



Pedagogická  
fakulta  
Faculty  
of Education

Jihočeská univerzita  
v Českých Budějovicích  
University of South Bohemia  
in České Budějovice

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích  
Pedagogická fakulta  
Katedra aplikované fyziky a techniky

Diplomová práce

# Technické aspekty robotického dojení

Vypracoval: Bc. Tomáš Hankovec

Vedoucí práce: doc. RNDr. Petr Bartoš, Ph.D.

České Budějovice 2015

#### Anotace:

Tématem této práce jsou Technické aspekty robotického dojení. Práce byla vypracována za účelem poskytnout přehled o technologiích využívaných v robotickém dojení. V úvodní části je popsána obecná problematika chovu skotu.

V dalších kapitolách práce je uveden technický popis vybraných strojních součástí využívaných při dojení. Další část této práce je tvořena kapitolami, které se zabývají historií robotického dojení, představením jednotlivých výrobců a technologií které tito výrobci využívají. Tyto technologie jsou pak zhodnoceny z hlediska ekonomických nákladů na jejich využití a jejich technických rozdílů. V závěru práce jsou představeny novinky z oblasti robotického dojení, které budou v příštích letech uváděny na trh.

#### Abstract:

The theme of this diploma paper is The technical aspects of robotic milking. This work has been written to provide an overview of the technologies used in robotic milking. In the first part there is a description of the general problems of cattle raising. In subsequent chapters of the work there is a technical description of the selected machine parts used during milking. The next part of this work is made of chapters which deal with the history of robotic milking, introduction of individual manufacturers and technologies used by these producers. Then, these technologies are evaluated in terms of the economic costs of their usage and their technical differences. In the conclusion, there are presented some novelties in the field of robotic milking , coming on the market in the next few years.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě archivované Pedagogickou fakultou JU, elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne

.....

Bc. Tomáš Hankovec

Touto cestou bych chtěl poděkovat doc. RNDr. Petru Bartošovi, Ph.D. a Ing. Lubošovi Smutnému, za odborné vedení této diplomové práce, jejich cenné rady a hlavně příležitost, díky které mohla tato práce vzniknout. Dále mé díky patří mé nejbližší rodině a přítelkyni, za podporu během studia i v mém soukromém životě.

## Obsah

1	Techniky a technologie využívané v chovu skotu .....	8
1.1	Ustájení skotu.....	8
1.2	Ruční a strojové dojení.....	10
1.3	Strojní dojení.....	11
1.3.1	Vzdušník .....	13
1.3.2	Regulační ventil .....	13
1.3.3	Vývěva.....	13
1.3.4	Mazací zařízení .....	15
1.4	Dojení do konví.....	15
1.4.1	Dojící konev.....	16
1.4.2	Víko konve.....	16
1.4.3	Pulsátor .....	16
1.4.4	Rozdělovač.....	18
1.4.5	Strukový násadec .....	19
1.5	Dojení do potrubí .....	20
1.6	Zpracování mléka po nadojení .....	22
1.7	Faktory ovlivňující dojení a jejich vliv na welfare skotu.....	25
2	Robotizace v dojení .....	28
2.1	Vývoj dojících robotů .....	29
2.2	Výhody a nevýhody využití dojícího robota.....	32
2.3	Výrobci dojících robotů .....	33
2.4	Jednotliví výrobci.....	34
2.4.1	Společnost Lely.....	34
2.4.2	Společnost DeLaval .....	36
2.4.3	Společnost Fullwood.....	37
2.4.4	Společnost GEA.....	38
2.5	Představení a historie společnosti Lely .....	40
2.5.1	Dojící robot Lely Astronaut A2 .....	41
2.5.2	Dojící robot Lely Astronaut A3 .....	44
2.5.3	Dojící robot Lely Astronaut A4.....	45
2.6	Princip robotického dojení s Lely .....	47

3	Zhodnocení dojících technologií .....	49
3.1	Technické aspekty dojících technologií .....	49
3.2	Ekonomické zhodnocení .....	51
4	Budoucnost robotického dojení .....	53
5	Závěr .....	58
6	Citovaná literatura.....	59
7	Přílohy.....	62

## Úvod

Tato diplomová práce je zaměřena na technologie využívané při dojení dojícími roboty. Zemědělství je pro mě zcela novým tématem, ale přesto bych rád vypracoval práci, po jejímž přečtení získá čtenář obecný přehled o technologii robotického dojení a o parametrech, které jsou pro robotické dojící stroje velmi důležité.

V předložené diplomové práci vycházím z poznatků odborné literatury, rozhovorů se zástupci společností, které robotické dojící stroje vyrábí, a návštěvy zemědělského veletrhu EuroTier v Hannoveru koncem roku 2014.

Cílem této práce je poskytnout přehled o technologiích, které jsou používané při dojení, dále poskytnout náhled na vývoj dojících robotů, poté porovnat aktuální modely vybraných společností z hlediska jejich rozdílů. V další části práce pak popsat technická řešení dojících robotů, poskytnout přehled dojících robotů využívaných v České republice a uvést ekonomické zhodnocení daných technologií.

# 1 Techniky a technologie využívané v chovu skotu

Podobně jako v jiných oblastech lidské činnosti i v chovu skotu došlo v uplynulých letech k velké řadě změn, ať z hlediska ustájení dojníc, nebo z pohledu využívaných technologií při dojení. V následující části budou uvedeny různé druhy ustájení skotu a v další kapitole budou uvedeny technologie používané při dojení.

## 1.1 Ustájení skotu

V souvislosti s domestikováním a začátkem chovu hospodářských zvířat je třeba si uvědomit, že to co je zvířeti odebráno, musí mu nějakým způsobem, v co nejvyšší míře být nahrazeno, za účelem dosažení co nejvyšší efektivity chovu. Bouška ve své knize uvádí dva základní typy ustájení: volné a vazné (Bouška, 2006).

Vazná ustájení jsou dnes již téměř nevyužívaná. Vznikala především z ekonomických důvodů a byla určena zejména pro drobné chovy. Jak bylo zmíněno v předchozím odstavci, je důležité mít na mysli, že čím víc omezíme životní prostor zvířete, tím více se musí následné ustájení přizpůsobit jeho potřebám. Pokud se chovatel rozhoduje, zda zavést vazné ustájení, je třeba zvážit následující aspekty.

Prostor krmného žlabu musí pro krávu pohodlný, tj. kráva by při přijímání potravy neměla překonávat žádné zábrany, v opačném případě to může mít za následek zranění zvířete např.: úrazy po uklouznutí.

Díky pozorování krav v přirozeném prostředí na pastvě se zjistilo, že příliš napnuté řetězy dávají vzniknout nepřiměřené zátěži, která má za následek osvojení si tzv. „koňského“ způsobu vstávání. Z toho plyne, že způsob vázání musí odpovídat a umožňovat co nejvíce přirozený pohyb.

Další, nezbytnou, součástí chovu skotu jsou vysoké požadavky na prostor stání, tzn. vlastní prostor zvířete.





Obrázek 1: Vazné ustájení (www.zootechnika.cz, 2015)

Vzhledem k těmto faktům se i přes zdokonalování využívaných technologií tyto stáje dále nestaví. Díky mnoha pozorováním bylo zjištěno, že mezi hlavní nevýhody vazného ustájení patří: zvýšená nečistota, více pracné ošetření, ale i celkové zhoršení stavu welfare (Bouška, 2006).

V 50. letech se z USA začaly do Evropy šířit tzv. volné stáje. Dodnes jsou hojně používané na území celé Ameriky, tedy i v její jižní části, v Brazílii, která se řadí mezi největší vývozce hovězího masa na světě (www.zootechnika.cz). Konceptů volného ustájení je mnoho, například tzv. komniboxy. Jejich princip je téměř stejný jako u vazného ustájení až na fakt, že kráva není vázána, i přesto však toto řešení z hlediska čistoty není příliš ideální a tak se od něho upouští.

Dalším typem jsou volné boxové stáje. Toto řešení je při dobrém provedení velmi výhodné, protože je zde možno snadno zajistit veškeré potřeby zvířete. Do budoucnosti jistě toto řešení nalezne široké uplatnění. Je vhodné pro velkochovy s vysokou užitkovostí, je tedy velmi vhodné pro stáje s využitím robotických dojíčích strojů. Při vhodně zvoleném způsobu ustájení je ještě další možnost volby a to buď vzdušné stelivové, bezstelivové, a nebo přístřeškové stáje.

Vzdušná stáj má požadavky na prostor, musí tedy mít dostatečnou kubaturu, tj. 6 m<sup>3</sup> na 100 kg živé hmotnosti zvířete. V případě splnění této podmínky zajišťuje dostatečný prostor pro pohyb zvířat. Dále je opatřena proti-průvanovou clonou apod. Zvířata tak mají ve stáji stále dobré klima, stáje jsou dobře osvětlené přírodním světlem, atd.

Stelivový provoz zahrnuje každodenní manipulaci s podestýlkou a mrvou, ale je provozně velmi náročný.

Bezstelivový provoz je v současnosti hojně používaný. V tomto typu dochází ke každodennímu vyhrnování kejdy, alespoň 6x denně, díky čemuž je ve stáji vyšší čistota podlah.

Přístřešková stáj využívá toho, že skot se dobře přizpůsobuje různým teplotám, ale zejména těm nižším. Proto je v horkých dnech třeba, aby se chovatel snažil zabránit tzv. teplotnímu stresu, při kterém může dojít ke vzniku zánětů a výskytu jiných problémů (Bouška, 2006).



Obrázek 2 Volné ustájení ve stáji v Lipí (zdroj: autor)

## 1.2 Ruční a strojové dojení

Při porovnávání ručního a strojového dojení nalezneme mnoho rozdílů. V obou případech však hraje velkou roli hormon oxytocin.

Jedná se o hormon, který uvolňuje neurohypofýza (podvěsek mozkový). Tento hormon je uvolňován pouze po omezenou dobu. Jeho uvolňování je zahájeno stimulací mléčné žlázy. Při odchovu telete je stimulací tele. Při chovu dojeného skotu je to člověk, který provádí před dojením hygienu.

Protože hladina oxytocinu vzrůstá nejvíce v prvních pěti až sedmi minutách, po kterých je dojnice schopna uvolňovat mléko, je chybou si nejdříve nachystat všechna zvířata a až poté začít dojit.

Během ručního dojení dochází k delšímu uvolňování oxytocinu, ačkoliv jsou známé i opačné výsledky. Při stejném množství mléka může někdy ruční dojení probíhat i dvakrát delší dobu, než dojení strojové. Při zkoumání účinků oxytocinu a jeho uvolňování bylo zjištěno, že nejdůležitější jsou první minuty dojení. Během ručního dojení se uvolnilo do krve zvířete více oxytocinu, než při strojovém. Z toho plyne důležitost přípravy vemene před samotným dojením (Tančin, 2008).

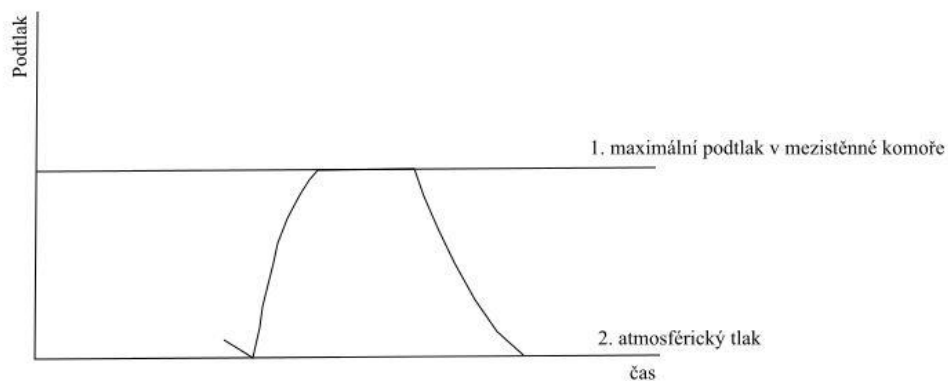
Druhým hormonem, který lze uvolnit během stimulace struků je adrenalin. Ten má ale opačné účinky než oxytocin a dojení brání.

### **1.3 Strojní dojení**

V současnosti se dojí buď v dojrnách, které mají volné ustájení, nebo do konví/potrubí, kdy se využívá vazných stájí. Volného ustájení se využívá i pro dojení pomocí dojicích robotů.

Dalo by se říci, že technickou podstatou strojního dojení je střídání podtlaku a atmosférického tlaku, který působí na mléčný struk dojeného zvířete. Střídání těchto dvou tlaků se vytváří tzv. takt sání a takt stisku. Takt sání a takt stisku napodobuje činnost ruky člověka během ručního dojení.

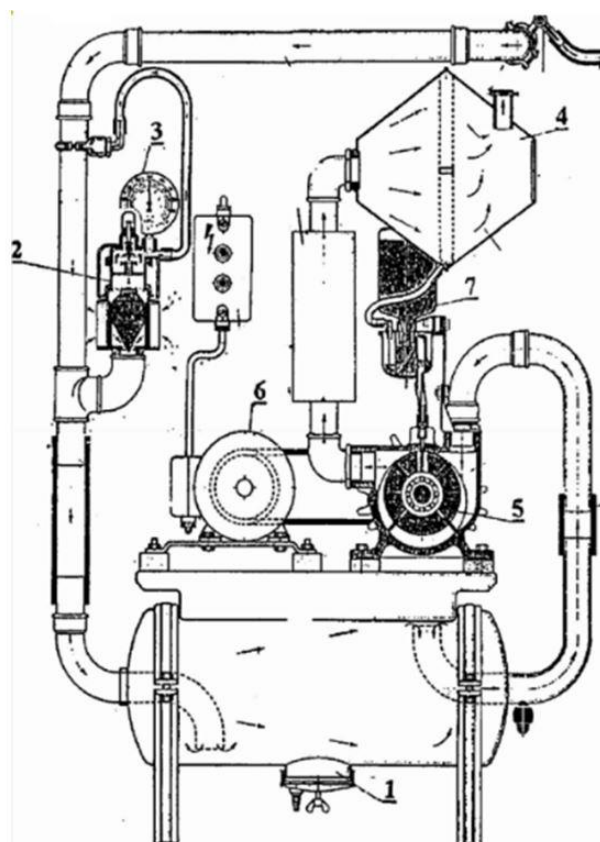
Běžně se setkáváme s dvoudobým dojením, ale existuje i třídobé dojení. Rozdíl mezi dvoudobým a třídobým dojením je vysvětlen dále v této kapitole. Jmenovitý tlak, resp. podtlak, se kterým pracují dojicí zařízení je 50 kPa. Pracovní tlak je pak o něco nižší, protože jeho hranice se pohybuje mezi 40-44 kPa (Kejik, Fryč, 1997). Průběh strojního dojení lze znázornit následujícím zjednodušeným grafem, jehož průběh odpovídá normě ČSN ISO 5707.



**Obrázek 3: Střídání taktu sání a stisku (převzato z: Kejik, Fryč, 1997)**

Z tohoto grafu je patrný prudký nárůst podtlaku na požadovanou nominální, resp. pracovní hodnotu, na které setrvá po určitý čas a poté se opět vrátí na svou původní hodnotu, která je rovna atmosférickému tlaku tedy přibližně 100 kPa.

Při dojení do potrubí, nebo do konví se využívá stejného technického principu. K vytvoření podtlaku se využívá vývěva, která je zobrazena na dalším obrázku.



1. vzdušník; 2. regulační motor; 3. manometr; 4. výfuk s odlučovačem oleje; 5. vývěva; 6. elektromotor

**Obrázek 4: Schéma soustrojí vývěvy (Příkryl a kol., 1997)**

Jak již bylo zmíněno, rozmezí podtlaku je mezi 40-50 kPa. Celé soustrojí bývá umístěno mimo stáj, aby se snížil přebytečný hluk. Na dalších stránkách budou blíže popsány vybrané jednotlivé části tohoto soustrojí.

