulkových sestav, které jsou dle vybraného vzoru generovány, byl proveden výběr sledovaných hodnot. Zde uvedeme jen seznam nejčastěji sledovaných parametrů – datum, čas, ID robota, podojeno dojníc, mléka celkem, mléko na dojnici, celkový čas dojení za den, celkem volný čas za den, počet dojení za den. Výsledky z měření spotřeby el. energie a vody na farmách B a C jsou zobrazeny v příloze č. 4. Příklad instalace měřících přístrojů viz příloha č. 5.

Pro možnost dalšího srovnávání naměřených spotřeb a provozních parametrů byly souhrnné výsledky z jednotlivých provozů někdy vyjadřovány v poměru potřeby na jeden úspěšný dojící cyklus.

### 6.2.1 Hypotéza 1 – AMS je dojnícemi i v systému neřízeného stáda pravidelně navštěvována celý den

Při obecném porovnávání výhod konvenčního a robotického způsobu dojení v systému stáje s neřízeným pohybem se setkáváme s tvrzením, že vstup dojnice do robota není potřeba uměle řídit, protože stádo si stanoví vlastní režim, kdy je robot efektivně využit po celých 24 hodin. Pro ověření tohoto tvrzení jsme využili výstupy provozu AMS farmy B, kde je tento systém vedení stáda provozován. V následující tabulce je zobrazen průměrný počet provedeného úspěšného dojení Astronauta A3 během dne sledovaného v období sedmi dnů od 7. 10. 2015 do 13. 10. 2015. Každý den je prováděno pravidelně čištění stáje traktorem s vyhrnovací radlicí v 5 hod. ráno a 16 hod. odpoledne což je z grafu dobře rozpoznatelné.

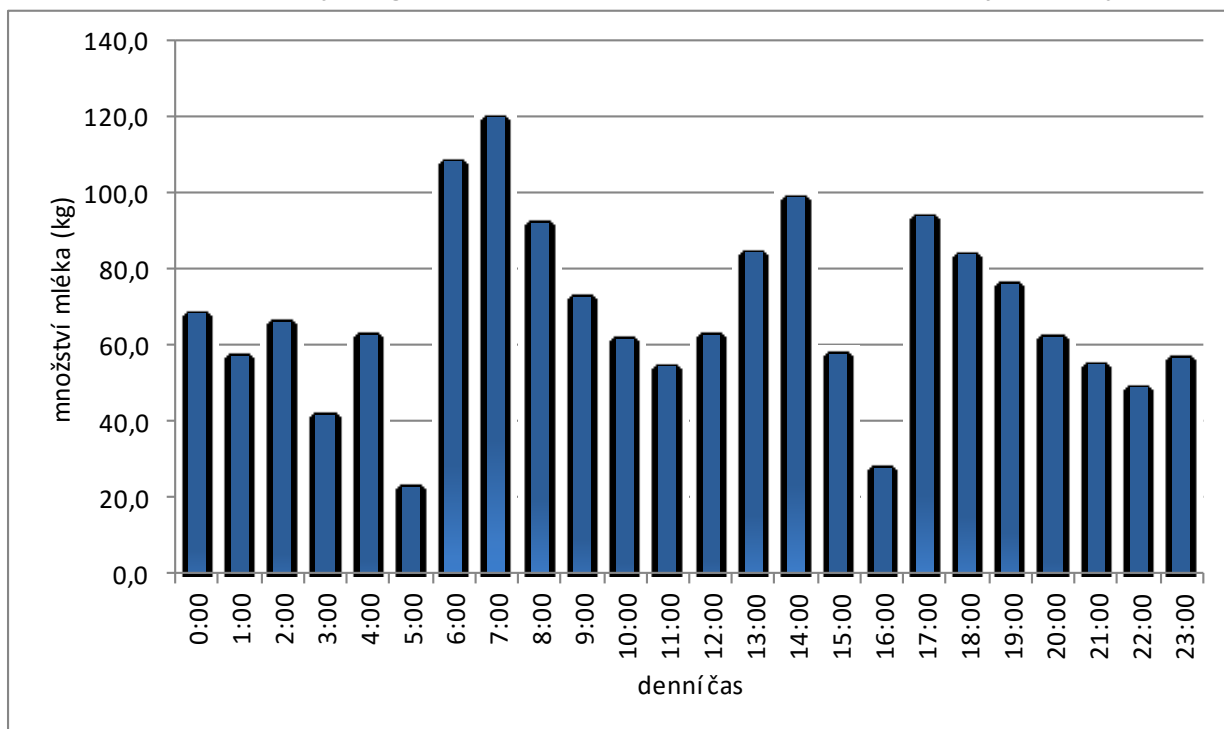
Obr. 34 Průměr vykonaných dojení na Astronautu A3 během dne v období jednoho týdne



K výsledkům z předchozího grafu je nutné podotknout, že hodnota nejvyššího počtu návštěv je určena limitem při neustálém obsazení robota v daném intervalu – bez čekání ve stavu připravenosti.

V následující tabulka zobrazuje průměrný počet kilogramů mléka získaný v daném intervalu za období jednoho týdne. Z grafu je patrné jak na dojnice působí prodleva způsobená úklidem stáje.

Obr. 35 Průměr získaných kg mléka na Astronautu A3 během dne v období jednoho týdne



Výše uvedené výsledky potvrzují, že dojnice samy využívají kapacitu robota průběžně po celý den i v systému neřízeného pohybu stáda.

### 6.2.2 Hypotéza 2 – Při použití dvou generací robotů v jednom stádu s neřízeným pohybem je nová generace efektivnější

Pro zkoumání tohoto tvrzení jsme si opět vybrali farmu B, kde je jedna skupina dojníc s neřízeným pohybem. Sledování hodnot proběhlo v časovém úseku 28 dní. Každá dojnice měla volný přístup ke všem třem robotům (2x A3, 1x A4) a její výběr byl ovlivňován jen aktuální obsazeností daného boxu.

V následující tabulce je parametrem „Průměr: podojeno dojníc“ vyjádřeno kolik konkrétních ID tento robot navštívilo, protože je běžné, že jedna dojnice navštíví za den více robotů. Parametr „Průměr: počet dojení“ naopak vyjadřuje všechny úspěšné dojení za den, bez rozlišení dojníc. Průměry času dojení a volného času ukazují, kolik robot denně trávil času samotným dojením a kolik času byl v připravenosti s otevřenou brankou pro návštěvu.

