

ANALÝZA A METODIKA VYHODNOCENÍ RYCHLOSTI NASAZOVÁNÍ STRUKOVÝCH NÁSADCŮ U DOJICÍCH ROBOTŮ

ANALYSIS AND METHODOLOGY OF TEAT CUPS ATTACHMENT AT AUTOMATIC MILKING MACHINES

A. Machálek, J. Šimon, M. Fabiánová

Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i. Praha

Abstract

The teatcups attaching on teats of cow's udder is an operation, which is not difficult for staff at all. In the traditional milking parlours this operation lasts at commonly skilled milkman 10-15 seconds for one cow. In case of automatic milking machines (AMM) in practice called milking robots, the teatcups attaching represents the most demanding operation, for which it was necessary to fabricate a suitable arm, but also think out a suitable algorithm for mounting, which consists in accurate location of a teat in space, guidance of the teatcup to a teat tip and subsequent mounting on the whole teat. In comparison with industrial robots, where the positions of tools and another subjects are defined exactly, often with accuracy hundredths of millimeter, in case of milking robots the position of teats is different at every mounting, because a cow cannot be firmly fixed in robot and udder shape and teat position are changing in the course of lactation. Moreover, for correct milking physiology and limited activity time of oxytocin hormone (cca 4-6 minutes) it is necessary to carry out the mounting as fast as possible. In the Czech Republic were installed in 2010 totally 117 automatic milking machines from 5 manufacturers. Every producer has its own algorithm of attachment, which is strictly concealed as knowhow. In the service instructions there are indicated the limiting shape and dimensional data of udders and teats, on which a milking robot is able to attach the teatcups. In professional literature we can find the data about rate of mounting at particular types of milking robots, but these results are hardly comparable, because they didn't obtained from the same cows. For this reason, the adjustable stand with artificial udder was fabricated in the Research Institute of Agricultural Engineering, p.r.i. On this one will be carried out the objective rate tests of teatcups mounting and produced a methodology for executing of these tests.

Keywords: milking, automatic milking machine, teatcup attachment

Úvod

Nasazování strukových násadců na struky vemene krav je operace, která není pro člověka nikterak náročnou operací. Jak vyplývá z našich měření, v konvenčních dojárnách trvá tato operace u průměrně zručného dojiče 10 – 15 sekund na jednu krávu. U automatických dojicích strojů (automatic milking machine – AMM) v praxi nazývaných dojicí roboty, je nasazování strukových násadců tou nejnáročnější operací, pro kterou bylo nutné nejenom zkonstruovat vhodné rameno, ale vymyslet i vhodný algoritmus nasazování spočívající v přesném zaměření polohy struku v prostoru, navedení strukového násadce na hrot struku a následné nasazení na celý struk. Ve srovnání s průmyslovými roboty, kde jsou polohy náradí a dalších předmětů definovány přesně, mnohdy na setiny milimetru, u dojicích robotů je poloha struků při každém nasazování jiná, protože kráva nemůže být v robotu pevně zafixována a tvar vemene a poloha struků se může v průběhu laktace měnit. Navíc pro správnou fyziologii dojení a omezenou dobu působení spouštěcího hormonu oxytocinu (cca 4 – 6 minut) je nutné, aby nasazení proběhlo v co nejkratší době. Nasazení dojicí soupravy na vemeno by mělo proběhnout do 1 minuty od ukončení přípravy vemene před dojením (TANČÍN et al. 2001). Experimentálně bylo prokázáno, že nevhodnější doba latence od přípravy vemene do nasazení strukových násadců je 45 s (KASKOUS, BRUCK-MAIER 2010). MACIUHOVÁ (2003) však na základě vý-

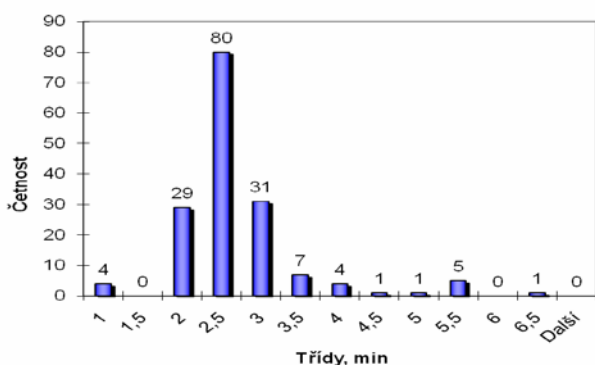
sledků experimentu uvádí, že délka doby nasazování strukových násadců nemá u automatických dojicích systémů negativní vliv na uvolňování oxytocinu a následné spouštění mléka.