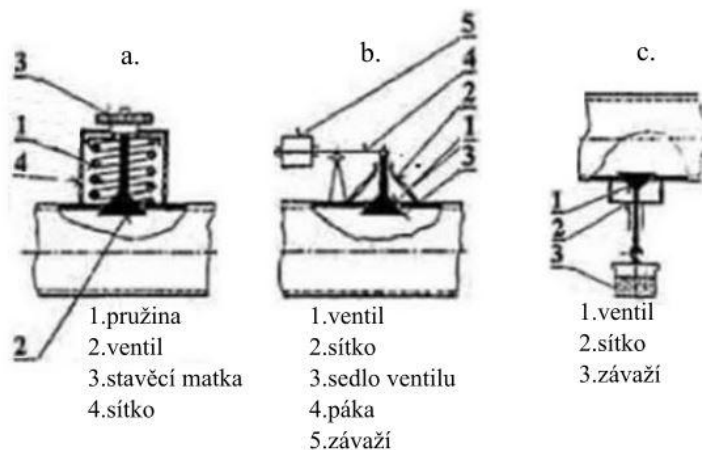
### 1.3.1 Vzdušník

Vzdušník je válcová kovová nádoba s výklopným víkem, nebo klapkou. Je za vývěvou připojen na vzduchové potrubí. Jeho účelem je vyrovnávání výkyvů podtlaku a také slouží jako ochrana proti nečistotám, které vnikají potrubím a mohly by mechanicky poškodit vývěvu.

### 1.3.2 Regulační ventil

Prací regulačního ventilu je regulace podtlaku na požadovanou úroveň. Regulační ventil pracuje s odchylkou  $\pm 3\%$ . Tento ventil má několik technologických provedení.

Schéma "a." představuje ventil s pružinou, který je regulovaný stavěcí matkou. Na vedlejším schématu "b." vidíme regulační ventil regulovaný závažím, které je umístěné na páce, zde se využívá momentu síly. Poslední schéma "c." znázorňuje ventil se závažím umístěným přímo na dřívku ventilu.

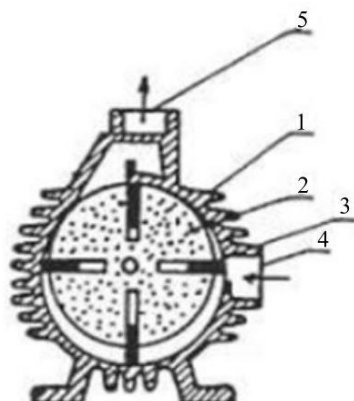


Obrázek 5: Schéma regulačních ventilů (Doležal a kol., 2000)

### 1.3.3 Vývěva

Vývěva je základní jednotka celého dojícího systému, protože vytváří podtlak, který je základním prvkem dojící techniky. Vývěvy lze, dle konstrukce, resp. dle pracovního provedení dělit na pístové a rotační. Nejvyužívanějším typem je v současnosti rotační vývěva.

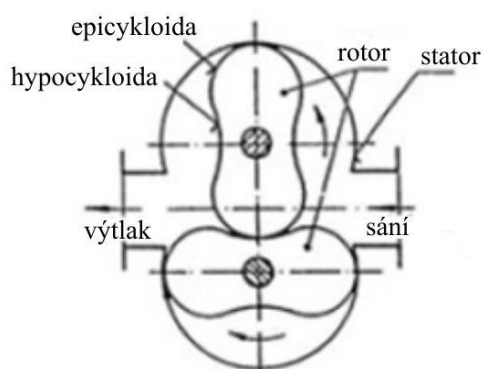
Na obrázku 6 je zobrazena rotační lamelová vývěva. Její stator je po obvodu žebrovaný, kvůli lepšímu chlazení. Rotor má podélné drážky, ve kterých jsou uloženy lišty. Celý rotor se otáčí vysokou rychlostí a lišty se tak vlivem odstředivé síly vysouvají. Díky tomu se prostor za nimi zvětšuje a tím vzniká sání. Před lopatkami směrem k výfuku, se naopak prostor zmenšuje a nasátý vzduch je tak vytlačován pryč výfukovým potrubím (Andrt, 2011).



1.Stator; 2. rotor; 3. lopatky; 4.sací potrubí; 5. výfukové potrubí

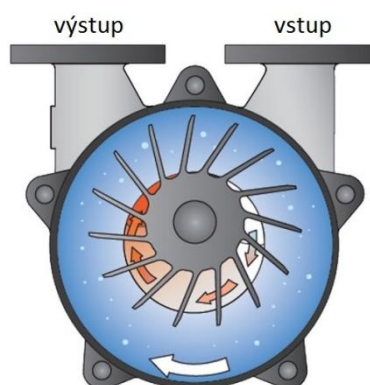
**Obrázek 6: Rotační lamelový kompresor (Andrt, 2011)**

Dalším typem rotační vývěvy je tzv. Rootsovo dmyhadlo. Jedná se o vývěvu, jejíž součástí jsou rotující písty a která principem své práce připomíná zubové čerpadlo. Uvnitř statoru se po sobě odvalují dva písty, které plní funkci dvou, po sobě se odvalujících ozubených kol v soukolí zubového čerpadla (www.wikipedia.org, 2015).



**Obrázek 7: Rootsovo dmyhadlo (www.eamos.pf.jcu.cz, 2015)**

Vodokružní vývěva, která je na obrázku 8, je další z řady rotačních vývěv. Na rotoru se nachází velké množství lopatek, rotor je pak uložen excentricky k ose statoru. Pracovní médiem je u tohoto typu kapalina, nejčastěji voda, která je unášena do pracovní komory statoru, kde se poté vytváří vodní prstenec. Při otáčení se zvětšuje objem a nastává sání. Poté se objem zmenšuje a dochází k výtlaku (Dubravcová, 1992).



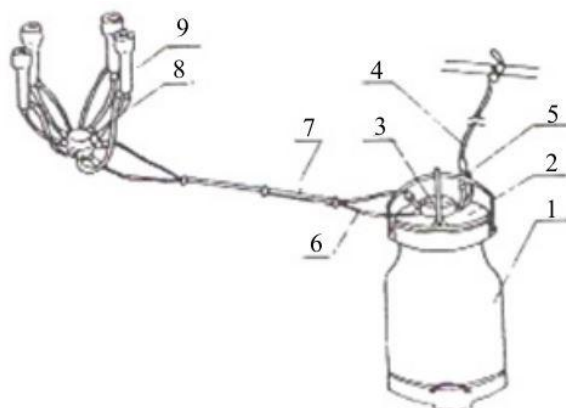
Obrázek 8: Vodokružní vývěva (<http://www.energoekonom.cz>, 2015)

#### 1.3.4 Mazací zařízení

U rotačních vývěv se využívá mazací zařízení. Jeho úkolem je mazat vývěvu, utěšňovat prostory mezi lištami a ochlazovat pracovní plochu. Využívá se kapátkového mazání s frekvencí mazání cca 10-15 kapek za minutu.

### 1.4 Dojení do konví

Dojení do konví, nebo dojení do potrubí se, jak už bylo řečeno, využívá ve vazných stáních. Schéma takového zařízení je vidět na přiloženém obrázku níže.



1. dojící konev; 2. víko konve; 3. pulsátor; 4. hlavní podtlaková hadice  
5. rozvaděč; 6. hadice pulsujícího tlaku; 7. mléčná hadice; 8. rozdělovač; 9- strukový násadec

**Obrázek 9: Dojení do konví (Kejik, Fryč, 1997)**

V následujících krátkých podkapitolách budou uvedeny a popsány vybrané části tohoto zařízení.

#### 1.4.1 Dojící konev

Při konstruování a výrobě dojících konví jsou kladeny vysoké požadavky na kvalitu provedení a na použitý materiál. Tyto konve jsou vyráběné z nerezové oceli. Z hlediska provedení, konev musí být snadno čistitelná. Její objem je obvykle 0,015 m<sup>3</sup>.

#### 1.4.2 Víko konve

Víka konví bývají opatřena gumovým těsněním, aby si po zavření zachovaly vzduchotěsnost. Z příruby víka vedou dva výstupy. Jeden vede přímo do podtlakové hadice a druhý do mléčné hadice.

#### 1.4.3 Pulsátor

Pulsátor slouží k vytváření tlakových pulsů, které jsou základním principem, kterého se využívá při strojním, nebo robotickém dojení. Pulsátory mohou být zvlášť pro každý stroj (individuální), nebo jsou společné pro více soustav strojů (ústřední).

Dále můžeme pulsátory rozdělit na základě mechanické části, která uvnitř vykonává práci. Tyto části mohou být písty (pístové pulsátory), membrány (membránové), nebo ventil (ventilové pulsátory). Nejdůležitější rozdělení však bude na základě způsobu jejich řízení. Podle systému řízení se pulsátory dělí na:

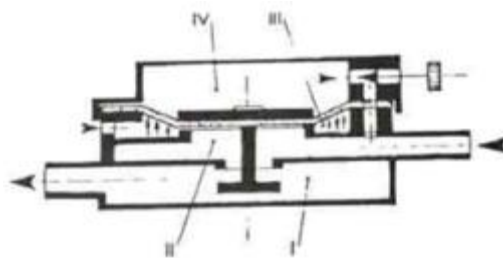
- a) pneumatické
- b) hydropneumatické
- c) elektromagnetické (Andrt, 2011).



#### Ad a) Pneumatický pulsátor

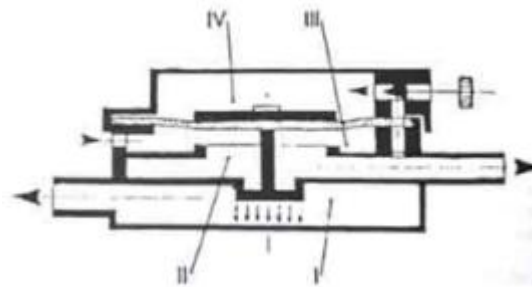
V těle pulsátoru se střídají dva pracovní tlaky. První pracovní tlak je trvalý (podtlak). Připojuje se k němu podtlakové potrubí. Druhý tlak je střídavý (atmosférický). Ten vede ke strukovým násadcům. Pneumatický pulsátor má 4 komory. I. komora stálého podtlaku, II. komora střídavého tlaku, III. komora atmosférického vzduchu, IV. komora střídavého podtlaku.

Na následujících obrázcích je popsána činnost membránového pneumatického pulsátoru. První z nich znázorňuje pulsátor v taktu sání, druhý obrázek znázorňuje takt stisku.



Obrázek 10: Pulsátor - takt sání (Kejik, Fryč, 1997)

Ventil uprostřed propojuje komory I a II. Střídáním přívodu vzduchu do a z komory IV dochází k pulzům. Tyto pulzy lze chápat jako střídání taktů sání a stisku. Takt stisku je znázorněn na dalším obrázku.



Obrázek 11: Pulsátor- takt stisku (Kejik, Fryč, 1997)

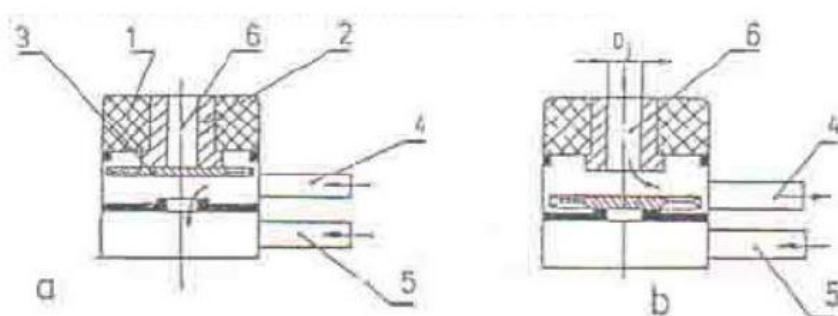
Takty sání a stisku v podstatě napodobují činnost lidské ruky, která tento pohyb při dojení prováděla stovky let. Technický princip sání a stisku je založen na střídání podtlaku a atmosférického tlaku, tak jak bylo uvedeno na začátku kapitoly.

#### Ad b) Hydropneumatický pulsátor

Konstrukčně jde o stejné zařízení jako je pneumatický pulsátor, ale k regulaci pulzů se zde využívá kapalina, ne vzduch (Andrt, 2011).

#### Ad c) Elektromagnetický pulsátor

Pulzy jsou řízené generátorem pulzů, který je regulován proudem vstupujícím do cívky elektromagnetu. Tyto impulzy stejnosměrného proudu o napětí 12-24 V pohybují kotvou, která otevírá a zavírá přístup podtlaku v nátrubku, jenž vede do mezistěnných komor.

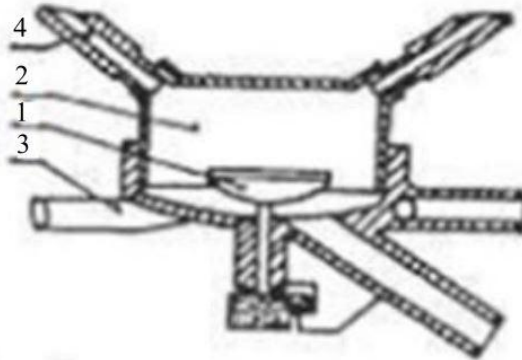


Obrázek 12: Schéma práce elektromagnetického pulsátoru ( Přikryl, 1997)

Na obrázku "a" je zobrazen pulsátor v taktu sání, na obrázku "b" v době stisku.

#### 1.4.4 Rozdělovač

Rozdělovač se skládá z rozvaděče vzduchu a sběrače mléka. Rozvaděč vzduchu má za úkol rozvést tlak od pulsátoru do strukových násadců. Do sběrače mléka se sbírá mléko ze strukových násadců a mléčnou hadicí jej odvádí do konve, nebo potrubí (Andrt, 2011).



1. nátrubek vedoucí k mezistěnné komoře; 2. sběrač mléka;
3. hadička vedoucí k ventilu; 4. nátrubek pro mléčnou hadičku

Obrázek 13: Rozdělovač (Andrt, 2011)

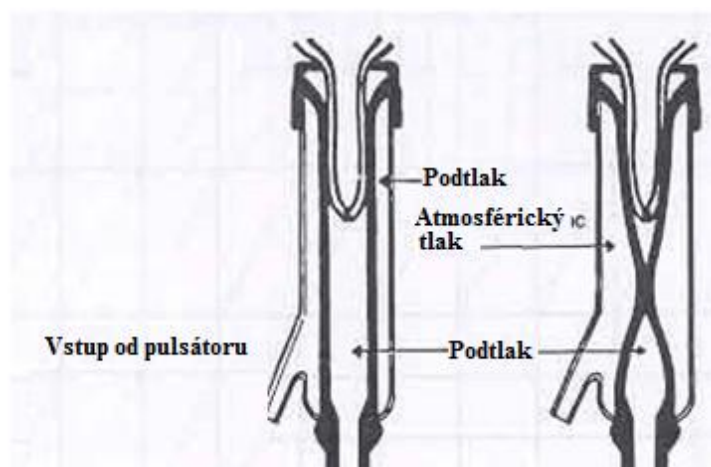
V praxi pak může rozdělovač vypadat například, jako na následujícím obrázku.



Obrázek 14: Rozdělovač (<http://www.drimpl-napajecky.cz> , 2015)

#### 1.4.5 Strukový násadec

Tato část se nasazuje na struky dojnice. Musí splňovat vysoké standardy a to technické a zoo-veterinární. Násadce se skládají z těchto částí:



Obrázek 15: Strukový násadec (<http://cal.vet.upenn.edu/projects/fieldservice/Dairy/Mastitis/milkmac.htm>)

Uvnitř strukového násadce je tzv. podstruková komora, ve které je stálý podtlak, díky němuž drží na struku dojnice a vysává z něj mléko. Mezi pouzdrem a návlečkou je tzv. mezistěnná komora. V té se střídá atmosférický tlak s pod tlakem – v závislosti na pulsátoru. Většina těchto zařízení je dvoutaktní (sání a stisk).

Při taktu sání je v podstrukové i mezistěnné komoře podtlak, tudíž nedochází k deformaci návlečky a ze struku tak může být vysáváno mléko.