Tab. 2 Porovnání efektivity řady Astronaut A3 a A4 ve stádu s neřízeným pohybem

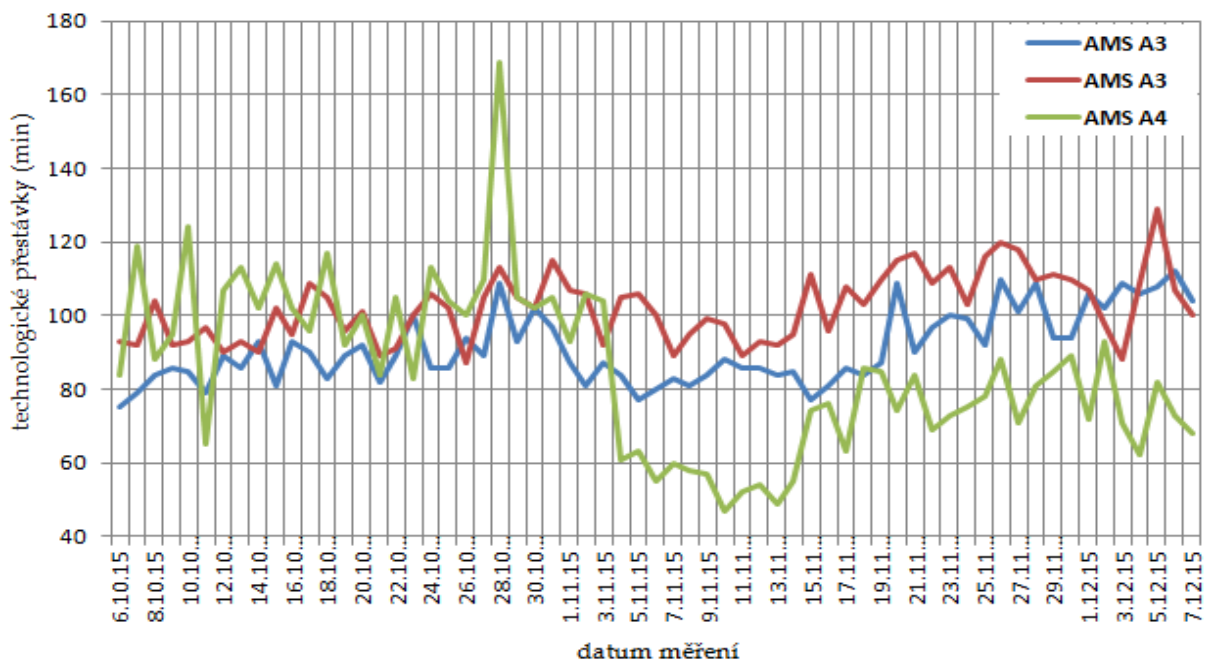
Oobdobí 6.10 - 2.11 2015	Astronaut A3=101 A3=102 A4=103	Průměr: podojeno dojnic	Průměr: mléka celkem (kg)	Průměr: mléko na krávu (kg)	Průměr: čas dojení (hod.)	Průměr: volný čas (hod.)	Průměr: počet dojení	Počet neúspěšných dojení
1. týden	101	39,14	1472,87	37,67	13:31	9:05	115,29	10
	102	48,00	1644,43	34,27	13:20	9:05	130,00	23
	103	53,29	1639,97	30,80	12:58	9:24	138,00	6
2. týden	101	38,57	1426,60	37,00	13:06	9:26	114,86	14
	102	46,86	1619,39	34,59	13:23	8:58	131,71	16
	103	53,71	1618,69	30,14	13:15	9:11	141,57	7
3. týden	101	39,57	1423,27	36,00	13:33	8:56	116,00	16
	102	45,43	1547,66	34,06	13:05	9:18	125,00	10
	103	55,57	1707,39	30,74	13:18	9:03	143,14	4
4. týden	101	42,00	1449,23	34,50	13:53	8:32	117,86	15
	102	43,14	1456,69	33,80	12:18	9:54	119,00	11
	103	59,29	1779,04	30,06	13:57	8:09	146,29	4
průměr za celé období	101	39,82	1442,99	36,29	13:31	9:00	116,00	55
	102	45,86	1567,04	34,18	13:01	9:18	126,43	60
	103	55,46	1686,27	30,44	13:22	8:57	142,25	21

Na základě výsledků uvedených v tabulce výše lze potvrdit, že ve sledovaných parametrech se potvrdila hypotéza o vyšší efektivitě novějšího modelu Astronaut A4 oproti starší generaci Astronaut A3.

### 6.2.3 Hypotéza 3 – Novější generace robotů A4 potřebuje méně denního času na technologické přestávky

Při nepřetržitém denním provozu se sleduje čas kdy AMS bud', dojí nebo je připraveno k dojení a čeká na vstup dojnice. Nedílnou součástí denního provozu jsou ale i technologické přestávky, při kterých robot například provádí běžnou údržbu v podobě pravidelné dezinfekce celého systému. Cílem je ověřit, jestli nové technické řešení u generace Astronaut A4 nezvyšuje časové nároky na tyto technologické přestávky.

Obr. 36 Přehled denních technologických přestávek Astronautů řady A3 a A4



V předchozím grafu je opět zobrazena trojice AMS z farmy B, sledovaná v intervalu devíti týdnů, kdy hodnota času technologických přestávek je vyjádřena v minutách. Pro její výpočet na sledovaných AMS bylo použito součtu časů „Dojení celkem den“ a „Volný čas celkem den“ které se následně odečetli od denního limitu 24 hod.

Během vyhodnocení historie provozu AMS v SW T4C bylo zjištěno, že na Astronautu A4 se 28. 10. 2015 provedla plánovaná servisní údržba v délce cca 60 min. odstávky. Přestože následně vykazuje Astronaut A4 menší časové hodnoty než obě A3, v závislosti na zjištěných vnějších vlivech působících na sledovaný provoz robotů (kvalita provádění denní údržby obsluhou, rozdílný stav životnosti spotřebních součástí v době sledování), nelze tuto hypotézu tímto sledováním dostatečně prokázat.

#### 6.2.4 Hypotéza 4 – Nové řešení řady Astronaut A4 v případě používání dvojic AMS je úspornější oproti starším generacím

Při ověřování této hypotézy jsme zároveň provedli i srovnání provozu jednotlivých generací pro provoz pouze s jednou jednotkou AMS. Pro ověření bylo využito měření jednotlivých instalací v rámci všech tří farem. Díky rozdílnosti jejich provozů jsou porovnávány dosažené průměrné hodnoty z intervalu čtyř týdnů vztažené k vyčísleným nákladům na jedno úspěšné dojení a získaný kilogram mléka viz následující tabulka.

Tab. 3 Porovnání efektivity řady Astronaut A3 a A4 ve stádu s neřízeným pohybem

konfigurace robota Astronaut	průměrná spotřeba kWh * den <sup>-1</sup>	průměrná spotřeba vody * den <sup>-1</sup> (m <sup>3</sup> )	průměr úspěšných dojení * den <sup>-1</sup>	průměr odmítnutí * den <sup>-1</sup>	průměr získaného mléka na dojnici * den <sup>-1</sup> (kg)	průměrné náklady na jedno dojení kWh * den <sup>-1</sup>
1x A2	26,29	1,22	118	65	1340	0,223
1x A3	29,55	0,56	121	74	1505	0,244
1x A4	25,16	0,45	142	114	1686	0,177
2x A2	52,58	2,44	236	130	2680	0,446
2x A3	59,1	1,12	242	148	3010	0,488
2x A4	44,27	0,9	284	228	3372	0,156

Na základě provedených měření a výpočtů znázorněných v tabulce výše lze potvrdit správnost zkoumané hypotézy o výhodnosti instalace novější řady Astronaut A4 v konfiguraci dvojice AMS i jedné jednotky z pohledu snížení energetické náročnosti provozu oproti oběma starším generacím Astronaut A3 a A2.

### 6.3 Zjištěné příčiny nedostatků v provozech s AMS

V rámci sběru souhrnných informací o historii a náročnosti provozu na farmách vybavených AMS (včetně farem oslovených bez následně prováděného měření), bylo zaznamenáno několik stejných problémů s tímto provozem souvisejících. Tyto problémy se dle způsobu konkrétní instalace, všeobecnému přístupu farmáře i konkrétní lokalitě vyskytovaly v hojnější či vzácnější míře.

Zejména jde o problematiku technického zázemí pro podpůrnou technologii AMS, která často není při pořizování a zástavbě AMS vůbec řešena. Jedná se především o řešení záložního napájecího zdroje el. energie pro případ delšího výpadku, nevhodnou konfiguraci, umístění i správu PC s manažerským SW T4C, jehož nepřetržitý provoz je vyžadován

a zabezpečení minimální provozní teploty okolí robota (případně i spojovacího potrubí) ve zhoršených zimních klimatických podmínkách.

Jedním ze zásadních rozdílů oproti konvenčnímu způsobu dojení je snaha o velkou míru samostatnosti a soběstačnosti provozů s AMS, budovaných také pro snížení nároků na počty nutného obslužného personálu. Díky podcenění některé z těchto zmíněných oblastí již při budování nového provozu, se následně dostali někteří farmáři do nepříjemných často i zdlouhavě řešených problémů.

## **6.4 Navrhovaná opatření pro nový provoz s AMS**

Vzhledem k často podobným podmínkám průmyslového a zemědělského provozu se nabízí i stejné možnosti k předcházení případným haváriím, návrhem vhodného technického řešení již v rámci zástavby AMS. Pro zajištění minimální potřebné provozní teploty okolí v AMS včetně pracovního prostoru a spojovacího potrubí (v případě instalace uprostřed stáje) je vhodné předem zajistit nejenom vytápění prostoru pro obsluhu AMS, ale i dostatečnou možnost izolace vnitřních prostor stáje proti nepřízni počasí tak, aby stačil jen pobyt dojníc k udržení přípustné meze. Spojovací potrubí je navíc vhodné zabezpečit kromě dostatečné izolace i vhodnou formou regulovatelného ohřevu – např. vyhřívacími odporovými dráty.