Naopak při taktu stisku je do mezistěnné komory vpuštěn vzduch o atmosférickém tlaku, v podstrukové komoře je podtlak, tím dochází k deformaci a vytékání mléka se tak přerušuje.

Kromě zmíněného dvoutaktního dojícího stroje existují i třítaktní. Rozdíl mezi nimi je, že mezi takty sání a stisku je ještě takt oddechu, kdy je do mezistěnné komory také přiváděn atmosférický tlak (Andrt, 2011).

## 1.5 Dojení do potrubí

Pokud stáj využívá dojení do potrubí, mléko je ze strukových násadců odváděno do rozdělovače (sběrná nádoba), poté mléčným potrubím pryč ze stáje nebo dojírny, do mléčnice.<sup>1</sup>



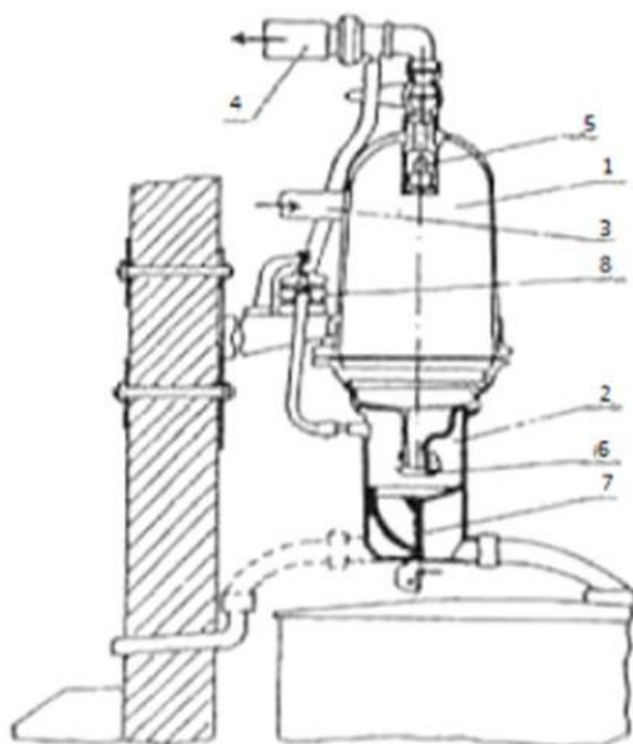
Obrázek 16: Mléčnice s chladicí jednotkou (zdroj: autor)

---

<sup>1</sup> místnost ve stáji či její blízkosti pro uchovávání mléka

Mléčné potrubí je obvykle napojeno na přerušovač podtlaku, který má za úkol vypouštět mléko z prostoru, kde je podtlak, do prostoru s atmosférickým tlakem. Součástí mléčného potrubí sběrná nádoba, ve které se nachází neustálý podtlak, další částí je přerušovací komora, ve které je neustálý pulzující tlak o frekvenci cca 20 pulsů za minutu. Další částí je pulsátor se zesilovačem a také vnitřní a vnější klapky.

Součástí sběrné nádoby je plovákový ventil, který hlídá hladinu odebraného mléka a v případě, kdy hrozí přeplnění, plovák uzavírá podtlakové potrubí (Andrt, 2011).

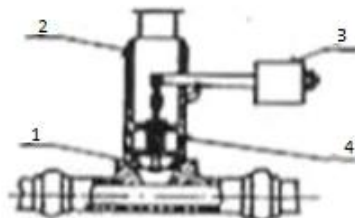


1. sběrná nádoba; 2. komora střídavého tlaku; 3. pojistný ventil; 4. podtlakové potrubí; 5. mléčné potrubí; 6. vnitřní klapka; 7. vnější klapka; 8. pulsátor se zesilovačem pulsů

**Obrázek 17: Schéma soustavy využívající pro dojení do potrubí (Andrt, 2011)**

Pro přepravu mléka mléčným potrubím do mléčnice lze využít tzv. přísávací ventil. Ten z okolí přísává do mléčného potrubí vzduch. Přísávací ventil ale musí být umístěn mimo stáj, aby nemohlo dojít k infikování mléka. V celé soustavě je ventil umístěn na konec mléčného potrubí před napojením do mléčnice, nebo na konec potrubí před napojením dalšího mléčného potrubí. Pokud má mléčné potrubí stálý spád mezi stájí a mléčnicí, kdy mléko protéká samovolně, není přísávacího ventilu třeba.

Rozlišujeme dva druhy těchto ventilů, dle jejich technického provedení. Ventily jsou pružinové a pákové. Na následujícím obrázku je schéma pákového přísávacího ventilu (Andrt, 2011).



1. ventil; 2. ventil vyúsťující do potrubí; 3. závaží; 4. těleso ventilu

Obrázek 18: Přísávací pákový ventil (Andrt, 2011)

## 1.6 Zpracování mléka po nadojení

Na zpracování mléka jsou všeobecně kladeny vysoké hygienické nároky, protože je určeno i k přímému používání. Pro správné zpracování mléka je nezbytné jeho ošetření ihned po nadojení, protože mléko snadno přejímá cizí pachy a snadno se v něm množí cizí mikroorganismy. Mléko také může být lehce znečištěno i mechanickými příměsemi.

Existuje několik způsobů čištění mléka. Prvním z nich je cezení. Při tomto procesu se mléko postupně cedí přes bavlněné pásy látky, které jsou umístěny v hrdle chladicí nádrže, druhou možností je filtrování. Tento způsob je velmi podobný cezení, pouze místo bavlny se používají filtry z buničiny. Posledním způsobem je odstředování. Mléko je odstředováno díky své rozdílné hmotnosti a hmotnosti nečistot v něm.

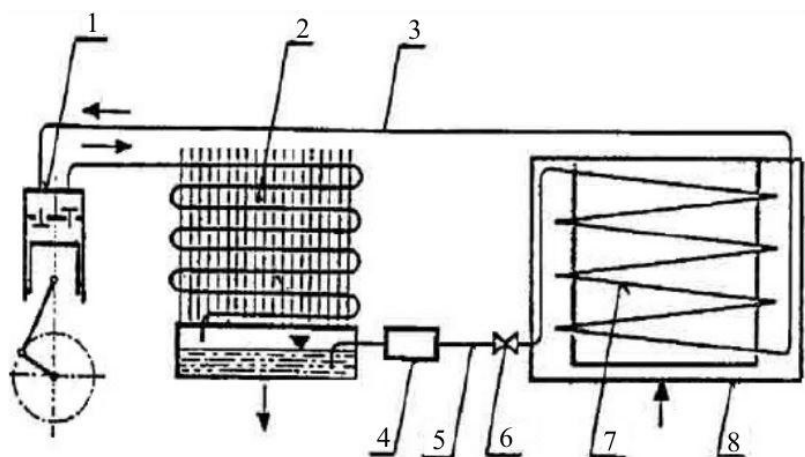
Dále se mléko musí chladit, aby se zastavilo množení mikroorganismů, které mléko obsahuje. Po nadojení má mléko teplotu okolo 35 °C. Tato teplota je ideální pro šíření mnoha mikroorganismů, které jsou pro mléko nežádoucí. K ochlazování mléka se využívá několik technologií, např. průtokových chladičů, chladicích tanků a chladicích nádrží (Andrt, 2011).

Celý tento proces chlazení mléka je v souladu s normou ČSN 46 6104. Tato norma určuje přesnou dobu, která je 150 min a za kterou musí být mléko ochlazeno na přesnou teplotu, která je (5 °C). Norma se také zabývá případem, kdy by došlo k mísení chlazeného a nevychlazeného mléka. Jeho teplota v tuto chvíli nesmí přesáhnout 10 °C.

Nejčastěji využívanou technologií ke chlazení mléka, jsou kompresory. Chladivo je pro tento způsob vháněno do sestavy kompresorem, který nasává odpařené chladivo z výparníku. Poté jej stlačuje a dopravuje do kondenzátoru. V těle kondenzátoru je nižší teplota a tím dochází k opětovné kondenzaci chladiva. Toto chladivo poté postupuje přes expanzní ventil zpět do výparníku. V expanzním ventilu je nižší tlak, než ve zbytku soustavy. Díky tomu se kapalně chladivo opět mění v plynné. Tím dochází ke spotřebě tepelné energie z prostoru výparníku.

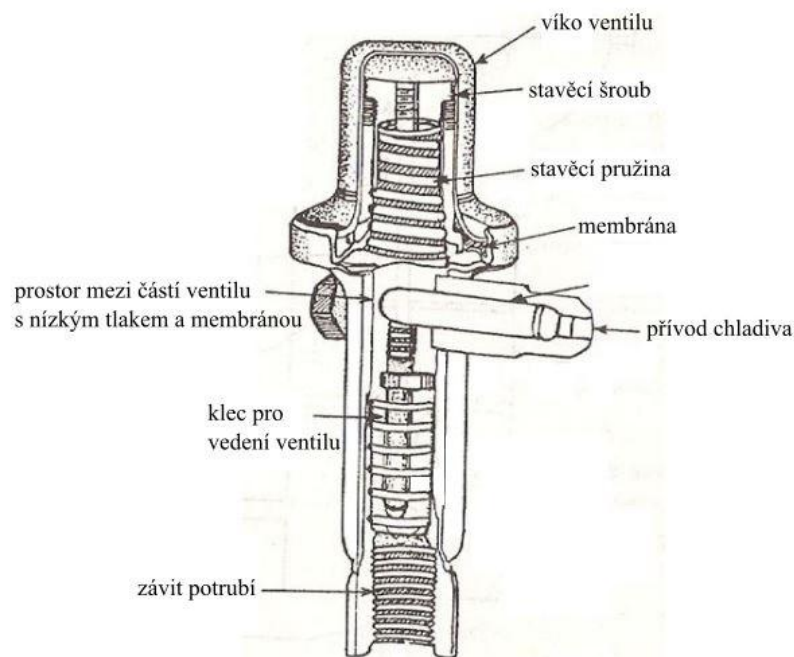
Dle následující operace se dále chlazení dělí na: přímé a nepřímé. Během přímého chlazení je na vnější ploše výparníku chlazeno přímo mléko. Při nepřímém chlazení je ohlazována např. voda, která poté ochlazuje mléko.

Donedávna se jako chladicí médium využívaly freony, ale se vzrůstajícími požadavky na lepší technické a ekologické řešení se využívají jiné látky, např. tetrafluoretan. Tyto látky nemají tzv. ozóno-destruktivní potenciál, protože obsahují minimum bromu a chloru (Andrt, 2011).



1. kompresor; 2. kondenzátor; 3. spojovací potrubí; 4. čistící chladicího média  
5. spojovací potrubí; 6. výparník; 7. chladicí nádrž

**Obrázek 19: Schéma chladicího systému s kompresorem ( Příklad, 1997)**



Obrázek 20: Expanzní ventil (převzato z: [www.brightclubengineering.com](http://www.brightclubengineering.com), 2015)

Stroje, které jsou chlazeny kompresorem jsou spouštěny až ve chvíli, kdy je do okruhu přivedeno mléko. Jinak tomu je u chladicích tanků, nebo nádrží. Ty mohou pracovat také na principu přímého chlazení, ale i na principu akumulace chladu, nebo rozstřiku ledové vody.

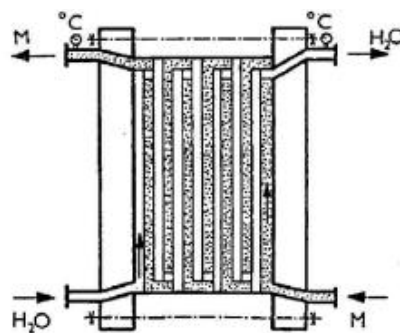
Pro systémy s přímým chlazením platí stejné pravidlo, jako pro průtokové chladiče, tedy, že celé chlazení je spuštěno až s přivedením mléka do sestavy. Naopak tanky s akumulací chladu, nebo rozstřikem vody, se uvádějí do provozu ještě před tím, než je přivedeno mléko, aby se do zásoby vytvořilo dostatečné množství chladu.



Obrázek 21: Chladicí tank ([www.dcengineering.co.uk](http://www.dcengineering.co.uk), 2015)



Posledními využívanými nástroji, pro chlazení mléka, jsou průtokové chladiče. Jsou využívány pro farmy s velkou produkcí mléka. Jejich výhodou je velmi rychlé zchlazení mléka. Nejčastěji využívaným typem jsou deskové průtokové chladiče. Chladič je tvořen deskami, mezi kterými jsou mezery. Těmi protéká mléko a v opačném směru, proti nim, voda. Mléko je do soustavy vháněno vysokým tlakem, který zajišťuje mléčné čerpadlo (Andrt, 2011).



Obrázek 22: Průtokový deskový chladič (Přikryl, 1997)



Obrázek 23: Průtokový deskový chladič (www.eurofluid.cz, 2015)

### 1.7 Faktory ovlivňující dojení a jejich vliv na welfare skotu

Welfare je možné chápat jako naplnění všech materiálních i nemateriálních podmínek, které jsou nezbytné pro zdravý organismus. Chované zvíře má ale i nárok na to, aby mu chovatel zajišťoval uspokojení jeho životních potřeb. Všechno toto je klíčové, protože pouze zvíře, které je spokojené může poskytovat maximální užitkovost, která vychází z jeho genetických předpokladů a jedině tak je ekonomickým přínosem pro chov. V časopisu *Náš chov* (2014), Doležal uvádí, že současné dojírny by také měly splňovat určité zásady, pro zachování dobrého welfare.

1. Správné osvětlení v dojárně
2. Odstranění zápachu v dojárně
3. Udržení vhodné teploty s ohledem na střídání ročních období
4. Omezení výskytu hmyzu
5. Snížení hlučnosti (Náš chov, 2012).

Dr. John Webster pomohl v roce 1979 sestavit tzv. list pěti svobod. Jedná se o souhrn nástrojů/myšlenek, jak docílit co nejlepšího standardu při chovu zvířat.

#### 1. Odstranění hladu, žízně a podvýživy zvířete

Povinností každého majitele je zajistit zvířeti čistou vodu v dostatečném množství. To samé platí i pro potravu, důležité je dodržet vhodné složení s ohledem na fyziologii zvířete, např. gravidita, atd.

#### 2. Odstranění fyzikálních faktorů nepohody

Každý chovatel musí zajistit pro chov takové podmínky, aby zvíře netrpělo vlivem negativních faktorů, např. vítr, déšť, mráz.

#### 3. Odstranění příčin vzniku bolesti, zranění a nemoci

Zvíře by nemělo být vystaveno riziku zranění vlivem negativních činitelů jako jsou např.: ostré hrany u krmného žlabu, nebezpečné předměty v krmivech aj. Dále by chovatel měl umět zvířeti vždy poskytnout první pomoc, nebo okamžitě zajistit lékařské ošetření. Jako správná koncepce chovu se zdá být pravidlo 3D, tedy: desinfekce, dezinsekce a deratizace.

#### 4. Nebránit zvířeti v projevech jeho normálního chování

Pro dobrý welfare je nezbytná přirozená interakce mezi zvířaty, do níž by chovatel nijak neměl zasahovat. Proto jsou nutné znalosti etologie daného zvířete a chovatel by měl tyto etologické znaky a jejich projevy kontrolovat a umět správně vyhodnotit.

#### 5. Odstranění strachu a deprese

Pokud je zvíře ve stresu, nebo se bojí, tak adrenalin který se mu uvolňuje do krve brání uvolňování oxytocinu a tím snižuje nádoj dané dojnice. Další z následků stresu, nebo strachu, může být např. zhoršená reprodukce ([www.progressivecattle.com](http://www.progressivecattle.com)).

## 2 Robotizace v dojení

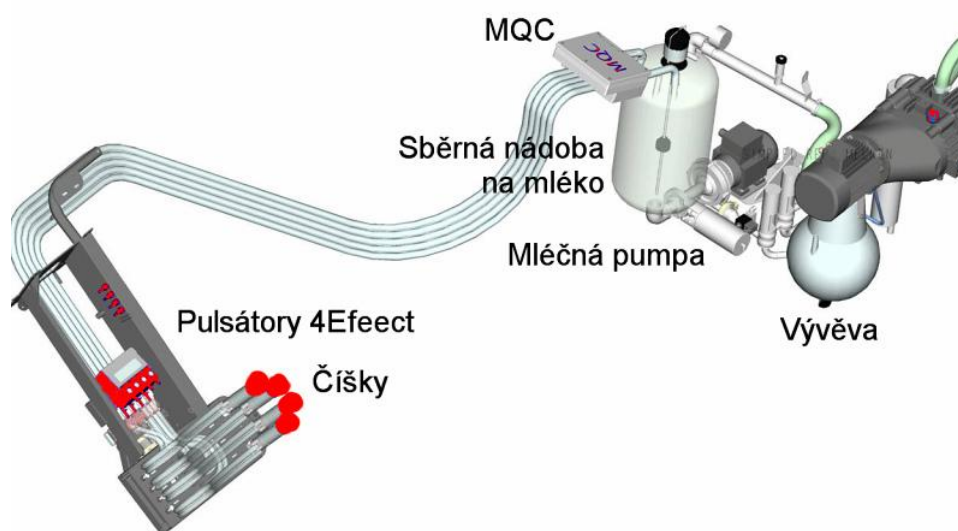
S tím, jak se vyvíjí nejnovější technika, robotizace postupně proniká do všech odvětví průmyslu i do zemědělství. Vývoj v automatizaci znamená zjednodušení, zrychlení a zefektivnění stávajících procesů. Znamená ale i určitou svobodu pro farmáře, kteří nemusí celý svůj denní program podřizovat stáji. Než se blíže zaměříme na historický vývoj těchto strojů, bude uvedeno, co je to dojící robot.

Dojící roboty jsou zvláštním druhem dojících zařízení, která vznikly díky vývoji a pokroku v technických disciplínách jako je automatizace, strojírenství, elektronika a samozřejmě také díky vzrůstajícím požadavkům na kvalitu a efektivitu dojení.

Roboty jsou instalovány ve stájích, nebo v přilehlých zařízeních. V případě potřeby ruční manipulace s robotickým ramenem, nebo ručního nasazení strukových násadců, roboty umožňují bezpečný a jednoduchý přístup ke krávě.

Krávy jsou motivovány k návštěvě těchto robotů, protože vědí, že dostanou krmivo. Dle Veselovského (2005), potrava pro krávu představuje významnou motivační složku pro výkon určitého chování, v našem případě dojení.

Na dalším obrázku je znázorněno schéma dojícího systému společnosti Lely. Celé dojení probíhá za pomoci těchto zařízení. Na levé straně si můžeme představit dojnici, na pravé straně pak samotný robot a mléčnici s chladičím tankem.



Obrázek 24: Schéma dojícího zařízení Lely ([www.zootechnik.com](http://www.zootechnik.com))

## 2.1 Vývoj dojicích robotů

Dojicí roboty se začaly ve formě, v jaké je známe dnes, vyvíjet v 70. letech minulého století, přesto však farmáři po celém světě začali využívat jejich poloautomatické předchůdce o mnoho let dříve. Jedním z takových zařízení, které se dodnes využívá i ve stávajících dojicích robotech, jsou automatické brány. Tyto brány dříve sloužily k řízení pohybu stáda.

První předchůdce dojicího robotu byl vyvinut ke konci 19. stol. Tento "robot" uměl automaticky extrahovat mléko a automaticky odejmout strukové násadce po úspěšném dojení. Dokonce už tehdy byla k dispozici technologie čištění struků pomocí nástřikového systému.

Farmářovým úkolem tehdy bylo pouze navádění strukových násadců na struky, připojení celého zařízení, a kontrola struků. I přesto byly tyto roboty na svou dobu velmi pokrokové. Díky vývoji ve strojírenství, v materiálovém inženýrství, automatizaci a ostatních technických disciplínách se tyto první roboty mohly přerodit do své současné podoby ([www.en.wikipedia.org](http://www.en.wikipedia.org), 2015).

V roce 1892 publikoval S. M. Babcock, který byl významným americkým chemikem, článek ve kterém prohlásil, že dojicí stroje by mohly vést k horší kvalitě mléka a snížení standardů v mlékařském průmyslu. Nejstarší dojicí stroje byly pouze trubky, nasazené na struky, které silou (podtlakem) nutily svěrač struku k povolení, aby mohlo vytékat mléko. Pro tyto účely se využívaly dřevěné trubky, nebo duté ptačí brky.

Časem se začaly využívat trubky ze stříbra, kostí, dokonce i slonoviny. V časopisu *Scientific American*, který vyšel v roce 1875, byl prvně popsán ventil, který byl umístěn na každé trubce vedoucí ke struku a byl využit k otevírání a uzavírání, resp. regulaci podtlaku. Postupně se začalo objevovat mnoho patentů, např. různé kbelíky, které už byly přímo napojeny k odběrným trubkám.

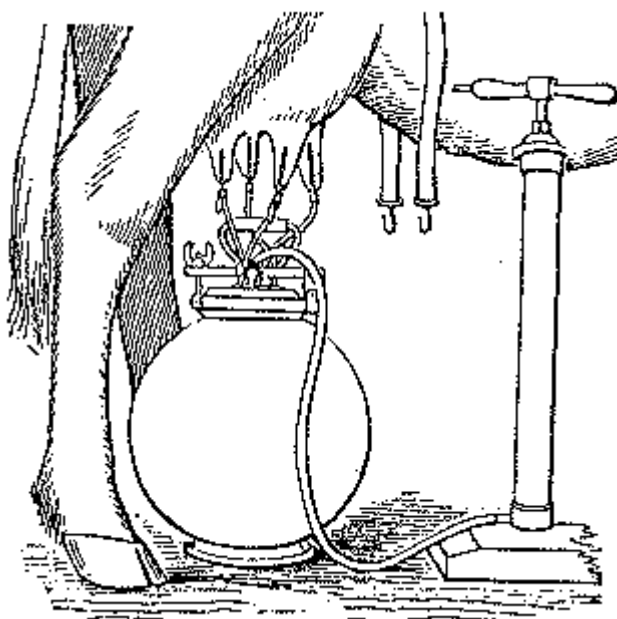
První vakuové dojicí stroje se začaly objevovat v šedesátých letech 19. století. V roce 1859 si ve Philadelphii podal patent na strukový násadec s membránou, která měla 4 otvory na struky. Byl to tedy jeden velký nástroj se čtyřmi otvory. Pomocí ruční pumpičky byly všechny 4 struky dojeny najednou. Bohužel tento stálý podtlak vedl k trvalému poškození vemene, což způsobilo, že krávy byly neklidné a to vedlo k jejich agresivnímu chování.

Po tomto neúspěchu se vývoj zaměřil na samotnou přírubu, která byla přepracována a přizpůsobena potřebám, ale už s ohledem na bezpečí zvířete. První úspěšný patent s takovou přírubou byl zapsán v roce 1860, autorem L.O. Colvinem. Zajímavá informace je, že tento patent byl prodán za 5000 dolarů a přinejmenším 1500 těchto strojů bylo prodáno, zejména do Anglie.

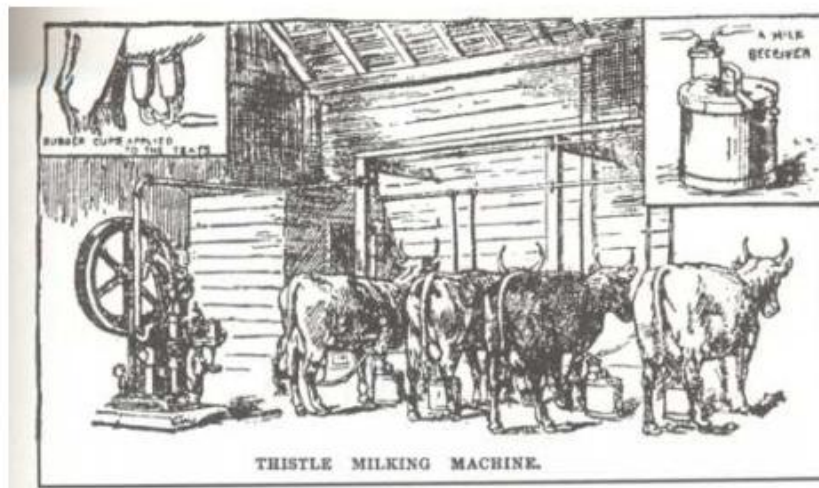
Další pokrok nastal v roce 1889 ve Skotku. V tamních Highlands byl testován jiný podtlakový stroj. Byl schopný dojit dvě zvířata zároveň, zatímco operátor seděl v "manipulačním" prostoru mezi zvířaty a pumpoval, aby vytvořil vakuum.

Pro tyto účely byla využívána pumpa poháněna nohou. V roce 1898 byl světu představen první pulsátor. Tento stroj se jmenoval "Thistle" – bodlák, nejspíše kvůli svému tvaru. Byl to první stroj, kdy byl pulsátor poháněn automaticky, pomocí parní vakové pumpy.

Ve 20. století se mnoho výrobců potýkalo s problémem udržení stálého sacího tlaku, zatímco někteří jiní zkoumali možnosti, ryze technická řešení, která by mohla plně simulovat ruční dojení. Některá zařízení byla jednoduchá, některá velmi komplexní a skládala se ze stovek částí. I přesto ale nebyl technický pokrok dostatečný a výrobci nebyli schopni přizpůsobit se, stále se měnící, velikosti struků ([www.americanartifacts.com](http://www.americanartifacts.com)).



Obrázek 25: Původní dojící zařízení z 19. století ([www.americanartifacts.com](http://www.americanartifacts.com))



Obrázek 26: "Thistle" dojící zařízení ([www.nztec.victoria.ac.nz](http://www.nztec.victoria.ac.nz))

Z předchozích řádek je zřejmé, že tyto původní technologie a stroje nebyly zdaleka tak komfortní, jako jsou dnes. Pro krávy představovaly množství problému, např. poškození svěrače struků. Jejich poškození bylo způsobeno vlivem násilné, nebo špatné manipulace. O myšlence welfare tehdy nemohla být řeč. Výjimkou nebylo ani velmi časté šíření různých onemocnění, protože mléko nebylo dostatečně kontrolováno.

V knize Chov dojeného skotu (Bouška, 2006), autor uvádí několik požadavků, které by měl dojící robot naplňovat. V několika dalších odstavcích budou tyto nároky představeny a současně budou krátce uvedena některá technická řešení, která se momentálně používají.

Více prostoru jim poté bude věnováno v kapitolách, které se zabývají jednotlivými výrobci dojících robotů.

Každý robot, aby fungoval efektivně, musí umět identifikovat zvíře. K tomu se využívají různé přístroje, např. transpondéry, které jsou umístované na tělo zvířete. Tyto monitorují jeho pohyb a aktivitu.

Protože je mléko určené k okamžité konzumaci, je na hygienu v procesu jeho získávání kladen velmi vysoký důraz. Je velmi důležité, aby součástí dojení pomocí dojícího robotu bylo i automatické čištění struku. To je realizováno například čistícími kartáči. Součástí procesu čištění je i příprava struku. Jak bylo zmíněno v kapitole 1.2, příprava je důležitá pro uvolnění oxytocinu, aby vůbec mohlo začít samotné dojení. Stimulace vemene může být prováděna současně během procesu čištění kartáči.

Robotické dojení probíhá několikrát denně a tak dochází k vytěžování velkého množství mléka. Aby se zamezilo kontaminaci tohoto množství mléka, v horším případě přenosu na spotřebitele, roboty by měly umět poskytnout základní analýzu mléka. Hodnotí se jeho kvalita, například se mléko vyšetřuje na mastitidu, měří se jeho elektrická vodivost, barva, aj.

Roboty vznikly především proto, aby farmářům ulehčily práci, která je se získáváním mléka spojena, a aby farmářům umožnily využít ušetřený čas na jinou činnost, která je pro farmu také důležitá. Standardem je i automatické nasazování strukových násadců, automatické dojení zvířete a automatické odejmutí násadců po nadojení. Toho je dosaženo pomocí robotického ramene, které využívá většina výrobců. Toto rameno je nositelem strukových násadců.

Jako v každém jiném odvětví automatizace, i v průběhu robotického dojení je nezbytný proces získávání dat. Každá společnost využívá svůj vlastní sofistikovaný software, který je neustále dál rozvíjen za účelem optimalizace.

## **2.2 Výhody a nevýhody využití dojícího robota**

Bezesporu největší výhodou dojícího robota je úspora času. Od samotného počátku této technologie, právě úspora času byla hlavní motivací pro vývoj. Kromě toho, farma není tak náročná na personální zajištění, což velmi zjednoduší její management. Další neocenitelnou výhodou dojících robotů je schopnost analyzovat mléko a odhalit tak nejrůznější, s dojením ale i zdravím zvířete, spojené problémy.

Na druhou stranu, ne každá kráva, resp. rasa je vhodná pro využití dojícího robota, proto je třeba si před volbou použití dojícího robota uvědomit, že kráva a hlavně její struky, které se v průběhu času mění, musejí splňovat alespoň minimální podmínky, které uvádí výrobce robota. Pokud tyto podmínky nejsou splněny, výrobce není schopen garantovat, že dojde ke správnému podojení zvířete (Machálek a kol.,2011).

Dojnice musí být dojitelná na všech čtyřech čtvrtích. Vemeno krávy tedy musí být pravidelně utvořené a struky správně uspořádané (Kic, Nehasilová, 1997). K dojícímu robotu také neodmyslitelně patří relativně velká počáteční investice.

Machálek (2011) ve své publikaci uvádí přehlednou tabulku pro posouzení chování v důsledku aplikování dojícího robota.



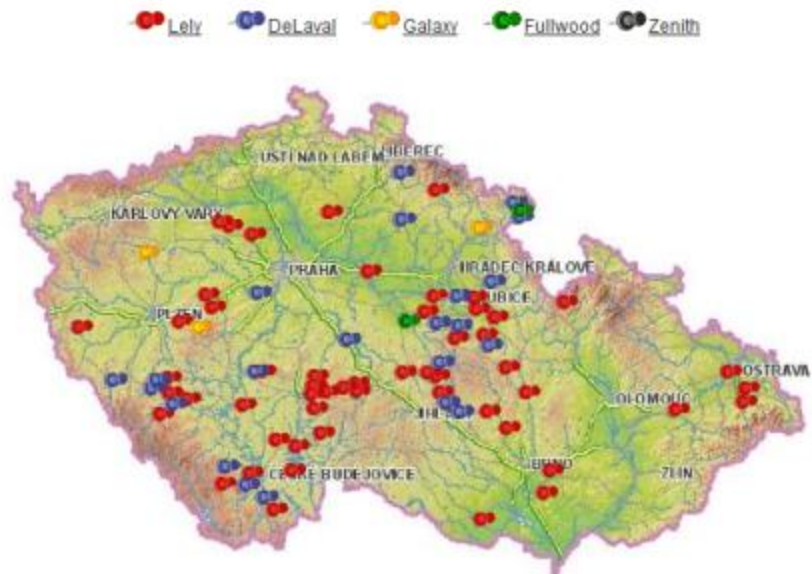
Tabulka 1: Zhodnocení efektivity dojícího robota (převzato z: Machálek a kol., 2011)

Interakce člověk-robot			
Název parametru	Zhodnocení stavu		
	Výborný	Vyhovující	Nutno zlepšit
Ochota navštěvovat dojící robot	Klidné, nebojí se	Udržuje si odstup od člověka	Dojnice před člověkem utíká
Frekvence návštěv DR (v % za den na jednu dojnici)	Pravidelně, 3x denně sama	Pravidelně, 2x denně s občasným doprovodem	Musí být pokaždé doprovázena k robotu
Doba odpočinku (v % ze dne)	>3	2,5-3	<2,5
Počet krav, které sou doprovázeny do DR (v %)	>60	50-60	<50
Dostupnost servisu ( v hodinách)	< 2	2-3	> 4
Celkové prostoje způsobené opravami/servisem za měsíc (v hodinách)	<24	24-48	>48

### 2.3 Výrobci dojících robotů

Na světě je mnoho výrobců, kteří vyrábějí dojící roboty. Každý rok je možnost setkat se, se zástupci těchto výrobců na zemědělských veletrzích, například na výstavě EuroTier, která se každoročně koná v německém Hannoveru.