Umístění a hardwarová konfigurace PC musí odpovídat nárokům na nepřetržitý provoz a potřebnou ochranu před nepříznivými vlivy okolí dle konkrétního způsobu umístění. Nároky na nepřetržitý provoz se zajistí výběrem komponent pro serverové řešení IT a v případě, že není možné zajistit umístění PC v běžných kancelářských prostorech (celoročně udržovaná teplota, bezprašnost atd.), je vhodné použít PC konstruované pro průmyslové prostředí. S provozem IT technologie taktéž úzce souvisí vytvoření strategie pro zálohování a archivaci provozovaných databázových systémů, mezi které patří i manažerský SW automatických dojících systémů.

Jako řešení déletrvajícího výpadku v dodávce el. energie by nemělo být uplatňováno pořízení (či vlastnictví) technologicky zastaralého záložního agregátu z nevyužitých dlouhodobých zásob AČR. Z výsledků měření energetické náročnosti sestavy na farmě A bylo zjištěno, že provoz s dvojicí AMS Astronaut A4, kompresorem, mléčnicí a ostatním nutným příslušenstvím pro zajištění funkcí dojení by byl schopen bezproblémově zajistit záložní dieselový agregát o výkonu 40 KW. Zde se jako možné řešení nabízí použití současných již plně automatizovaných stacionárních záložních elektrocentrál. Tento typ elektrocentrál v cenách již od cca 260 tis. Kč (bez DPH) dokáže samostatně sledovat, vyhodnocovat a napájet připojený el. okruh. Kromě automatického startu poskytují i možnost vzdáleného ovládání například přes GSM. Příklad parametrů elektrocentrály viz příloha č. 6. Další výhodou je i vybudování samostatné napájecí sítě v rámci objektu, která je po výpadku přívodu el. energie v lokalitě soběstačná, samostatně napájena a pro zvýšení ochrany připojených spotřebičů zároveň i automaticky odpojitelná od vnější distribuční sítě.

## 7 Závěr

V rámci této diplomové práce byly v úvodu nejprve popsány základní používané právní předpisy, dále důležité pojmy a principy v chovech skotu, včetně historického vývoje technologií pro jeho dojení v rámci České republiky. Následně byl uveden obecný popis používaných konvenčních dojíren a jejich současných technologických částí.

Navazující části práce byly věnovány vybraným pojmům z průmyslové robotiky, které se vztahují i k následné problematice dojících robotů. V navazujících kapitolách byl nejprve obecně popsán základní princip provozů s automatickými dojícími roboty a následně byl již proveden i popis základních technologických částí nejrozšířenější skupiny AMS provozovaných v rámci ČR.

V dalších kapitolách bylo využito prakticky získaných poznatků z provedeného šetření a měření v rámci automatizovaných farem k popisu současné technologie automatických dojících systémů. Pro provedení posouzení vlivu technologického rozvoje byla vybrána a popsána poslední varianta modelové řady dojících robotů Astronaut A4, nejrozšířenějšího zástupce AMS v rámci České republiky, zároveň spolu se zmapováním zásadních změn mezi jednotlivými generacemi těchto robotů od jejich uvedení na náš trh.

Pro posouzení vlivu technického vývoje jednotlivých generací AMS na zlepšení efektivity dojení v reálném provozu u chovů, byly definovány a prověřeny čtyři vybrané hypotézy. Na základě jejich výsledků byl potvrzen měřitelný přínos rozvoje této technologie v přímém porovnávání vybraných činností a měřených spotřeb.

Zároveň byly při výzkumu zjišťovány osobní zkušenosti z dlouhodobějšího provozu dojících robotů majitelů takto vybavených farem. Všichni se jednoznačně shodli na přínosech (oproti dřívějšímu používání konvenčních dojíren) v podobě úspor za spotřebované energie a možnosti snížení počtu obslužného personálu pro chov. V závislosti na přístupu konkrétních farmářů k samotné problematice chovu dojníc, pak proběhlo i posuzování spokojenosti s možnostmi rozsáhlých variací jednotlivých nastavení manažerského SW robotů v závislosti na jejich efektivitu u konkrétního stáda.

Hodnocení můžeme shrnout tvrzením, že kdo se rád přizpůsobil zcela novému přístupu k mnohem detailnějšímu řízení užitečnosti svého chovu, je s využíváním automatických dojících robotů velmi spokojen. V opačném případě, se buď farmář stal závislým na pomoci externích poradců s řízením svého chovu (nechtěl k aktivní změně přístupu v řízení provozu či k učení ovládnutí nových technologií), nebo provoz dojících robotů mu zajišťuje špatně proškolená obsluha, popřípadě nemá vhodně uzpůsobenou stáj, a tím je míra vyjádřené spokojenosti s náročností provozu AMS o něco nižší. Představa, že robot se sám o sebe postará a jeho výkon ve stáji bude automaticky po výchozím nastavení při dlouhé době provozu bez dohledu efektivní, se ukazuje v těchto případech jako mylná.

Na základě získaných poznatků bylo v závěru práce jmenováno několik často se opakujících rizik v provozech AMS a byly zde zároveň i navrženy opatření vedoucí k jejich efektivní a rychlé minimalizaci.

## 8 Seznam literatury

### 8.1 Použitá literatura

AGROpartner s.r.o. – interní firemní prezentační materiály, 2015.

ANDRT, Miroslav. *Technika a technologie v živočišné produkci*. 2. Praha: Ivo Ulrych - Růžičkův statek, 2006.

BOUŠKA, Josef. *Chov dojeného skotu*. 1. vyd. Praha: Profi Press, 2006. ISBN 80-86726-16-9.

Brochures & leaflets. [www.lely.com](http://www.lely.com) [online]. [cit. 2015-04-20].

Dostupné z: <http://www.lely.com/en/home/media-centre/brochures-en-leaflets>

DeLaval AMR. [www.delavalczech.cz](http://www.delavalczech.cz) [online]. [cit. 2015-04-20].

Dostupné z: <http://www.delavalczech.cz/-/Product-Information1/Milking/Systems/Automatic/>

DOLEŽAL, Oldřich, Miloslav BÍLEK a Jan DOLEJŠ. *Zásady welfare a nové standardy EU v chovu skotu*. Praha: Výzkumný ústav živočišné výroby, 2004. Metodická příručka pro poradce. ISBN 80-86454-51-7.

DOLEŽAL, Oldřich. *Komfortní ustájení vysokoprodukčních dojnic*. VÚŽV Uhřetěves, 2002. ISBN 80-86454-23-1.

LINDA, Miloslav, Michal RŮŽIČKA a Vladislav BEZOUŠKA. Roboty a manipulátory: Sběrníkové systémy. In: [www.slideplayer.cz](http://www.slideplayer.cz) [online]. [cit. 2016-01-25].

Dostupné z: <http://slideplayer.cz/slide/2912923/>

LINDA, Miloslav, Michal RŮŽIČKA a Vladislav BEZOUŠKA. Roboty a manipulátory: Kinematika RaM. In: [www.slideplayer.cz](http://www.slideplayer.cz) [online]. [cit. 2016-01-25].

Dostupné z: <http://slideplayer.cz/slide/2452430/>

LINDA, Miloslav, Michal RŮŽIČKA a Vladislav BEZOUŠKA. Roboty a manipulátory: Snímače RaM1. In: [www.slideplayer.cz](http://www.slideplayer.cz) [online]. [cit. 2016-01-25].

Dostupné z: <http://slideplayer.cz/slide/2893394/>

LINDA, Miloslav, Michal RŮŽIČKA a Vladislav BEZOUŠKA. Roboty a manipulátory: Řízení robotů. In: [www.slideplayer.cz](http://www.slideplayer.cz) [online]. [cit. 2016-01-25].