Velká část z nich pouze kopíruje jiné roboty. Mezi největší výrobce v tomto oboru spadá holandská společnost Lely, anglický Fullwood, německá GEA, nebo švédský DeLaval. Na obrázku 27 je uvedena mapa z konce roku 2014, na které je znázorněno rozmístění dojících robotů na území ČR spolu s barevným rozlišením výrobců těchto strojů.



Obrázek 27: Mapa zastoupení dojících robotů v ČR 2014 ([www.dojeni-roboty.cz](http://www.dojeni-roboty.cz), 2015)

Z této mapky lze vyčíst, že největší zastoupení v České republice mají roboty Lely. Vzhledem k tomu, že roboty Lely jsou v ČR ty nejvyužívanější, bude společnosti Lely věnován v práci větší prostor.

## 2.4 Jednotlivý výrobci

### 2.4.1 Společnost Lely



Obrázek 28: Dojící robot Lely A3 ([www.lely.com](http://www.lely.com), 2015)

Nejvyužívanějšími roboty v České republice jsou roboty Astronaut, od holandské společnosti Lely.

Roboty využívají pneumatické systémy pro pohánění kinetických součástí stroje, a zároveň se minimalizoval počet pohybů při nasazování a snímání strukových násadců. Všechny roboty jsou navrhovány tak, aby byly jednoduché na údržbu. Pokud robot splňuje základní požadavek, aby byl jednoduchý, je rychlý a tím pádem nijak výrazně nesnižuje produktivitu. Roboty vyžadují maximálně 4 pravidelné údržby za rok. Jak je vidět v předchozí tabulce, Lely spotřebovává na rozdíl od konkurence nejmenší množství vody, díky zdokonalenému čištění a také proto, že strukové násadce nemohou spadnout až na zem, tudíž není nutné neustále očišťovat podlahu.

V současnosti se pořizovací cena a instalace robota Lely A3 pohybuje okolo 4,5 mil. korun. V České republice má společnost Lely smluvní zastoupení společností Agropartner s.r.o., která zajišťuje jakýkoliv prodej, servis a opravu strojů Lely.

Při přechodu na dojící roboty je klíčovým aspektem to, jak rychle si zvířata dokáží na robota přivyknout. Jak bylo uvedeno v kapitole 2, krmení se pro tyto účely ukázalo jako ideální motivace k návštěvě robota. Proto všechny dojící roboty Lely obsahují krmný žlab a zvířata se tak nechávají dojit raději. Obecně se společnost Lely snaží následovat list pěti svobod, které byly uvedeny v kapitole 1.7. Po úspěšném zavedení technologie dojení pomocí dojících robotů se zkracují prostoje a také dochází k opakovaným častějším návštěvám robota. Tato větší frekvence je způsobena právě faktem, že si zvířata pamatují, že při návštěvě robota dostanou krmení.

Lely si zakládá na systému "plug and play", který známe z různých elektronických zařízení, která používáme v domácnosti. V kontextu dojících robotů to ale znamená, že robota lze aplikovat bez omezení do jakékoliv stáje a téměř ihned používat. Lely se snaží svou technologií odlišit od konkurence, proto přemýšlejí jinak když navrhují své nové roboty. To je důvod, proč konstruktéři robotů Lely musejí uvažovat tak, aby co nejvíce omezili množství pohybujících se částí, kterými roboty Lely disponují, protože tím snižují riziko vzniku poruch (materiály spol. Lely).

#### 2.4.2 Společnost DeLaval



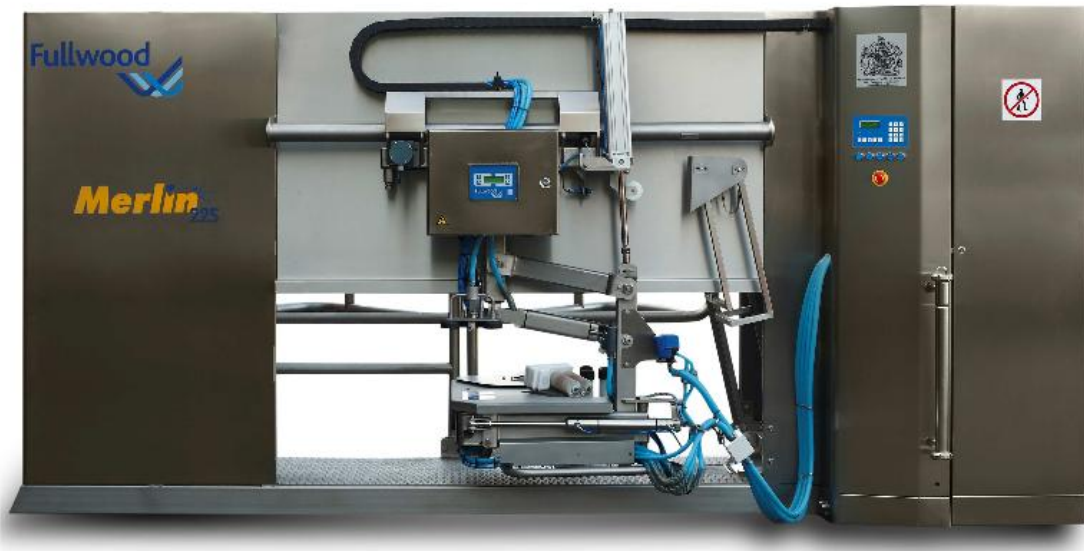
**Obrázek 29: Dojící robot DeLaval (zdroj: autor)**

Dalším, u nás velmi rozšířeným, výrobcem robotů je švédská společnost DeLaval, jejíž zakladatel stojí za vynálezem vývěvy, nebo parní turbíny. Ramena robotů VMS jsou na rozdíl od robotů Lely poháněna hydraulicky, což podle výrobce zaručuje větší přesnost a snižuje množství mechanických poruch. Pracovním médiem v těchto hydraulických strojích je většinou stlačený olej.

Oproti Astronautům, VMS využívá technologii přípravy každého struku zvlášť. Všechny struky jsou před dojením jednotlivě očištěny pomocí teplé vody a vzduchu, poté jsou stimulovány, předdojeny a nakonec osušeny. Každý strukový násadec má své mléčné potrubí, čímž se zamezí kontaminaci zbytků mléka. DeLaval roboty využívají období technologie 4Effect, tedy dojení každého struku zvlášť.

VMS pro navádění na struk využívá optickou kameru a dvojitý laser. DeLaval má svůj vlastní manažerský řídicí program VMS, který také umožňuje propojení s počítačem, nebo s jinými např. bezdrátovými technologiemi. Pro kontrolu kvality mléka slouží software DelPro. Identifikace krávy probíhá také díky pedometru, který je umístěn na obojku krávy ([www.delavalczech.cz](http://www.delavalczech.cz)).

### 2.4.3 Společnost Fullwood



Obrázek 30: Dojící robot Merlin 225 (zdroj: materiály spol. Fullwood)

Robot společnosti Fullwood se jmenuje Merlin 225. Také tento robot pracuje s pneumaticky ovládaným robotickým ramenem, které je nosičem strukových násadců a laseru, pro detekci struků. Společnost Fullwood se pokusila co nejvíce eliminovat množství pneumatických válců v obvodu, za účelem snížení poruchovosti svých strojů. Čištění probíhá pomocí válečku spolu s nánosem desinfekční kapaliny.

K identifikaci zvířat jsou využívány transpondéry, které mohou být umístěny na ucho, krk nebo pedometr, který se umísťuje na nohu zvířete.

Řídicí, resp. manažerský systém využívaný společností Fullwood se jmenuje Crystal a pracuje na bázi operačního systému Vista. Stejně jako u konkurenčních robotů, Crystal umožňuje online monitorování stáda, poskytuje okamžitě k dispozici informace o každém jednotlivém zvířeti, i stroji. K analýze mléka může být využit nástroj CrystaLab, který se dokupuje k robotu zvlášť (interní materiály společnosti Fullwood).

#### 2.4.4 Společnost GEA



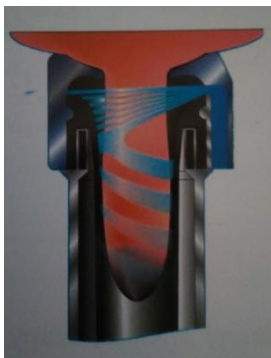
Obrázek 31: GEA MIone (www.gea.com, 2015)

Pokud jsme se bavili o dojicích robotech, až do této chvíle jsme se zabývali roboty s tzv. monoboxovým stáním. V praxi to znamená, že jak roboty Lely, DeLaval, nebo Fullwood jsou schopné v jednu chvíli, v jednom robotu, dojit pouze jednu dojnici.

Německá společnost GEA se vydala cestou tzv. multiboxových robotů, které jsou skládány za sebou, nebo vedle sebe. V dojicím robotu se tedy může, v jednu chvíli, nacházet větší množství dojnic.

Robot MIone od společnosti GEA se skládá z jednoho dojicího stání, ke kterému lze postupně připojit až 4 další stání v řadě. Sérii je tedy možné upravovat vzhledem k růstu stáda. Všechna stání jsou spojena manipulační chodbou a jsou obsluhována pouze jedním robotickým ramenem. Pokud není dočasně k dispozici elektřina, nebo při mechanické poruše ramene, je možné strukové násadce nasadit ručně a zabránit tak prostojům.

Celý systém MIone je opět plně pneumatický, stejně jako roboty Astronaut, nebo Merlin. MIone, využívá stejně jako Lely 3D kameru, která slouží k rozeznání struků a strukových násadců, což zjednodušuje jejich nasazení. Celý proces čištění i dojení probíhá při jediném nasazení strukového násadce, tím se zkracuje čas, který dojnice tráví ve stroji (interní materiály společnosti Gea).



Obrázek 32: Systém čištění a přípravy struku u Mlone (zdroj: materiály spol. GEA)



Obrázek 33: Snímek ze 3D kamery skenující pozice struků, spol. GEA (zdroj: materiály spol. GEA)

Společnost GEA kromě dojicích robotů vyrábí i robotické kruhové dojírny, které spadají do skupiny dojíren s multiboxovým stáním.

Systém kruhových dojíren je umístěn z hlediska minimalizace hluku a mechanických poruch na vodním polštáři (Andrt, 2011).



Obrázek 34: Kruhová dojírna GEA (zdroj: autor)

## 2.5 Představení a historie společnosti Lely

Zakladatelé společnosti Lely byli dva bratři z holandské farmářské rodiny, kteří už od dětství přemýšleli, jak si usnadnit těžkou farmářskou práci. Založení společnosti jako takové se datuje k roku 1948. Padesát let se firma Lely zabývala výrobou zemědělských zařízení, jako jsou např. pluhy, shrnovače aj.

V roce 1992 pak přišli s myšlenkou dojicích robotů. První prototyp Lely Astronaut byl společnosti představen v roce 1992. Ihned po jeho představení se podle názoru farmářů stal, pro chovatele dojeného skotu, nejvýznamnějším objevem 20. století. Podle vyjádření současného výkonného ředitele společnosti Lely, Alexandra van der Lely, syna jednoho ze zakladatelů, má společnost Lely jasný cíl, kterým je neustále zlepšovat zemědělský průmysl.

Motto firmy zní: "smarter, faster, stronger" a jak sami zaměstnanci firmy říkají, díky tomuto motto jsou stále v předstihu před svou konkurencí ([www.lely.com](http://www.lely.com)).



Obrázek 35: Dojící robot Lely A4 (zdroj: autor)



### 2.5.1 Dojící robot Lely Astronaut A2



Obrázek 36: Lely A2 (www.lely.com, 2015)

Jedná se o dojící robot, jehož první verze byla uvedena v roce 1992. Byl to model, který byl postupně upravován a v různých, zejména hardwarových obměnách vycházel až do roku 2005, kdy byl představen robot A3, nicméně podpora těchto původních robotů stále trvá. Z přehledové tabulky uvedené na stránkách [www.dojici-roboty.cz](http://www.dojici-roboty.cz) je zřejmé, že z 58 farem, které využívají roboty Lely, 8 z nich stále používá verzi A2, případně A2 v kombinaci s vyšším modelem.

Lely si je toho je vědoma a proto velké množství příslušenství pro novější modely A3 a A4 je v současnosti kompatibilní i se starou řadou A2. Tato tabulka se nachází na další stránce této práce.

První roboty A2 již byly vybaveny systémem MQC. Tento systém například sleduje konduktivitu mléka, či vyhodnocuje množství somatických buněk.

Rám těchto prvních robotů byl tvořen nerezovou ocelí a ostatní komponenty byly kombinací oceli a plastu. Model A2 byl vybaven naváděcím laserem, tzv. TDS (teat detection systém), vývěvou a oddělovačem mléka.

Jak již bylo zmíněno, roboty postupně vycházely až do roku 2005. V tomto roce byla uvedena řada Astronaut A2 evolution. Tento typ je jakýmsi přechodem mezi řadami A2 a A3. Lely A2 evolution byl oproti staršímu modelu A2 tvořen pouze komponenty z nerezové oceli. Zároveň již byl vybaven vážicí podlážkou, nádobkou pro odstřík zkušebních vzorků mléka a jednotlivými spreji pro čištění a desinfekci struků ([www.lely.com](http://www.lely.com)).