Dostupné z: <http://slideplayer.cz/slide/2912852/>

PITTERMAN, M., 2008. *Elektrické pohony: základy*. 1st Edition. Plzeň: Západočeská univerzita, 98 pp. ISBN 978-80-7043-729-2 (in Czech).



PŘIKRYL, Miroslav. *Technologická zařízení staveb živočišné výroby*. Praha: Tempo Press II, 1997. ISBN 80-901052-0-3.

PŘIKRYL, Miroslav., Vaculík, P., Smejtková, A., Hart, J. & Němec, I. 2015. Producing the vacuum in modern drawn milking systems. *Agronomy Research* 13 (1), pp. 253-260. ISSN 1406-894X.

Roboty a manipulátory. *www.edumat.cz* [online]. [cit. 2015-07-25]. Dostupné z: [http://www.edumat.cz/texty/Roboty\\_manipulatory.pdf](http://www.edumat.cz/texty/Roboty_manipulatory.pdf)

Roboty a pružné výrobní systémy: Studijní opora. In: *www.fsiforum.cz* [online]. Brno, 2004 [cit. 2015-11-15]. Dostupné z: <http://www.fsiforum.cz/upload/soubory/databaze-predmetu/FRM/Roboty%20a%20pru%C5%BEen%C3%A9%20v%C3%BDrobn%C3%AD%20syst%C3%A9my.pdf>

Robotic milking system. *www.lely.com* [online]. [cit. 2015-04-20]. Dostupné z: [http://www.lely.com/en/milking/robotic-milking-system/astronaut-a4\\_0](http://www.lely.com/en/milking/robotic-milking-system/astronaut-a4_0)

RUMÍŠEK, Pavel. *Automatizace (roboty a manipul: (roboty a manipulátory)* [online]. Brno, 2006 [cit. 2015-08-29]. Dostupné z: [http://ust.fme.vutbr.cz/tvareni/opory\\_soubory/mechanizace\\_a\\_automatizace\\_roboty\\_rumisek.pdf](http://ust.fme.vutbr.cz/tvareni/opory_soubory/mechanizace_a_automatizace_roboty_rumisek.pdf)

SKAŘUPA, Jiří. *Průmyslové roboty a manipulátory*. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita, 2007. ISBN 978-80-248-1522-0.

VEGRICHT, Jiří a kol. *Modelová řešení stájí a farem pro chov dojníc: metodická příručka pro zemědělce, poradce, projektanty a dodavatele stájí a technických systémů pro chov dojníc zpracovaná v souvislosti s řešením projektu NAZV QF4145*. Praha: Výzkumný ústav zemědělské techniky, 2008. ISBN 978-80-86884-34-9.

Užitkové vlastnosti skotu. *www.slideserve.com* [online]. [cit. 2015-04-20]. Dostupné z: <http://www.slideserve.com/donat/u-itkov-vlastnosti-skotu>

Dojírny. *www.lukrom-milk.cz* [online]. [cit. 2015-05-24]. Dostupné z: <http://www.lukrom-milk.cz/produkty/dojirny/>

Chov skotu. *Web2.mendelu.cz* [online]. [cit. 2015-04-20]. Dostupné z: [http://web2.mendelu.cz/af\\_291\\_projekty2/print.php?page=4619&typ=Html](http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/print.php?page=4619&typ=Html)

Snímače. *www.aktobe-akt.all.biz* [online]. [cit. 2015-04-20]. Dostupné z: <http://aktobe-akt.all.biz/cs/snimace-induktivne-g123309#.VvxnJ8Jf2Uk>

## 8.2 Seznam obrázků

Obr. 1 Ruční stimulace před dojením .....	7
Obr. 2 Vazné ustájení.....	10
Obr. 3 Volné ustájení.....	11
Obr. 4 Příklady typů dojíren a) tandem b) rybina c) paralelní d) kruhová tandem a kruhová rybinová .....	13
Obr. 5 Pohled do prostor paralelní dojírny z pohledu dojníc a dojičů.....	16
Obr. 6 Příklad sériového a paralelního uspořádání ramen robotu .....	18
Obr. 7 Tabulka kinematických dvojic.....	18
Obr. 8 Základní kinematické struktury .....	19
Obr. 9 Tabulka porovnání vlastností tekutinových pohonů .....	20
Obr. 10 Subsystemy Průmyslových robotů .....	21
Obr. 11 Blokované schéma PLC.....	23
Obr. 12 Příklad modulární sestavy PLC .....	23
Obr. 13 Příklady senzorů pro aplikaci v průmyslové automatizaci.....	24
Obr. 14 Příklady topologie sítí .....	25
Obr. 15 Vzorový návrh půdorysu nové stáje vybavené AMS pro 120 dojníc.....	27
Obr. 16 Obrázek provedení šasi, pohybových vazeb ramene a umístění efektoru - Lely.....	31
Obr. 17 Obrázek provedení šasi, pohybových vazeb ramene a umístění efektoru - DeLaval	31
Obr. 18 Provedení efektoru DeLaval AMR s detailním pohledem na úchopnou hlavici .....	32
Obr. 19 Detail provedení efektoru Lely Astronaut A4 .....	32
Obr. 20 Součásti technologického celku pro získávání mléka Lely Astronaut A4 .....	33
Obr. 21 Pohled do ochranných schránek řídicího systému a PLC DeLavar AMR.....	34
Obr. 22 Instalace součástí řízení DeLaval AMR: Centrální jednotka, PLC a síťové LAN prvky pro spojení s PC.....	34
Obr. 23 Příklad konstrukce boxů s přímým a úhlopříčným průchodem.....	35
Obr. 24 Astronaut A4 - centrální jednotka v sestavě se dvěma robotickými jednotkami .....	38
Obr. 25 Astronaut A4 - centrální jednotka.....	38
Obr. 26 Astronaut A4 – robotická jednotka.....	39
Obr. 27 Astronaut A4 - box.....	40
Obr. 28 Pracovní a klidová poloha čistících kartáčků na otočném rameni.....	40
Obr. 29 Detail možných poloh násadců – zaklopená, vzpřímená, při nasazení a při dezinfekci .....	41
Obr. 30 Detail bloku pulzátoru a schéma fází pulzování násadců.....	41
Obr. 31 Detail bloku rozdojovacích ventilů a schéma tří fází jejich činnosti .....	42
Obr. 32 Detail jednoho bloku senzoru MQC2.....	42
Obr. 33 Blok membránového čerpadla a schéma jeho činnosti .....	43
Obr. 34 Průměr vykonaných dojení na Astronautu A3 během dne v období jednoho týdne	50
Obr. 35 Průměr získaných kg mléka na Astronautu A3 během dne v období jednoho týdne	51
Obr. 36 Přehled denních technologických přestávek Astronautů řady A3 a A4 .....	52

### 8.3 Seznam Tabulek

Tab. 1 Výsledky měření celkové sestavy na farmě A .....	49
Tab. 2 Porovnání efektivity řady Astronaut A3 a A4 ve stádu s neřízeným pohybem.....	52
Tab. 3 Porovnání efektivity řady Astronaut A3 a A4 ve stádu s neřízeným pohybem.....	53

### 8.4 Seznam příloh

<b>Příloha 1:</b> Příklad konfigurace výpisu sestavy manažerského SW T4C .....	60
<b>Příloha 2:</b> Foto z provozu farmy A.....	61
<b>Příloha 3:</b> Parametry měřících zařízení .....	62
<b>Příloha 4:</b> Tabulka s výstupy měření pro farmy B a C .....	64
<b>Příloha 5:</b> Foto z měření - ukázky instalace přístrojů.....	65
<b>Příloha 6:</b> Příklad plně automatické elektrocentrály.....	66
<b>Příloha 7:</b> Předchozí generace AMS Lely – Astronaut A2, Astronaut A3 a Astronaut A3 next .....	67
<b>Příloha 8:</b> Foto z provozu AMS Astronaut A2 .....	68
<b>Příloha 9:</b> Foto z provozu AMS Astronaut A3 .....	69
<b>Příloha 10:</b> Foto z provozu AMS Astronaut A4.....	71
<b>Příloha 11:</b> Foto technických řešení Astronaut A4.....	72
<b>Příloha 12:</b> Foto řešení instalace boxu ve stáji – otevřená a izolovaná varianta.....	74
<b>Příloha 13:</b> Podpůrná technologie AMS Astronaut A4 -příklady instalace .....	75
<b>Příloha 14:</b> Foto provozu s AMS - přímý přechod z provozu na vazném ustájení .....	76
<b>Příloha 15:</b> Detail technického řešení konstrukce u AMS DeLaval VMS.....	77

### 8.5 Použité zkratky

(1)	odkaz na publikaci
AMS	automatický dojící robot
CPU	procesor
ČR	Česká republika
ČSÚ	Český statistický úřad
DP	diplomová práce
ID	identifikační prostředek
IR	infračervené záření (přenos)
IT	informační technologie
JZD	Jednotné zemědělské družstvo
Mze	Ministerstvo zemědělství
PC	stolní počítač
PLC	programovatelný logický automat
ŘJ	řídící jednotka
SW	software

# 9 Přílohy

## Příloha 1: Příklad konfigurace výpisu sestavy manažerského SW T4C

### Sestava „Dojení – výkon robota“



Farma:  
Jméno:  
Adresa:  
Město:

**Počet:505**

**Dojení - Výkon robota**

**04-07-2015 11:55:51**

**Prům. konduktivita**

Adre. robo..	Datum	Podo.. krav	Mléka celkem	Separo.. mléko	Mléko..	Čas doje..	% časů doje..	Volný čas	% vojnč.. casu	Doje..	Rych.. doje..	Max doje..	Počet doje..	Počet doje..	Prům. čas	Prům. čas rozdojení				Prům. čas dojení									
																LP	PP	LZ	PZ	LP	PP	LZ	PZ						
			<b>1705,1</b>	<b>38,3</b>		<b>16:19</b>	<b>69,00</b>	<b>6:22</b>	<b>27,62</b>					<b>130</b>	<b>53</b>	<b>29</b>	<b>28</b>	<b>32</b>	<b>33</b>	<b>227</b>	<b>230</b>	<b>259</b>	<b>264</b>	<b>68</b>	<b>67</b>	<b>69</b>	<b>68</b>		
			<b>861065,7</b>	<b>19326,9</b>		<b>65945</b>	<b>2706</b>	<b>27239</b>																					
1401	30-03-2015	28	930,6	43,6	33,2	10:31	43,90	12:19	51,40	2,6	2,7	3,5	10	63	0:50	0:36	0:41	0:47	0:33	3:28	3:58	3:55	69	66	71	68	68	67	69
1301	30-03-2015	58	1665,0	0,0	28,7	17:33	73,20	05:57	24,80	2,7	2,5	3,1	3	59	0:33	0:30	0:37	0:39	3:34	3:37	3:55	3:56	63	63	63	63	63	63	63
1201	30-03-2015	55	2126,4	15,3	38,7	18:59	79,10	04:01	16,80	2,9	2,9	3,8	160	1	72	0:27	0:25	0:30	0:33	3:50	3:41	4:21	4:23	71	72	72	71	72	70
1101	30-03-2015	55	1724,0	16,1	31,3	17:52	74,50	05:03	21,10	2,8	2,7	3,3	152	5	90	0:32	0:30	0:34	0:39	3:25	3:29	4:06	4:15	65	65	69	67	69	69
101	30-03-2015	48	1807,9	59,3	37,7	17:36	73,40	05:10	21,60	2,9	2,9	4,1	140	2	77	0:14	0:14	0:11	0:15	3:37	3:44	4:00	4:17	69	69	69	69	69	69
1401	29-03-2015	28	888,6	38,2	31,7	10:11	42,50	12:49	53,40	2,6	2,6	3,5	73	12	43	0:50	0:40	0:39	0:45	3:24	3:11	3:34	3:46	70	67	72	70	70	70
1301	29-03-2015	58	1714,3	0,0	29,6	17:31	73,00	05:40	23,60	2,7	2,6	3,2	154	4	39	0:29	0:31	0:37	0:39	3:33	3:36	3:57	3:53	64	64	63	65	64	63
1201	29-03-2015	55	2072,2	0,0	37,7	17:45	74,00	05:24	22,60	2,8	3,0	3,9	153	4	64	0:26	0:25	0:29	0:31	3:53	3:46	4:22	4:19	71	72	72	70	70	70
1101	29-03-2015	54	1595,3	0,0	29,5	17:24	72,50	05:45	24,00	2,7	2,5	3,1	146	3	82	0:30	0:35	0:36	0:38	3:27	3:30	4:15	4:18	65	64	69	67	69	69
101	29-03-2015	46	1658,8	40,0	36,1	15:45	65,70	07:24	30,90	2,7	3,0	4,2	123	4	68	0:14	0:14	0:11	0:15	3:40	4:01	4:21	69	69	69	69	69	69	69
1401	28-03-2015	27	900,4	62,7	33,3	09:41	40,40	13:57	58,10	2,8	2,7	3,6	75	7	42	0:46	0:38	0:44	0:42	3:24	3:18	3:51	3:36	69	67	72	69	69	69
1301	28-03-2015	58	1792,8	0,0	30,9	18:32	77,20	05:07	21,40	2,7	2,6	3,2	155	4	51	0:31	0:32	0:36	0:41	3:46	3:50	4:10	4:08	63	64	63	65	63	65
1201	28-03-2015	55	2127,4	0,0	38,7	19:02	79,40	04:15	17,70	3,0	3,0	3,8	165	2	75	0:29	0:25	0:32	0:33	3:45	3:33	4:05	4:08	71	71	70	70	70	70
1101	28-03-2015	54	1671,5	0,0	31,0	18:21	76,50	04:39	19,40	2,8	2,5	3,1	153	4	99	0:31	0:39	0:38	0:42	3:19	3:24	4:15	4:19	65	63	69	67	69	69
101	28-03-2015	46	1739,0	54,3	37,8	16:32	68,90	06:41	27,90	2,8	3,0	4,2	128	4	50	0:14	0:16	0:11	0:16	3:52	4:01	4:09	4:38	69	68	69	69	69	69
1401	27-03-2015	27	889,6	87,1	32,9	09:57	41,50	13:11	55,00	2,9	2,8	3,6	77	8	45	0:48	0:35	0:48	0:56	3:10	2:56	3:43	3:34	69	67	72	69	69	69
1301	27-03-2015	58	1748,3	0,0	30,1	18:17	76,20	04:51	20,20	2,7	2,5	3,1	154	1	52	0:32	0:28	0:35	0:38	3:54	4:01	4:16	4:14	64	64	63	65	64	63
1201	27-03-2015	55	2069,9	0,0	37,6	19:18	80,40	03:42	15,40	3,0	2,9	3,7	165	1	77	0:28	0:27	0:34	0:34	3:43	3:29	4:14	4:12	71	71	71	70	70	70
1101	27-03-2015	55	1685,3	0,0	30,6	18:11	75,80	04:42	19,60	2,7	2,6	3,2	146	7	111	0:32	0:35	0:38	0:39	3:32	3:31	4:16	4:24	66	63	70	68	68	68
101	27-03-2015	46	1796,8	65,0	39,1	16:19	68,00	06:57	29,00	2,7	3,0	4,3	124	3	29	0:13	0:14	0:10	0:14	4:02	4:15	4:24	4:43	68	69	68	68	68	68
1401	26-03-2015	26	878,8	90,2	33,8	09:38	40,20	13:42	57,10	3,0	2,8	3,6	78	6	55	0:51	0:33	0:39	0:45	2:59	3:01	3:34	3:27	70	68	73	70	68	70
1301	26-03-2015	58	1764,7	0,0	40,4	18:20	76,40	04:44	19,80	2,5	2,5	3,2	145	2	32	0:30	0:30	0:36	0:37	4:07	4:15	4:25	4:30	64	64	63	65	64	63
1201	26-03-2015	55	2213,3	25,6	40,2	18:53	78,70	04:02	16,80	3,0	3,0	3,9	163	1	72	0:24	0:27	0:31	0:31	3:52	3:40	4:22	4:21	72	72	72	71	72	71
1101	26-03-2015	55	1719,9	0,0	31,3	17:28	72,80	05:12	21,70	2,7	2,6	3,2	148	3	102	0:28	0:32	0:33	0:35	3:30	3:36	4:23	4:25	66	63	70	69	69	69
101	26-03-2015	46	1740,7	91,4	37,8	16:17	67,90	06:37	27,60	2,6	3,1	4,3	121	8	35	0:13	0:13	0:11	0:15	3:46	4:04	4:15	4:30	69	76	69	69	76	69