**Tabulka 2: Přehledová tabulka využití robotů Lely (převzato z: [www.dojici-roboty.cz](http://www.dojici-roboty.cz))**

<b>Datum spuštění</b>	<b>Zemědělský podnik</b>	<b>Město- Okres</b>	<b>Model</b>	<b>Počet</b>
11.11.2003	Selekta Pacov a.s.	Pacov- Pelhřimov	Astronaut A2	4
29.6.2004	Zemax Šitobořice a.s.	Šitobořice- Brno	Astronaut A2 + A4	4
15.12.2004	Farma Sousedovice	Sousedovice- Strakonice	Astronaut A2	4
10.5.2006	ZD Skalka	Lipí- České Budějovice	Astronaut A2	3
2.8.2006	ZD Pluhův Žďár	Pluhův Žďár- J.Hradec	Astronaut A3	8
14.11.2006	Rodinná farma Bečvář	Hradištská Lhotka- Plzeň Jih	Astronaut A3	1
3.1.2007	Farma Suchánek	Vysoké Mýto- Ústí n. Orlicí	Astronaut A2	1
11.1.2007	Agro družstvo Sebranice	Sebranice- Svitavy	Astronaut A3	8
10.4.2007	ZD Brloh	Brloh- Český Krumlov	Astronaut A3	4
2.5.2007	ZD Dolní Hořice	Kloužovice- Tábor	Astronaut A2 + A3 next	5
23.4.2007	ZD Krásná Ves	Krásná Ves- Mladá Boleslav	Astronaut A3	3
9.5.2007	AGROBOS Slatina	Slatina- Kladno	Astronaut A3	2
16.5.2007	AGRO Sokoleč a.s.	Sokoleč- Nymburk	Astronaut A2	4
1.5.2007	Rodinná farma Stupka	Strašice- Rokycany	Astronaut A2 + A3 next	2
18.9.2007	Rodinná farma Basík	Zárybnická Lhota- Tábor	Astronaut A3	1
27.10.2007	Farma Houdek	Dobříkov- Ústí nad Orlicí	Astronaut A3	1
4.12.2007	Farma Dub	Boubín- Klatovy	Astronaut A3 + A3 next	1
10.12.2007	Agrofarm Konopík a syn, s.ro.	Hostouň- Domažlice	Astronaut A3	1
1.4.2008	Rodinné hospodářství Straka	Vokov- Pelhřimov	Astronaut A3	1
14.1.2008	Vysočina Dolní Hrachovice	Dolní Hrachovice- Tábor	Astronaut A3	2
21.4.2008	Farma Ekl	Plíškov- Rokycany	Astronaut A3	1
28.4.2008	Agro-Nova, s.r.o.	Vřesce- Tábor	Astronaut A3 + A3 next	3
16.6.2008	Farma Píčna	Řípec- Tábor	Astronaut A3	1
2.7.2008	ZOD Kluky	Kluky- Písek	Astronaut A3	4
8.7.2008	ZD Přeštenice	Zhoř- Písek	Astronaut A3	4
14.7.2008	Farma Horák	Žišov- Tábor	Astronaut A3	1
16.7.2008	Farma Fruhnbauer	Peršikov- Havlíčkův Brod	Astronaut A3	1
30.7.2008	Farma Mejsnar	Dolní Branná- Trutnov	Astronaut A3	1
4.8.2008	Gajďák s.r.o.	Čeladná- Frýdek Mýstek	Astronaut A3	1
10.11.2008	ZD Sloupnice	Vřetová- Ústí nad Orlicí	Astronaut A3	4
24.11.2008	Farma Tvrdoň	Němčice- Přerov	Astronaut A3	2
12.1.2009	Farma Podzimek	Králíky- Ústí nad Orlicí	Astronaut A3	1
27.7.2009	ZS Košatka a.s.	Košatka- Ostrava	Astronaut A3	1
26.10.2009	Agros Vysočina a.s.	Kundratice- Žďár n. Sázavou	Astronaut A3	2

8.3.2010	Farma Klíč	Božice- Znojmo	Astronaut A3	1
15.7.2010	Farma Míka	Chabrovice- Tábor	Astronaut A3	1
9.10.2010	Zevas Korouhev	Korouhev- Svitavy	Astronaut A3	1
20.10.2010	ZV Strolený	Kvašňovice- Klatovy	Astronaut A3 next	2
2011	Agrochlum Záluží, s.r.o.	Záluží- Klatovy	Astronaut A4	2
2011	Farma Benc	Nové Dvory- Žďár n. Sázavou	Astronaut A4	2
2011	Farma Dřeveš, s.r.o.	Dřeveš- Chrudim	Astronaut A3 next	1
2011	Farma Herot	Pržno- Frýdek Mýstek	Astronaut A4	1
2011	Farma Matějka	Barchov- Pardubice	Astronaut A3	1
2011	Farma Šedivý	Soběnov- Český Krumlov	Astronaut A4	1
2011	Farma Škaryd	Hájek- Havlíčkův Brod	Astronaut A4	2
2011	ZD Libín	Libín- České Budějovice	Astronaut A3 next	2
únor 2012	Farma Holub	Sušice- Chrudim	Astronaut A4	1
květen 2012	Farma Drápal	Křenovice- Vyškov	Astronaut A4	1
srpen 2012	Farma Karmazín	Lubné- Brno	Astronaut A4	1
srpen 2012	Farma Srb	Žerotín- Louny	Astronaut A4	1
září 2012	ZDN Nýrov	Blansko	Astronaut A4	2
říjen 2012	Selekta Pacov	Pacov- Pelhřimov	Astronaut A4	1
říjen 2012	Farma Dub	Boubín- Klatovy	Astronaut A4	1
listopad 2012	Farma Beránek	Veselice- Havlíčkův Brod	Astronaut A4	1
listopad 2012	Farma Rubeš	Hořešovičky- Louny	Astronaut A4	1
listopad 2012	AGROSEV, s.r.o.	Červená Řečice- Pelhřimov	Astronaut A4	2

## 2.5.2 Dojící robot Lely Astronaut A3



Obrázek 37: Lely Astronaut A3 (www.lely.com, 2015)

Představení modelu A3 vneslo v roce 2005 do toho odvětví mnoho, na tu dobu, revolučních technologií. Model A3 například využívá vážící podložku nejen k určování hmotnosti, ale zároveň díky výpočtu těžiště i sleduje aktuální pozici dojnice, která se každou chvíli mění a robot tak může upravit polohu dojícího ramene, které nese strukové násadce. Zároveň byl přepracován koncept tohoto ramene tak, aby konalo co nejméně pohybu a pro zvíře tak nebylo zdrojem rozrušení a stresu.

Poprvé bylo také zakomponováno Lely X-link počítačové rozhraní. Byla vylepšena MQC analýza, nyní MQC-C, která je schopna kontrolovat více parametrů. Systém čištění také prošel obnovou a strukové násadce jsou u modelu nově A3 čištěné parou. Tato patentovaná technologie se jmenuje Pura Steam Cleaning.

### 2.5.3 Dojící robot Lely Astronaut A4



Obrázek 38: Lely A4 (zdroj: autor)

Lely A4 je nejnovější z řad robotických dojících strojů společnosti Lely. Stejně jako u jeho předchůdců, i zde představili konstruktéři několik novinek inovacemi. Poprvé v historii, zvíře vchází a vychází z dojícího boxu rovně. Tento koncept se nazývá iFlow.

Roboty Lely A4 mají také novou technologii pulsátorů. Ta umožňuje díky propojenosti s MQC-C dynamicky přizpůsobovat pulzy zvlášť, pro každý struk, tato technologie se jmenuje 4Effect.

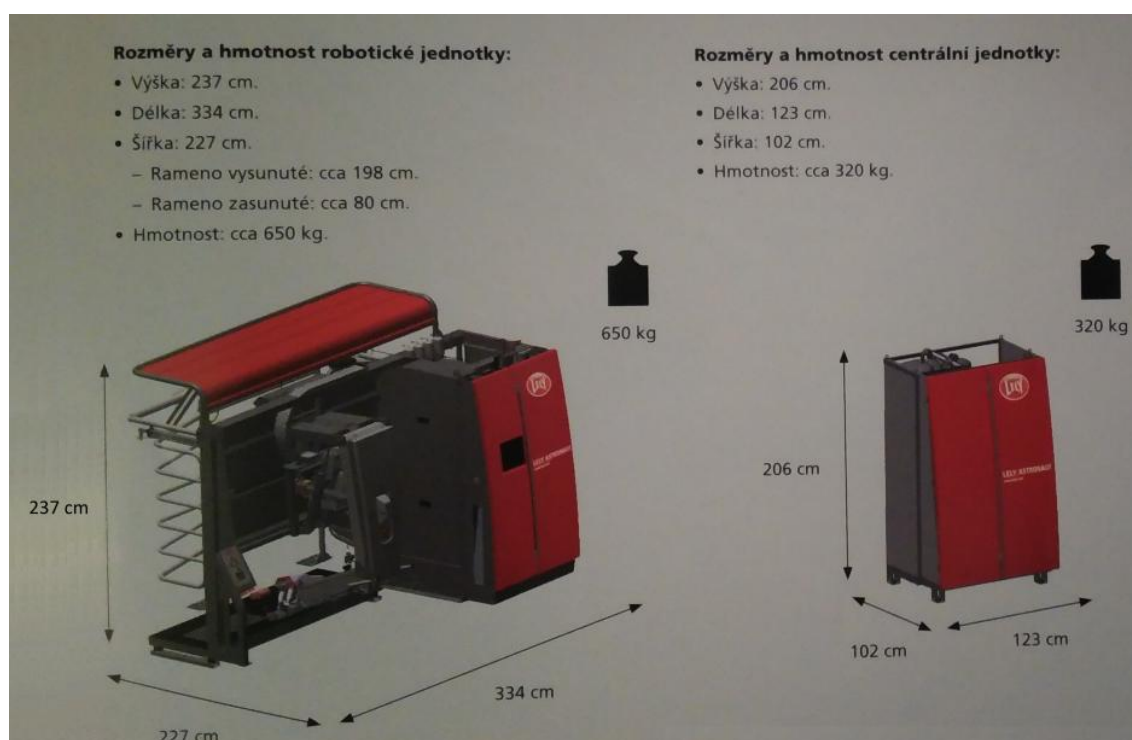
Pozice struků je nyní určována pomocí 3D kamery, která je schopna vyhodnocovat hloubku snímku. Kamera snímá vemeno a tak se rameno pohybuje spolu s ním. Díky tomu dochází k rychlejšímu nasazení strukových násadců. Rameno samo je vyráběno z kvalitních materiálů, s ohledem na prostředí a požadavky na velkou odolnost.

Od modelové řady A2 evolution používá Lely výhradně kovové komponenty. Je to z důvodu vyšší životnosti, ale také s ohledem na službu Taurus, kterou nabízí.

Spolu s vývojem nových modelů stoupají nároky farmářů na nové technologie a zároveň přibývá farem, které se rozhodují s roboty začít. Proto Lely odkupuje od majitelů starší stroje a nové jim poskytuje zvýhodněné o cenu vykoupeného modelu. Tento starý model Lely plně repasuje a dále prodává novým zájemcům, za výhodnější cenu.

Roboty A3 a A4 také využívají uživatelský balíček Lely T4C, ten bude v budoucnu rozšířen o funkci InHerd. Jedná se o manažerský program, který umožňuje správu celého chovu a poskytuje detailní informace o každém stroji i zvířeti. Pro zootechniky je to velmi užitečný nástroj, který se díky novým, bezdrátovým technologiím, neustále vyvíjí.

Na dalším obrázku je zobrazen dojíací robot A4 i se svými rozměry. Čtenář si tak může udělat reálnou představu o tom, jak jsou dojíací roboty náročné na prostor.



Obrázek 39: Rozměry Lely A4 (zdroj: materiály spol. Lely)

## 2.6 Princip robotického dojení s Lely

Schéma dojící sestavy již bylo představeno v předcházející kapitole 1.7. Nyní se podrobněji zaměříme na to, co se děje po vstupu dojnice, do prostoru dojícího robota.

Při vstupu boxu proběhne identifikace dojnice pomocí identifikátoru a poté co stroj zvíře identifikuje, začne probíhat příprava a čištění. Robot nemusí znovu skenovat pozici struků, takže čištění probíhá téměř okamžitě. Po očištění následuje stimulace struků, aby se začal uvolňovat oxytocin. Čištění i stimulace probíhá díky kartáčkům současně.



Obrázek 40: Čištění a stimulace struků (zdroj: autor)

Po očištění se pomocí detekčního systému TDS skenovat spodní část vemene, aby se určila pozice každého jednotlivého struku. Když je provedena detekce, spustí se naváděcí režim, který v přesném pořadí navádí kalíšky na jednotlivé struky.



**Obrázek 41: TDS detekční systém (www.dojeni-roboty.cz, 2015)**



**Obrázek 42: Proces nasazování strukových násadců (zdroj: autor)**

Po nasazení strukových násadců, v přesně daném pořadí, začíná okamžitě proces zkušebních náběrů z každé čtvrti vemene, aby mohla proběhnout analýza mléka.

U robotů Lely je tato analýza zajištěna systémem MQC (Milk Quality Control), u pozdějších modelů MQC-C. Tyto náběry jsou plně odděleny od mléčného potrubí, aby se zamezilo kontaminaci mléka. Poté přichází samotný proces dojení a střídání jednotlivých fází sání a stisku.

Po každém dojení je na každý struk nanesena ošetřující a desinfekční látka, která zajišťuje maximální možné ošetření vemene po dojení.



### 3 Zhodnocení dojicích technologií

V této kapitole jsou uvedeny hlavní rozdíly mezi jednotlivými technologiemi dojení, ve kterých se výrobci dojicích odlišují. V další části této práce je ekonomické zhodnocení farmy využívající dojicího robota a farmy, která využívá klasický typ dojírny.

#### 3.1 Technické aspekty dojicích technologií

Následující tabulka 3 z časopisu *Náš chov* uvádí srovnání mezi dojicími roboty a dojírnami. Dojírny jsou další dostupnou a hojně využívanou technologií v dojení. Původní tabulka uvádí kromě rybinové a rotační dojírny ještě další typy, protože ale dojírny nejsou klasickými dojicími roboty, nebyla jim v práci věnována větší pozornost a proto také pro účely srovnání dojicího robota a klasické dojírny postačí pouze tyto dva typy dojíren, které jsou nejrozšířenější.

Dojírny jsou velmi hojně využívány u velkochovů, kde jsou efektivnější než roboti. Například německá společnost GEA se zabývá výrobou těchto kruhových dojíren.

Tabulka 3: Specifika jednotlivých dojíren (převzato z: *Náš chov*, 2014)

Využitá technologie/dojírna	Rybinová	Rotační/kruhová	Robot
Výkonnost dojení	4-5 kusů	$\frac{\text{počet míst} * 60 \text{ min}}{\text{počet stání}}$	160 dojení/24 hod
Možnost rozšíření	+	-	-
Potřeba prostoru	+	-	+
Pořizovací cena	+	-	-
Kvalita mléka/komfort	+	+	+
Náklady na dojicí techniku	+	-	-
Zootechnický přehled	+	-	+-
Příchod zvířat	skupina	individuální	individuální
Možnost selekce	+	+	+
Kontrola krav a vemene	+	+-	-
Závislost na vnějším klimatu	+	-	-
Komunikace s dojičem	+	+	-

Další tabulka uvádí přehled technologií a technických řešení, která využívají výrobci dojicích robotů. Z této tabulky jsou také patrné rozdíly např. v navádění robotického ramene, nebo rozdíly v systému čištění struků. Tabulka zahrnuje i stručný přehled o energetické náročnosti.

**Tabulka 4 Vybrané parametry dojicích robotů (převzato z: Machálek a kol, 2011a)**

Sledovaný parametr	Výrobce/Smluvní partner v ČR		
	Lely Industries N.V	DeLaval	Fullwood
	AGRO-partner Soběslav, s.r.o.	DeLaval, s.r.o.	Fullwood CZ, s.r.o.
Označení typu	Lely Astronaut	VMS	Merlin
Pohyb dojnic	volný	volný/řízený	řízený
Počet dojicích míst na jedno robotické rameno	1	1	1
Optimální počet dojnic na jedno rameno	až 70	60	65
Systém vyhledávání struků	TDS laser	2 lasery+kamera	Laser
Systém čištění struků	Kartáče	Mycí nástroj	Kartáče
Oddělení prvních stříků mléka	Ano (na začátku dojení)	Ano (v průběhu čištění)	Ano (na začátku dojení)
Detekce a oddělení vadného mléka	Čtvrťové podle barvy a konduktivity	Čtvrťové podle barvy a konduktivity	Čtvrťové dle konduktivity
Stanovení počtu somatických buněk	On-line	On-line OCC	Ne
Spotřeba energie pro podojení 1 krávy v kWh/ za jedno podojení	0,21	0,23	0,2-0,25
Spotřeba vody pro podojení 1 krávy v litrech/ za jedno podojení	3	10	3,1
Typ vývěvy	Dmychadlo	Rotační olejová s regulovanými otáčkami	Rotační olejová
Software pro řízení stáda	T4C	VMS management	Crystal
Vážení dojnic při dojení	Ano	Ne	Ne

Na základě shromážděných dat je zřejmé, že všichni výrobci se liší hlavně v technologii pohánění robotických ramen. Ve třech ze čtyř uvedených případů výrobci k ovládání ramene využívají pneumatické válce. Pomocí nich je zajištěn plynulý pohyb ramene, které na sobě nese strukové násadce, a uvnitř něj jsou vzduchové hadice. Poslední z uvedené skupiny robotů, DeLaval VMS, využívá hydrauliku.

Dalším výrazným rozdílem je odlišná technologie navádění. Dva výrobci využívají navádění laserem, jeden výrobce využívá kombinaci laseru a kamery a poslední z uvedených využívá pouze 3D kameru. Pouze společnost Lely využívá

vážíci podložku, která je zabudována do těla robota a která pomáhá určovat polohu zvířete a zjednodušit tak navádění.

Z obecných požadavků na dojící roboty vyplývá schopnost robota automaticky identifikovat zvířata. Tuto schopnost mají všechny uvedené roboty. Dalším obecně kladeným nárokem na dojící roboty je automatická analýza kvality mléka, která je také dostupná pro všechny výrobce.

Důležitým rozdílem je i možnost rozšíření dojících robotů. Společnost GEA umožňuje v případě potřeby rozšířit jedno dojící stání o tři další. Tuto vlastnost zatím žádný jiný z uvedených robotů nemá.

### 3.2 Ekonomické zhodnocení

Jak je patrné z předchozích kapitol, na trhu je k dispozici velké množství výrobců a dojících technologií. Z příložených tabulek 5 a 6 je zřejmý cenový rozdíl při produkci jednoho litru mléka, avšak cena by neměla být jediný faktor, který rozhoduje o pořízení. Tabulka 9 je umístěna v Přílohách<sup>2</sup>. Z materiálů, které mi pro účely této práce poskytlo nejmenované mlékařské a hospodářské družstvo vyplývá, že v listopadu 2014 byl jeden litr mléka družstvem prodáván zpracovateli za nejvyšší cenu 10,32 Kč/l.

Průměrná cena se pohybovala kolem 9,30 Kč/l. Pokud budeme uvažovat nejvyšší cenu za jeden litr mléka, jednoduchým výpočtem zjistíme, že pokud farma využívá dojící robot, na jednom litru mléka vydělá o 73 haléřů méně.

**Tabulka 5: Rozdíl příjmů dle využití technologie (zdroj: autor)**

<b>Použitá technologie:</b>	<b>X (Kč)</b>	<b>Y (Kč)</b>	<b>Z (Kč)</b>
Dojírna	10,32	5,45	4,87
Dojící robot	10,32	6,18	4,14

**Legenda:**

**X** – cena, za kterou zpracovatelé kupují od zemědělského družstva/farmy jeden litr mléka

**Y** – náklady spojené s produkcí jednoho litru mléka (v těchto nákladech jsou zahrnuty všechny náklady farmy, v případě robota jeho pořizovací cena, cena krmení, ceny energií, ceny personálu atd.). Tyto jednotlivé položky jsou uvedeny v tabulce 9

**Z** – celkový zisk ZD/Farmy z prodeje jednoho litru mléka

<sup>2</sup> Cena 13 250 000 Kč je průměrná cena sestavy 3 robotů, které by byly pro takto velkou stáj využity. Jedná se pouze o přibližné výpočty. Údaje z ní byly použity k vypracování následujících tabulek.

**Tabulka 6: Rozdíl v ročním příjmu z prodeje mléka/ jedno zvíře (zdroj: autor)**

<b>Příjem za jeden litr mléka</b>	<b>Roční příjem farmy při průměrné roční produkci<sup>3</sup></b>
Příjem za jeden litr mléka z dojírny je 4,87 Kč	42856 Kč
Příjem za jeden litr mléka z dojícího robota je 4,14 Kč	36432 Kč

Po odečtení příjmů farmy využívající dojícího robota a farmy, která využívá klasické dojírny, zjistíme, že rozdíl je 6424 Kč/rok, pro jedno zvíře. Každá farma by proto před nákupem dojícího robota měla provést finanční analýzu a určit, jestli je dojící robot pro účely farmy vhodným řešením. Vzhledem k velké ceně robota jde o nezanedbatelnou finanční položku v rozpočtu.

---

<sup>3</sup> Průměrná roční produkce mléka na jednu dojnici je 8800 litrů.

## 4 Budoucnost robotického dojení

Veletrh v Hannoveru, o kterém byla zmínka v úvodních kapitolách, každoročně prezentuje technologie, se kterými se uživatelé budou moci setkat během příštích 4 až 5 let, jedná se tedy o velmi prestižní výstavu. Návštěvu takového veletrhu považují za velký přínos, protože poskytuje možnost setkat se se zástupci jednotlivých firem. Tito zástupci jsou velmi ochotní odpovídat na otázky ohledně svých robotů a případným zájemcům umožní dozvědět se ještě více o svých dostupných produktech.

Po celou dobu vývoje se mnoho firem snaží co nejvíce zjednodušit a zefektivnit produkci. Na tomto veletrhu byly k vidění technologie, které umožňují manažerovi farmy mít neustálý přehled o dojícím robotu i o zvířeti, které se uvnitř robotu právě nachází.

Společnost Lely na svých stránkách [www.lelyt4c.com](http://www.lelyt4c.com) takový program nabízí ke stažení pro mobilní telefony, chytré hodinky smart watch a jak je vidět na následujícím obrázku, tak i pro nově se rozvíjející platformu Google Glass.

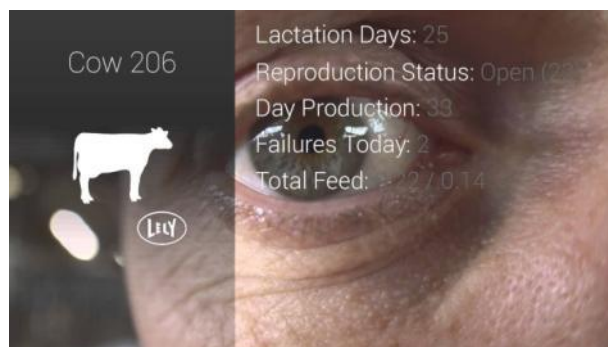
Technologie smartwatch je čím dál víc využívanou technologií, kterou denně používají miliony lidí. Jedná se o hodinky s vlastním operačním systémem, většinou bezdrátově spojené s mobilním telefonem. Jsou to doslova chytré hodinky, které v závislosti na aplikaci mohou uživatele upozornit na předem nastavené změny, v případě T4C třeba na poruchu stroje.

Brýle Google Glass jsou revoluční technologií. Jde o HUD – Head Up Display a zároveň také o "chytré zařízení". Lze je ovládat hlasovými povely, na zobrazovacím krystalku na levé straně brýlí si uživatel může díky touchpadu zabudovanému na straně brýlí prohlížet internet. Stejným způsobem funguje aplikace T4C. Uživatel ihned vidí statistiku, kterou potřebuje a přitom má volné ruce a není vázaný na místnost s počítačem.



**Obrázek 43: InHerd pro Google Glass (zdroj: autor)**

Tento software se jmenuje InHerd, a jeho uživatelské rozhraní je možné vidět na dalším obrázku.

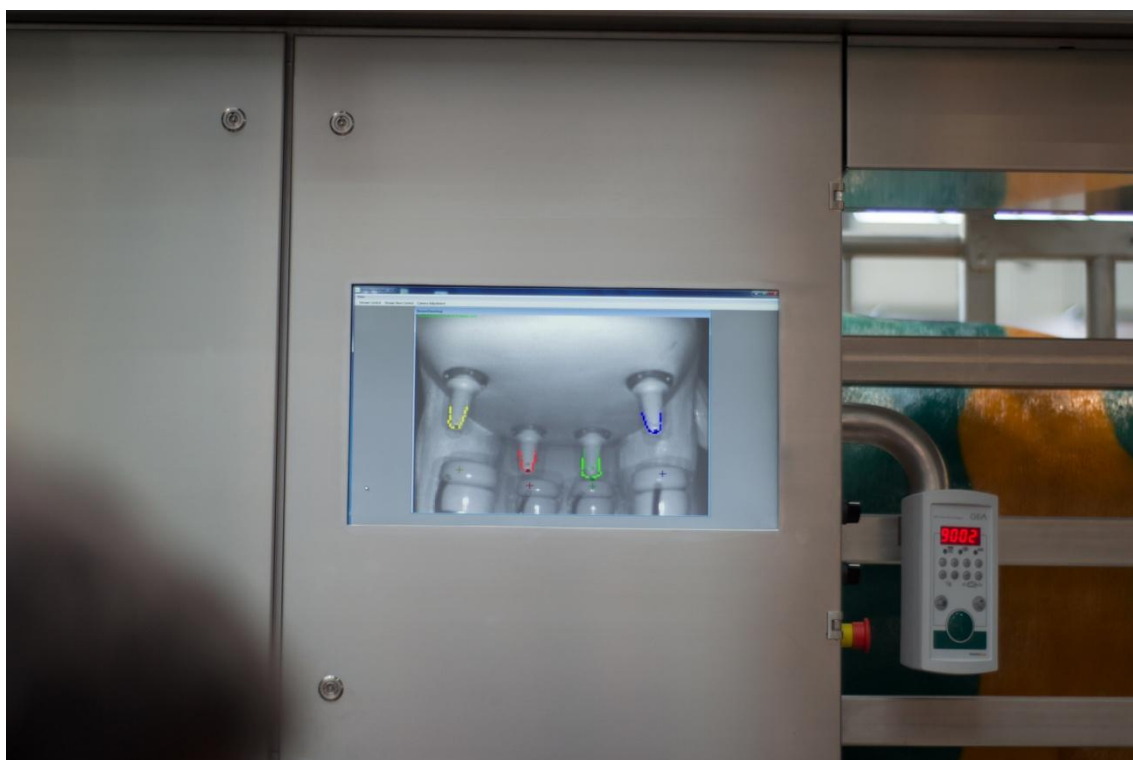


**Obrázek 44: InHerd (www.youtube.com, 2015)**

Cestou online sledování na bezdrátových zařízeních se ubírá mnoho výrobců, například společnost GEA, působící na trhu zemědělských technologií řadu let, jejíž aplikace pro monitoring procesu byla prezentována pomocí tabletu. Její rozhraní bylo velmi intuitivní a připomínalo uživatelské prostředí operačního systému Windows 8, od společnosti Microsoft. Na druhém obrázku je zachycena vizualizace pohledu 3D kamery, který poptává umístění struků, tato technologie slouží pro navádění robotického ramene, které nese modul, se strukovými násadci.



Obrázek 45: Aplikace pro bezdrátová zařízení od společnosti Gea ( zdroj: autor)

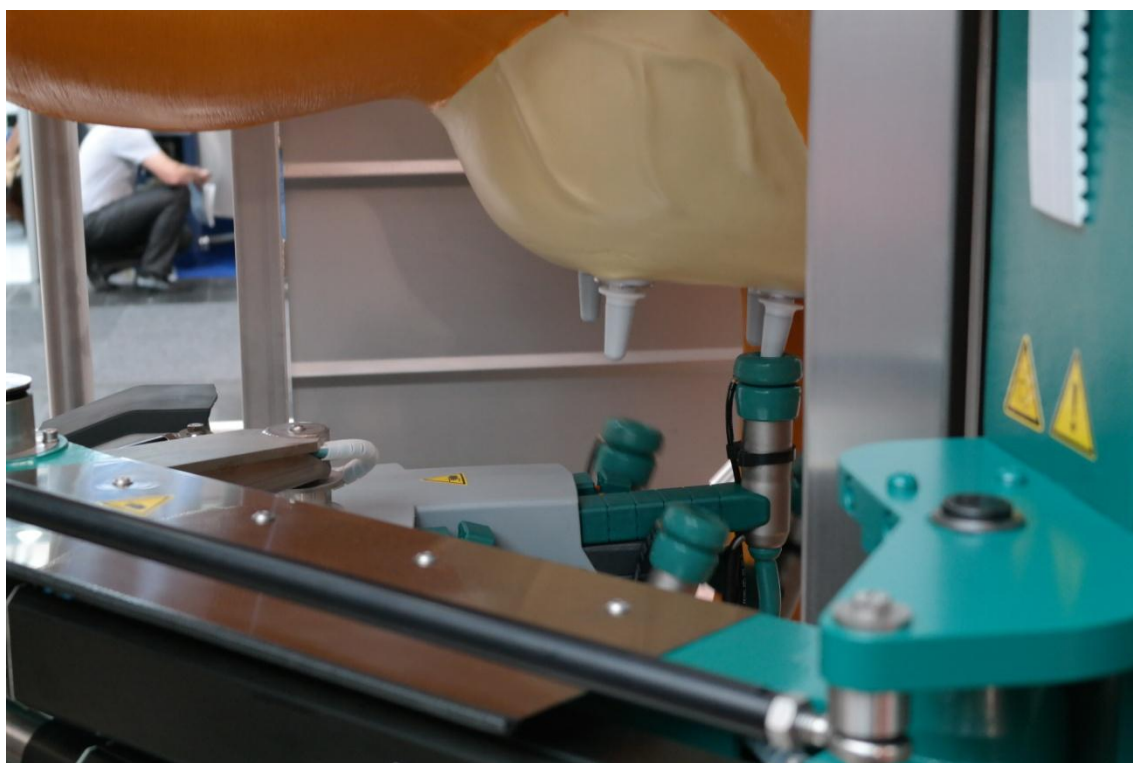


Obrázek 46: Rozpoznávání struků pomocí 3D kamery spol. GEA (zdroj: autor)



**Obrázek 47: Robotické rameno Lely, nesoucí pouzdro se strukovými násadci (zdroj: autor)**

Na obrázku 47 je možné vidět detailní pohled na uložení robotického ramene spolu se strukovými násadci, pokud zrovna dojí robot nepracuje.



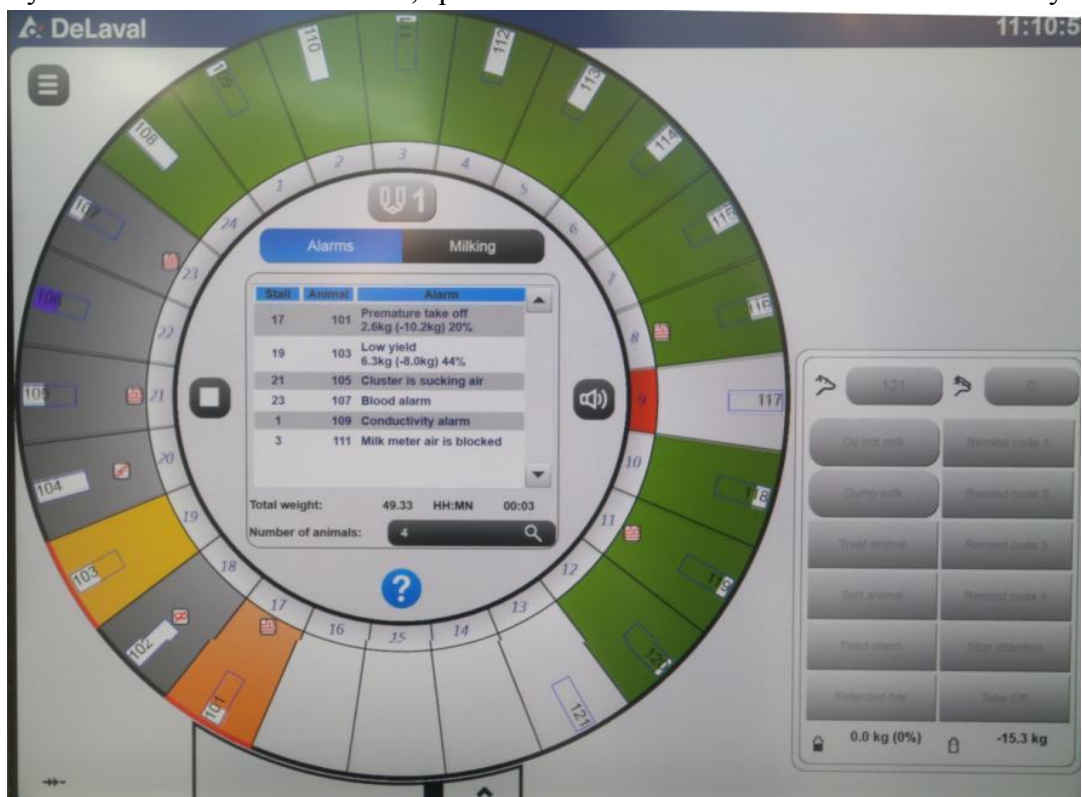
**Obrázek 48: Nasazování strukových násadců robotickým ramenem společnosti GEA (zdroj: autor)**





Obrázek 49: Navádění strukových násadců pomocí laseru; DeLaval VMS (zdroj: autor)

Ze dvou předchozích obrázků je patrný rozdíl v navádění ramene. Společnost GEA využívá k navádění 3D kameru, společnost DeLaval kombinaci laser a 3D kamery.