**PRŮM.  
SUMA**

Zdroj: ŠUSTR, 2016 (archiv autora)

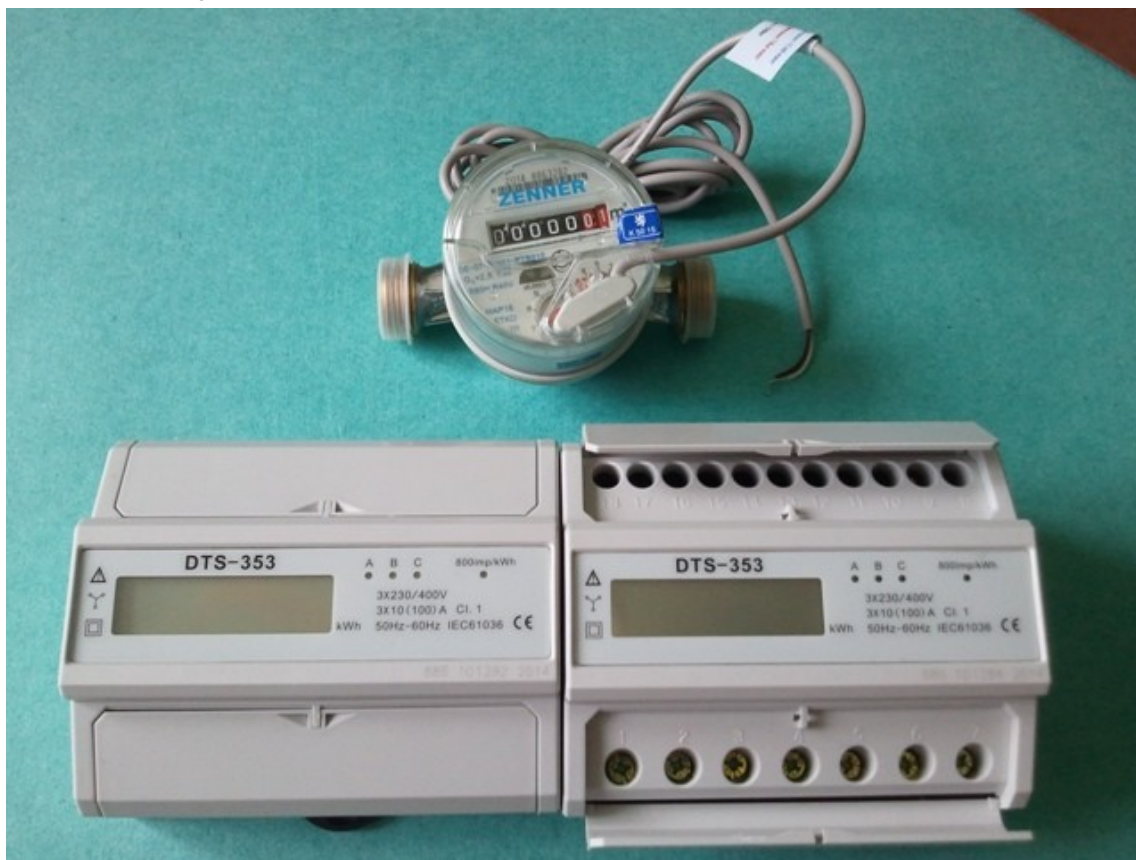
**Příloha 2: Foto z provozu farmy A**

*Pohled do stáje farmy A*



*Zdroj: ŠUSTR, 2016 (archiv autora)*

### Příloha 3: Parametry měřících zařízení



Zdroj: ŠUSTR, 2016 (archiv autora)

#### Specifikace elektroměrů DTS-353-L 100A 7M

##### Technické parametry:

Referenční napětí	3x230/400V
Referenční proud	10A
Maximální proud	100A
Třída přesnosti	1.0
Standart	IEC62052-11, IEC62053-21
Frekvence	50 – 60 Hz
Impuls konstanta	800imp / kWh
Mód display	LCD 6 + 2
Vlastní spotřeba	< 10VA ≤ 2W
Pracovní teplota	-20 ÷ 55°C
Impulzní výstup oddělení	otevřený kolektor, optické
Signalizace impulzu	červená LED
Napětí impulzu	< 30V
Proud impulzu	≤ 27mA
Montáž	DIN lišta TS 35mm
Připojení	šroubové svorky 25mm <sup>2</sup>
Krytí	IP 20
Rozměry	122 x 100 x 65mm, ( 7 modulů)

Zdroj: ŠUSTR, 2016 (archiv autora)

## Specifikace vodoměru ZENNER ETKD-M 2,5-110-1/2" R80H40V

### Technické parametry:

Přehled funkčních charakteristik a jejich výhody

- > Suchoběžné počítadlo s dvojnásobně stíněnou magnetickou spojkou
- > Standardně vybaveno detekcí proti mechanickému ovlivnění - vylamovací kolík
- > Montážní poloha horizontální i vertikální
- > Vysoká odolnost proti nečistotám a zanášení díky samočisticímu efektu
- > Vysoká citlivost a přesnost díky tenké ose lopatkového kola
- > Standardně je počítadlo 8místné s modulárním diskem pro rozšíření o moduly pro dálkové přenosy naměřených hodnot
- > Volitelně lze doplnit o moduly impulsní, Radio, M-Bus
- > Počítadlo lze otočit o 360°, provozní tlak PN 16
- > Konstruován v souladu s ČSN EN 14154, schváleno a ověřeno dle MID

### Technická specifikace:

		<b>studená voda</b>
jmenovitý průtok (Q3)	m <sup>3</sup> /hod	2.5
maximální odečet	m <sup>3</sup>	99999
maximální prac. tlak	bar	16
maximální průtok (Q4)	m <sup>3</sup> /hod	5
minimální odečet	l	0.1
minimální průtok (Q1) ±5%	m <sup>3</sup> /hod	31.25
počáteční, rozběhový průtok	m <sup>3</sup> /hod	10
pracovní teplota	°C	30
stavební délka	mm	110

*Zdroj: ŠUSTR, 2016 (archiv autora)*

**Příloha 4:** Tabulka s výstupy měření pro farmy B a C

**Výsledné hodnoty měření na farmě B**

**Výsledky pro 1x AMS Astronaut A4**

Datum a čas	Rozdíl ve dnech	Voda m <sup>3</sup>	Rozdíl voda	Elektrina CU(kWh)	Rozdíl	Počet dojení	Mléka (kg)	Separací	Voda separace (m <sup>3</sup> )
5.11.15 11:29		107,41		4407,4					0
16.11.15 17:00	11,23	112,31	4,90	4683,6	276,2	1345	16917	29	0,377
20.11.15 12:40	3,82	114,04	1,73	4777,9	94,3	563	6945	11	0,143
7.12.15 16:35	17,16	121,76	7,72	5212,6	434,7	2666	32143	21	0,273

**Výsledky pro 1x AMS Astronaut A3**

Datum a čas	Rozdíl ve dnech	Voda m <sup>3</sup>	Rozdíl voda	Elektrina CU (kWh)	Rozdíl	Počet dojení	Mléka (kg)	Separací	Voda separace (m <sup>3</sup> )
6.10.15 14:15		90,67		3520,7					0,481
5.11.15 10:10	29,83	107,36	16,69	4407,2	886,5	2826	34359	47	0,705

**Výsledné hodnoty měření na farmě C pro 1x AMS Astronaut A2**

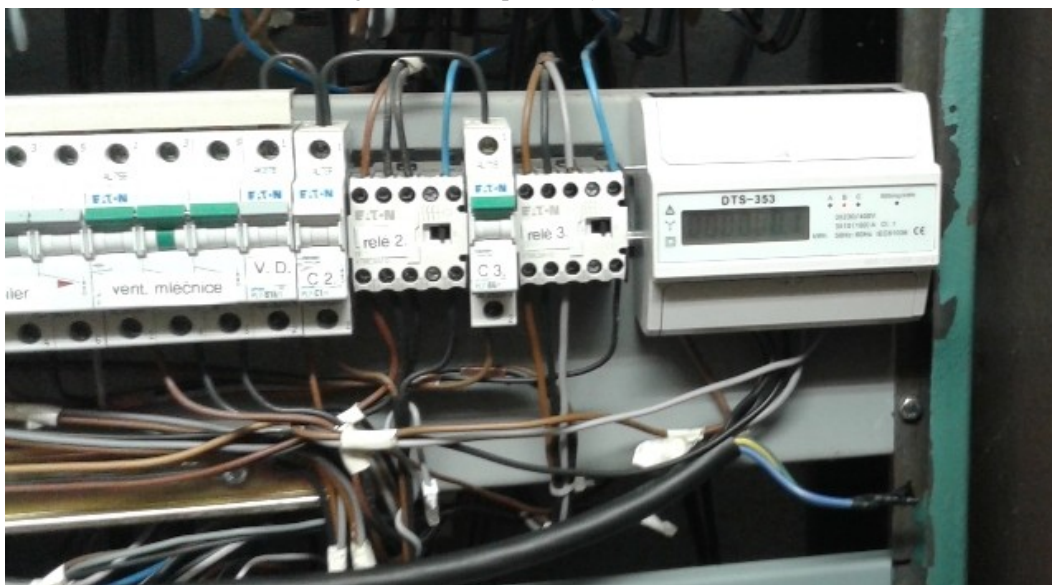
(vzhledem k podmínkám v lokalitě měřena na AMS zvlášť el. energie a voda)

Datum a čas	Rozdíl ve dnech	Elektrina CU (kWh)	Rozdíl	Počet dojení	Mléka (kg)
8.10.15 13:20		5753,7			
15.10.15 12:15	6,95	5950,8	197,1	921	8392,4
30.10.15 15:10	15,12	6383,3	432,5	2131	19762
5.11.15 11:30	5,85	6489,8	106,5	763	7111
1.1.16 14:35	57,13	8128,2	1638	7012	108123

Datum a čas	Rozdíl ve dnech	Voda (m <sup>3</sup> )	Rozdíl voda (m <sup>3</sup> )	Počet dojení	Mléka (kg)	Separací	Voda separace (m <sup>3</sup> )
15.10.15 13:20		428					
30.10.15 14:50	15,06	437	9,00	2376	22436	63	0,945
5.11.15 12:10	5,89	437	0,00	585	5562	4	0,06
1.1.16 16:10	63,06	470	33,00	6300	61920	57	0,855



**Příloha 5: Foto z měření - ukázky instalace přístrojů**



*Zdroj: ŠUSTR, 2016 (archiv autora)*

## Příloha 6: Příklad plně automatické elektrocentrály



Parametr	Hodnota
Automatika	Možnost potlačení automatiky ATS
Baterie	Ano
Chlazení motoru	kapalinou
Doba provozu (plná nádrž)	8
Frekvence (Hz)	50
Hmotnost v kg (netto/brutto)	960/1050
Jmen. výkon motoru (kW/ot)	40.0/3000
Jmenovitý výkon	38kW
Maximální výkon (kVA)	40.0kW
Maximální výkon motoru (kW/ot)	40.0/3000
Napětí (V)	400/230
Objem palivové nádrže (l)	95
Objem válce (cm <sup>3</sup> )	2771
Olejový hlídač	Ano
Palivo	Diesel
Počet pólů	4
Proudová ochrana	Ano
Provozní proud	54.8A
Regulace napětí	AVR
Rozměry stroje v mm (dxšxv)	1900 × 950 × 1200
Spotřeba paliva (g/kW.h)	300
Stabilita napětí	AVR
Startování	elektrické-klíčkem, automaticky ATS
Tepelný jistič	ano
Typ rámu	Kapotážovaný
Značka motoru	KIPOR KM493G, diesel 4válec
Uroveň hladiny hluku (dB)	7m - 70dB

Zdroj: KIPOR KDE40ST3, <http://www.kiporpower.cz/detail/31-kipor-kde40st3>

**Příloha 7:** Předchozí generace AMS Lely – Astronaut A2, Astronaut A3 a Astronaut A3 next



*Zdroj: Brochures & leaflets; online*

**Příloha 8: Foto z provozu AMS Astronaut A2**

*Instalace AMS Astronaut A2 na farmě C*



*Zdroj: ŠUSTR, 2016 (archiv autora)*



*Zdroj: ŠUSTR, 2016 (archiv autora)*

*Detail boxu Astronaut A2 s řídicí jednotkou ramene*



*Zdroj: ŠUSTR, 2016 (archiv autora)*

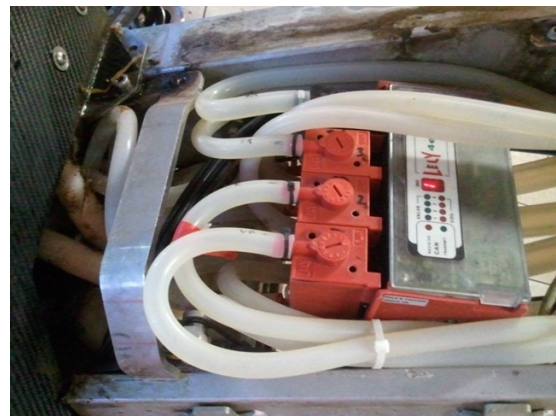
**Příloha 9:** Foto z provozu AMS Astronaut A3

*Instalace AMS Astronaut 3 na farmě B*



*Zdroj: ŠUSTR, 2016 (archiv autora)*

*Instalace AMS Astronaut 3 na farmě B*



*Zdroj: ŠUSTR, 2016 (archiv autora)*

**Příloha 10:** Foto z provozu AMS Astronaut A4

*Obslužná místnost centrální a robotické jednotky Astronaut A4 – farma B*



*Zdroj: ŠUSTR, 2016 (archiv autora)*

*Detail vedení mezi ramenem a sběrnou nádobou*

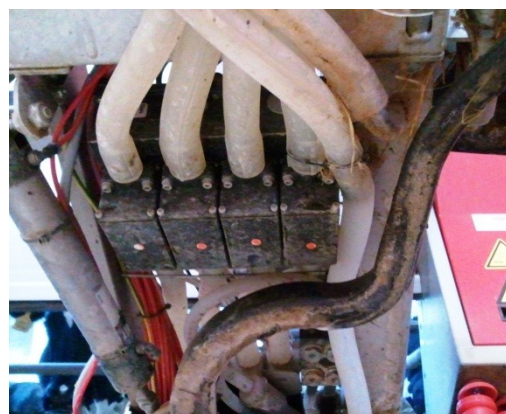


*Zdroj: ŠUSTR, 2016 (archiv autora)*

**Příloha 11:** Foto technických řešení Astronaut A4  
*Detail efektoru*



Zdroj: ŠUSTR, 2016 (archiv autora)



Zdroj: ŠUSTR, 2016 (archiv autora)