Obrázek 50: Vizualizace kruhové dojírny pomocí softwaru spol. DeLaval (zdroj: autor)

## 5 Závěr

V předložené diplomové práci jsem se zabýval technologií robotického dojení, historií dojicích robotů, vývojem těchto strojů, srovnáním různých výrobců a jejich modelů dojicích robotů. Z dat, která se mi podařilo shromáždit vyplývá, že dojení pomocí dojicích robotů je nákladnější, než dojení v klasických dojárnách.

Z tohoto závěru plyne, že roboty jsou vhodnější pro střední a menší chovy, kde cenový rozdíl není tak velký, vzhledem k velikosti stáda. Těmto farmám/ družstvům ubude personál potřebný k obstarání dojení, ale zároveň systém poskytne celkový přehled o farmě. Pro velké farmy zatím zůstávají vhodnější například kruhové, nebo rybinové dojírny, které jsou efektivnější s ohledem na počet zvířat, která lze v robotu dojit v jednu chvíli.

Je pravděpodobné, že v budoucnosti se výrobci dojicích robotů zaměří na vývoj více efektivního navádění robotického ramene, resp. nasazování strukových násadců, nebo například na vylepšení analýzy mléka, která by mohla spolu s vývojem robotů poskytovat více informací.

## 6 Citovaná literatura

*Wikipedia*. [Online] [Citace: 5. 4 2015.] Wikipedia.

*Americanartifacts*. [Online] [Citace: 2. 6 2015.]

<http://www.americanartifacts.com/smma/milker/milker.htm>.

Agroekonom. [Online] [Citace: 16. 4 2015.] <http://www.energoekonom.cz/produkty-al-130-m-detail-295>.

ANDRT, M. (2011) *Technika a technologie pro chov zvířat*, Česká zemědělská univerzita, Praha, ISBN 978-802-1321-649.

BOUŠKA, J. a kol. (2006): *Chov dojeného skotu*, Profí Press, Praha, 186 s., ISBN 80-86726-16-9.

Brightclubengineering. [Online] [Citace: 15. 5 2015.]

<http://www.brighthubengineering.com/hvac/58467-constant-pressure-expansion-valve-or-automatic-expansion-valve/>.

Dcengineering. [Online] [Citace: 6. 5 2015.]

[http://www.dcengineering.co.uk/milk\\_cooling.htm](http://www.dcengineering.co.uk/milk_cooling.htm).

Dojeni-roboty. [Online] [Citace: 5. 4 2015.] [http://www.dojeni-roboty.cz/index.php?option=com\\_content&view=article&id=69&Itemid=59](http://www.dojeni-roboty.cz/index.php?option=com_content&view=article&id=69&Itemid=59).

DOLEŽAL, O., J. HLÁSNÝ, F. JÍLEK a kol. (2000): *Mléko, dojení, dojírny*, AGROSPOJ, Praha, 241 s.

DOLEŽAL, O., M. BÍLEK, J. DOLEJŠ (2004): *Zásady welfare a nové standardy EU v chovu skotu*, Výzkumný ústav živočišné výroby, Praha, 70 s., ISBN 80-864-5451-7.

Driml-napajacky. [Online] [Citace: 18. 4 2015.] <http://www.driml-napajacky.cz/cz/mlekarstvi/prislusenstvi-k-dojeni-nahradni-dily/>.

DUBRAVCOVÁ, V. (1992): *Vákuová a ultravákuová technika*, Alfa, Bratislava, 231 s., ISBN 80-050-1090-7.

Eamos.pf.jcu. [Online] [Citace: 15. 5 2015.]

[http://eamos.pf.jcu.cz/amos/kat\\_fyz/modules/low/kurz\\_text.php?identifik=kat\\_fyz\\_7356\\_t&id\\_kurz=&id\\_kap=16&id\\_teach=&kod\\_kurzu=kat\\_fyz\\_7356&id\\_kap=16&id\\_set\\_test=&search=&kat=&startpos=5](http://eamos.pf.jcu.cz/amos/kat_fyz/modules/low/kurz_text.php?identifik=kat_fyz_7356_t&id_kurz=&id_kap=16&id_teach=&kod_kurzu=kat_fyz_7356&id_kap=16&id_set_test=&search=&kat=&startpos=5).

Eurofluid. [Online] [Citace: 1. 10 2015.] <http://www.eurofluid.cz/z187808-pwo-b120thx80-1p-sc-s-2x1-1-2>.

Gea. [Online] [Citace: 6. 6 2015.] <http://www.gea.com/global/en/products/automatic-milking-robot-mione.jsp>.

KEJÍK, C., J. FRYČ (1997): Technika pro živočišnou výrobu II, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno, 153 s., ISBN 80-715-7252-7.

KIC, P., D. NEHASILOVÁ (1997): Dojící roboty a jejich vliv na zdravotní stav mléčné žlázy, Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha, 75 s., ISBN 80-86153-32-0.

Lely. [Online] [Citace: 6. 4 2015.]

[http://www.lely.com/uploads/documents/brochures/dairy/lely\\_astronaut\\_a3\\_next\\_cz.pdf](http://www.lely.com/uploads/documents/brochures/dairy/lely_astronaut_a3_next_cz.pdf).

Lely. [Online] [Citace: 5. 3 2015.] <http://www.lely.com/en/history/our-history>.

Lely. [Online] [Citace: 8. 6 2015.]

[http://www.lely.com/uploads/original/documents/Brochures/Dairy/Astronaut\\_A4/lely-astronaut\\_A4-CZ.pdf](http://www.lely.com/uploads/original/documents/Brochures/Dairy/Astronaut_A4/lely-astronaut_A4-CZ.pdf).

Lely. [Online] [Citace: 5. 6 2015.] <http://www.lely.com/en/milking/used-milking-robots/taurus/robot-models>.

MACHÁLEK, A. a kol. (2011): Příprava dojníc k robotizovanému dojení, Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha, 21 s., ISBN 978-80-86884-64-6.

MACHÁLEK, A. a kol. (2011a): Analýza a metodika hodnocení interakcí systému člověk – zvíře - robot na farmách dojníc, Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha, 49 s., ISBN 978-80-86884-63-9.

Náš chov. Praha: Profi press, 2012, roč. 2012, č. 4. ISSN 0027-8068.

Náš chov. Praha: Profi press, 2014, roč. 2014, č. 2. ISSN 0027-8068.

Nztec. [Online] [Citace: 5. 6 2015.] <http://nzetc.victoria.ac.nz/tm/scholarly/tei-ArnSett-c7-4.html>.

Progressivecattle. [Online] [Citace: 7. 6 2015.]

<http://www.progressivecattle.com/component/content/article?id=3788:the-five-freedoms-of-cattle&catid=93:featured-main-page>.

PŘIKRYL, M. (1997): Technologická zařízení staveb živočišné výroby, Tempo Press II, Praha, 276 s., ISBN 80-901-0520-3.

Tančinová, D. (2008): Strojové dojenie kráv a kvalita mlieka, Slovenské centrum poľnohospodárskeho výskumu, Nitra, ISBN 978-80-88872-80-1. 2008. *Strojové dojenie kráv a kvalita mlieka*. Nitra : Slovenské centrum poľnohospodárskeho výskumu, 2008. 978-80-88872-80-1.

VESELOVSKÝ, Z. (2005): Etologie - Biologie chování zvířat, Academia, Praha, 408 s., ISBN 80-200-1331-8.

Wikipedia. [Online] [Citace: 12. 5 2015.] [http://en.wikipedia.org/wiki/Roots-type\\_supercharger](http://en.wikipedia.org/wiki/Roots-type_supercharger).

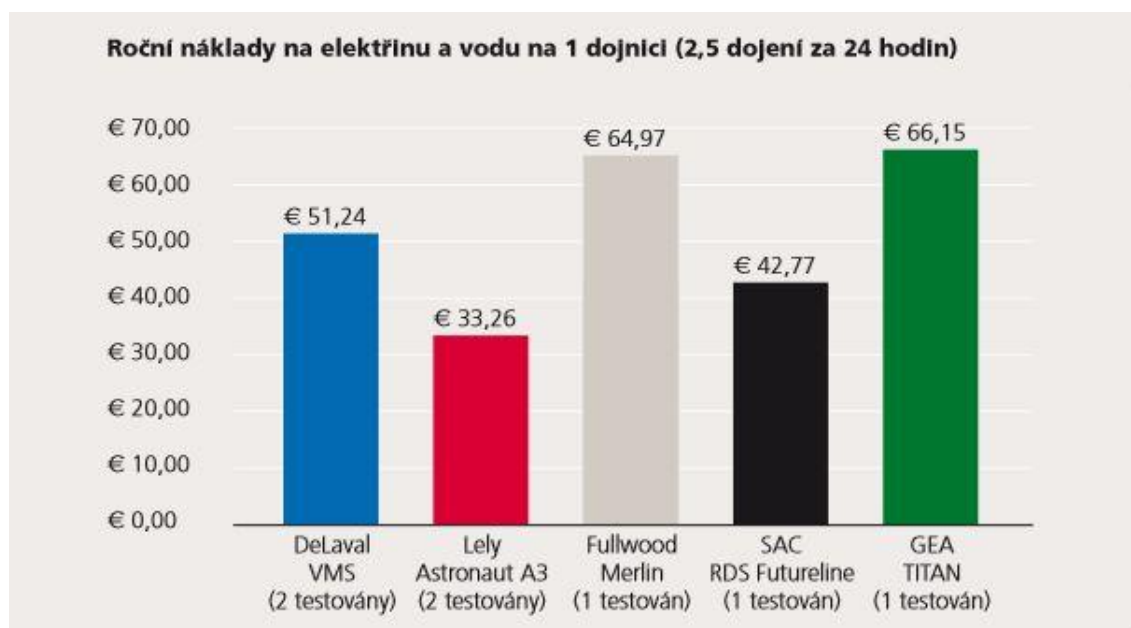
Youtube. [Online] [Citace: 2. 6 2015.]

<https://www.youtube.com/watch?v=ApsSIST8EDs>.

Zootechnika. [Online] [Citace: 5. 3 2015.] <http://www.zootechnika.cz/clanky/chov-skotu/ustajeni-skotu/zaklady-ustajeni-skotu---dojnice.html>.

## 7 Přílohy

Tabulka 7: Roční náklady na energie pro Dojící roboty (www.lely.com, 2015)



Tabulka 8: Přehled nákladů 1 (www.dojeni-roboty.cz)

ZÁKLADNÍ INFORMACE		Dojírna	Robot
Počet dojených krav	ks	195	195
Průměrný roční nádoj jedné dojnice	litr/rok	8800	8800
Brakace krav	%	36	36
Cena vysokobřezí jalovice	Kč	20 000	20 000
Cena vyřazené jalovice	Kč	15 000	15 000
Doba jednoho dojení všech krav	hod.	4	
Počet dojení na 1 dojícím stání při jednom dojení	ks	16	60
Počet dojení za den	dojení/den	2	3
Potřeba lidské práce dojičů na podojení jedné dojnice	jedno dojení/jedné dojnice	2	0,5
Potřeba pomocné lidské práce dojičů na podojení jedné dojnice	jedno dojení/jedné dojnice	1	0,5
Hodinová mzda dojiče	Kč/hod	150	150
Hodinová mzda pomocného personálu	Kč/hod	80	80
Počet dojících stání		14	4
<b>VYBAVENÍ DOJICÍHO STÁNÍ</b>			
Automatická identifikace		1	1
Cena automatické identifikace	Kč	138 000	
Měření množství mléka čtvrtově		0	1
Měření množství mléka celkově		1	0
Cena měření mléka	Kč	140 000	
Měření konduktivity čtvrtově		1	1

Měření konduktivity celkově		0	0
Cena měření konduktivity	Kč	150 000	
Měření počtu somatických buněk		1	0
Cena měření počtu somatických buněk	Kč	100 000	
Měření složení mléka		1	0
Cena měření složení mléka	Kč	90 000	
Automatický odběr vzorků mléka		1	1
Cena zařízení pro odběr vzorků mléka	Kč	32 000	
Automatické stahování strukových násadců čtvrtově		0	1
Automatické stahování strukových násadců společně		1	0
Cena automatického stahování strukových násadců	Kč	28 000	
Automatická dezinfekce strukových násadců		1	1
Cena automatické dezinfekce strukových násadců	Kč	370 000	
Automatická dezinfekce struků po dojení		1	1
Cena automatické dezinfekce struků po dojení	Kč	20 000	
Dávkování jádra při dojení		1	1
Cena dávkování jádra po dojení	Kč	70 000	
Automatické vážení dojnice		0	1
Cena automatické váhy		0	
Cena dojících jednotek	Kč	70 000	
Automatické čištění a dezinfekce dojírny		1	
Cena zařízení pro čištění a dezinfekce dojířního zařízení	Kč	28 000	
Řídicí systémy dojírny a stáda (software + počítač)		1	
Cena řídicího systému dojení a řízení stáda	Kč	200 000	
Cena vybavení dojících stání	Kč	1 436 000	
Cena konstrukce dojících stání	Kč	70 000	
Podtlakové rozvody dojírny včetně vývěvy	Kč	330 000	
Cena dezinfekčního automatu	Kč	28 000	
<b>CENA TECHNOLOGIE DOJENÍ CELKEM</b>	<b>Kč</b>	<b>1 864 000</b>	<b>13 250 000</b>
Zastavěná plocha místa pro tech.dojení	m2/dojící stání	10	20
Zastavěná plocha čekárny pro dojení	m2/dojící stání	54	4
Cena 1 m2 plochy technologie dojení	Kč/m2	10 000	5 000
Cena 1 m2 plochy přeháněcích uliček	Kč/m2	5 000	5 000
<b>CENA STAVBY PRO TECHNOLOGII DOJENÍ</b>	<b>Kč</b>	<b>1 400 000</b>	<b>400 000</b>
Spotřeba ND včetně elektromateriálu na jedno dojící stání/rok	Kč/dojící stání za rok		30 000
Cena ND	Kč/rok		120 000

Spotřeba spotřebního materiálu pro jedno dojící stání/rok	Kč/dojnici za rok		45 000
Cena spotřebního materiálu	Kč/rok		180 000
Spotřeba veterinárních léků na dojnici za rok	Kč/dojnici za rok	800	800
Spotřeba dezinfekčních prostředků	Kč/dojnici za rok	200	231
Cena léků a dezinfekčních prostředků	Kč/rok	195 000	201 000
Doba odpisování budov		25	25
Odpisy budov	Kč/rok	56 000	16 000
Doba odpisování technologie		15	15
Odpisy strojů	Kč/rok	124 267	883 333
Odpisy zvířat základního stáda	Kč/rok	421 200	421 200
Spotřeba el.energie linky na jedno dojení/jednu dojnici	kWh/dojnici za jedno dojení	0,1	0,25
Cena za elektřinu	Kč/kWh	2,8	2,8
Cena za elektřinu za rok	cca 1800 Kč/ks	39 858	149 468
Dodavatelské opravy dojení	cca 1800 Kč/ks	156 000	208 000
Výkony plemenářů	Kč/dojnici za rok	1 900	1 900
Výkony plemenářů	Kč/rok	370 500	370 500
Výkony veterinářů vč. cesty	Kč/dojnici za rok	1 100	1 100
Výkony veterinářů vč. cesty	Kč/rok	214 500	214 500
Mzdy za práci	Kč/rok	901 550	409 256
Soc a zdrav.pojištění	Kč/rok	324 558	147 332
Náklady na krmiva celkem	Kč/dojnici za rok	28 468	31 314
Náklady na krmiva celkem za rok	Kč/rok	5 551 194	6 106 273
Dotace % ceny technologie		0	0
Úspory díky dotacím	Kč	0	0
Finanční náklady	$u=1000\ 000 * 0,13 * (12/12)$	86 400	925 000
Úvěr u banky	Kč	1 000 000	4 000 000
Úročení	%	10	10
Roční úrok z úvěru	Kč	100 000	400 000
<b>Náklady položek ovlivněných technologií dojení</b>	<b>Kč/ litr mléka</b>	<b>5,45</b>	<b>6,18</b>