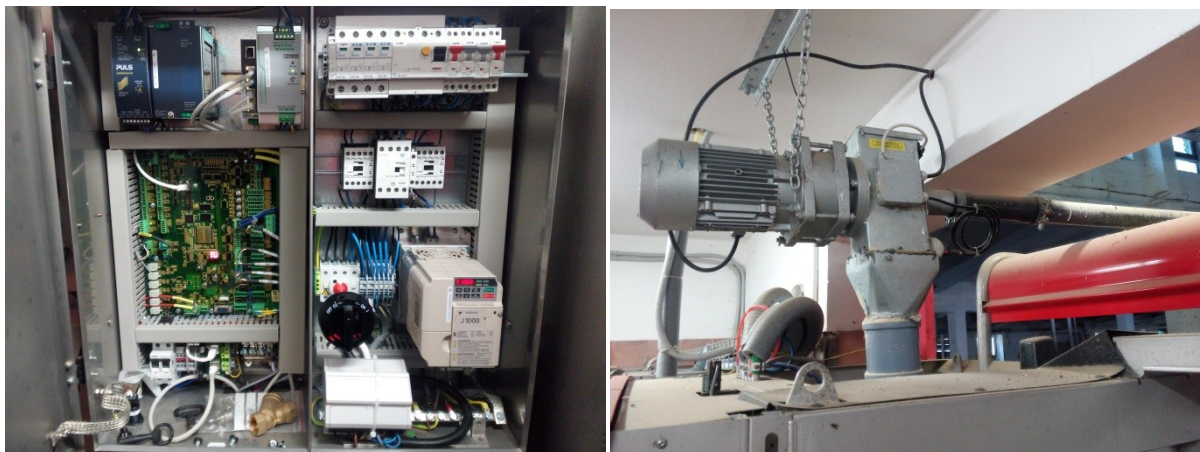
*Detail sběrné nádoby v robotu a vývěvy v centrální jednotce*



Zdroj: ŠUSTR, 2016 (archiv autora)

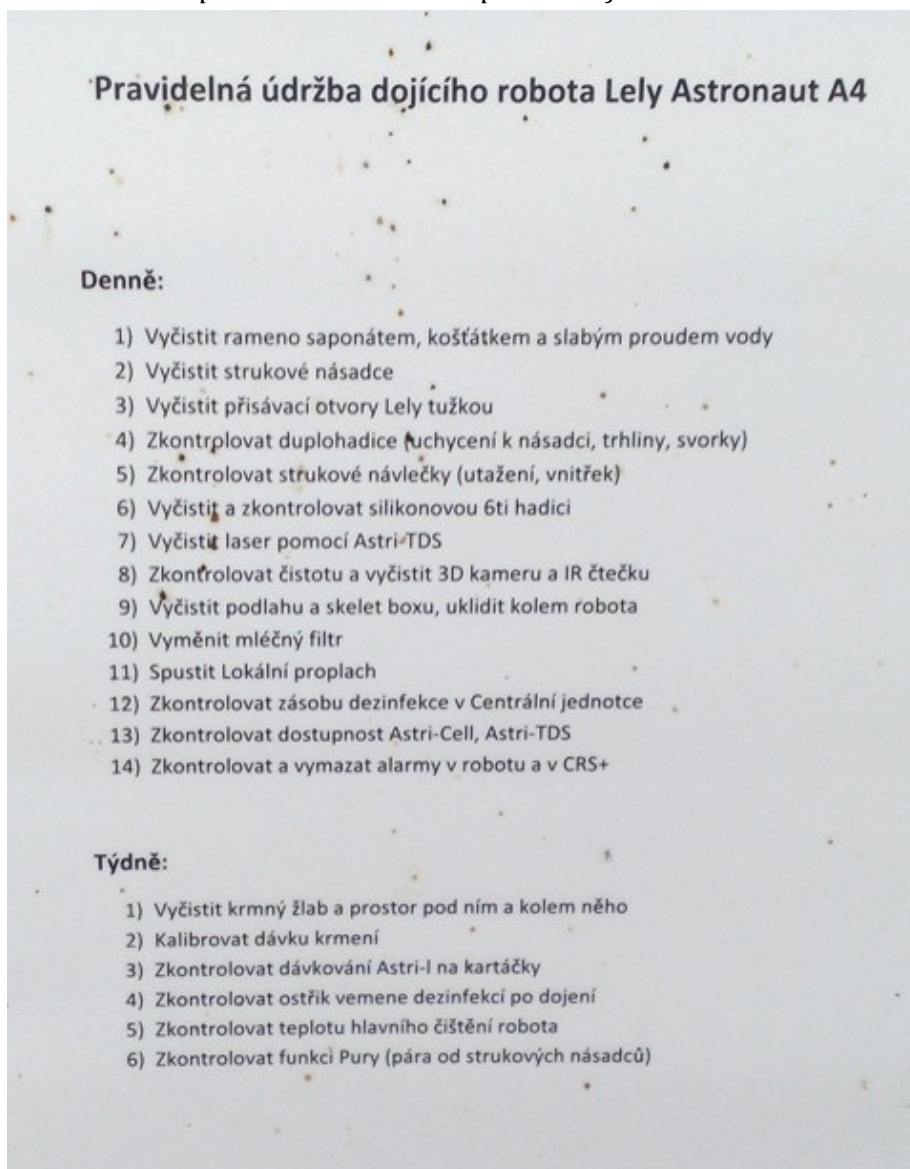


*Detail rozvodné skříně centrální jednotky A4 a řešení přívodu doplňkového krmení*



Zdroj: ŠUSTR, 2016 (archiv autora)

*Foto instrukcí pro denní údržbu - doporučená frekvence 2x – 3x denně*



Zdroj: ŠUSTR, 2016 (archiv autora)

**Příloha 12:** Foto řešení instalace boxu ve stáji – otevřená a izolovaná varianta  
*Box AMS Astronaut A4 (Lely)*



*Zdroj: ŠUSTR, 2016 (archiv autora)*

*Doplňková izolace boxu Astronaut A2*



*Zdroj: ŠUSTR, 2016 (archiv autora)*

**Příloha 13:** Podpůrná technologie AMS Astronaut A4 - příklady instalace

*Příklady instalace řídicího PC s manažerským SW T4C*



*Zdroj: ŠUSTR, 2016 (archiv autora)*

*Instalace kompresorů pro farmu B*



*Zdroj: ŠUSTR, 2016 (archiv autora)*

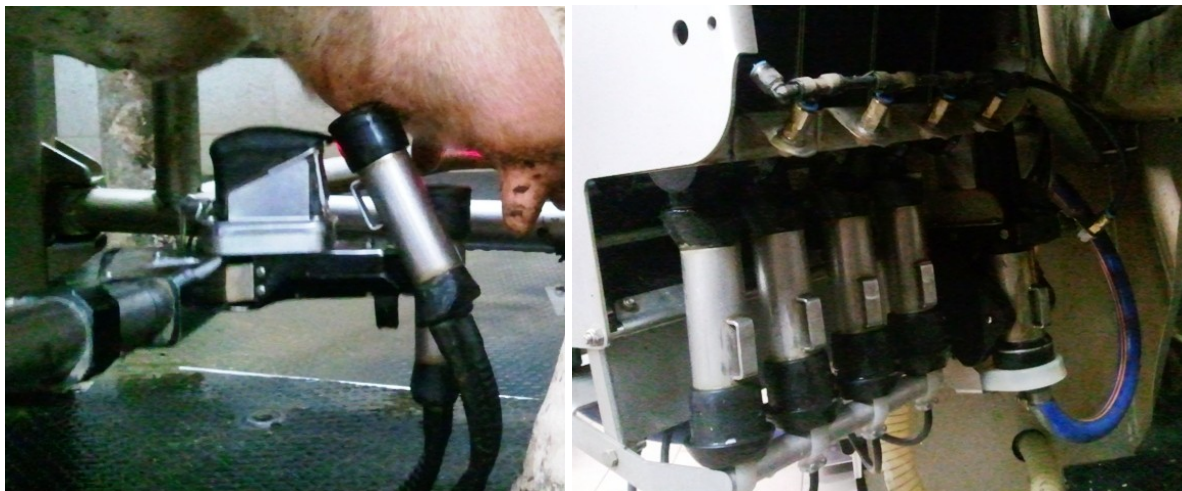
**Příloha 14:** Foto provozu s AMS - přímý přechod z provozu na vazném ustájení



*Zdroj: ŠUSTR, 2016 (archiv autora)*

**Příloha 15:** Detail technického řešení konstrukce u AMS DeLaval VMS

*Foto efektoru při nasazování a sada násadců ve výchozí pozici*



*Zdroj: ŠUSTR, 2016 (archiv autora)*

*Detail spodní části ramene*



*Zdroj: Zdroj: ŠUSTR, 2016 (archiv autora)*