Nasazování strukových násadců na vemeno přesto zůstává jedním z nejdůležitějších technických aspektů interakcí člověk-zvíře-robot v chovu dojnic. Z měření provedeného na farmě Slatina nad Úpou vyplývá, že všechny struky byly nasazeny v průměru za 2,43 min od zahájení čištění struků. Na obrázku č. 1 je znázorněn histogram četnosti dob nasazení všech strukových násadců za sledované období. Tato doba byla nejčastěji v intervalu od 2 do 2,5 min, ale vyskytovaly se i případy, kdy tato doba činila přes 6 minut, což z hlediska fyziologie dojení není vhodné.

V ČR bylo v roce 2010 nainstalováno celkem 117 robotizovaných dojicích stání od 5 výrobců [on line]. Každý výrobce má svůj algoritmus nasazování, který pečlivě tají jako know how. V návodech k obsluze jsou pak udávány limitní tvarové a rozměrové údaje vemene a struků, na které je robot schopen strukové násadce nasadit (Tab. 1). V literatuře jsou sice údaje o rychlosti nasazování jednotlivých typů robotů, ale tyto výsledky jsou obtížně srovnatelné, protože nebyly prováděny na stejných kravách. Proto byl ve VÚZT, v.v.i. zkonstruován polohovatelný stojan s umělým vemem (obr. 2), na kterém budou prováděny objektivní testy rychlosti nasazování strukových násadců a byla vytvořena metodika pro provádění těchto testů

T 1 – Požadavky výrobců dojíčích robotů na tvar a rozměry vemene a struků

	Lely	DeLaval	Fullwood
Tloušťka struku	10-40 mm	15-50 mm	15-35 mm
Délka struků	-	30-70 mm	-
Vertikální vychýlení struků	< 30°	< 45°	< 30°
Vzdálenost mezi struky	dvojice zadních > 15 mm, dvojice předních 100-300 mm, předními a zadními 70 mm	> 15 mm	dvojice zadních > 30 mm, dvojice předních 125-300 mm, předními a zadními 70 mm
Vzdálenost mezi hrotem zadního struku a spodní částí vemene	> -50 mm	> 30 mm	> 30 mm
Výška struků nad podlahou	330-760 mm	270-750 mm	min. 350 mm



Obr. 1 Histogram doby nasazení všech strukových násadců u dojíčeho robota Galaxy na farmě Slatina nad Úpou

Materiál a metody

Polohovatelný stojan s umělým vemem umožňuje natáčení vemene v příčné (osa y) i podélné ose (osa x) a nastavení jeho výšky (osa z) od podlahy. Díky tomu můžeme simulovat různé modelové polohy odchylek výšky hrotu struků nad podlahou a vychýlení struků v příčné a podélné ose.

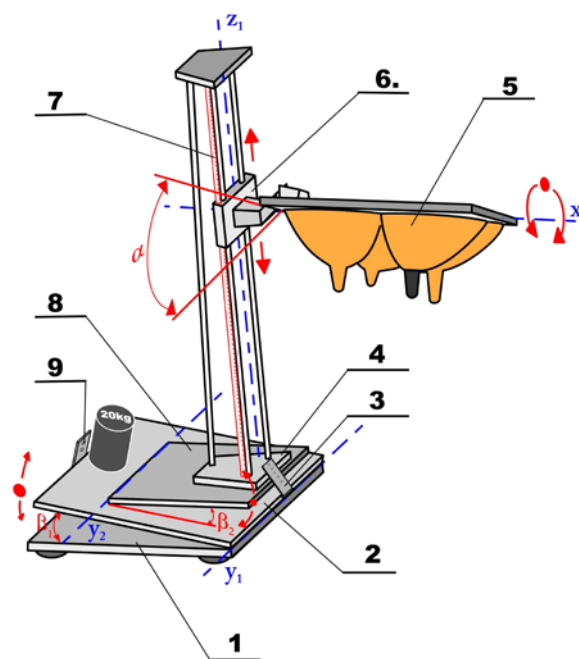
Samotné umělé vemeno (obr. 2) má čtyři různě dlouhé struky v rozmezí 50–90 mm. Jeden struk, dlouhý 75 mm, je obarven na černo. Tloušťka struků je u základny 25 mm a ve vzdálenosti 15 mm od konce hrotu 22 mm.

Mezi levým a pravým strukem v páru je rozestup 70 mm. Pár předních a zadních struků je od sebe vzdálen 85 mm.

Polohovatelné zařízení umožňuje nastavit vychýlení struků okolo osy y_1 a y_2 do úhlu $\pm 30^\circ$, okolo osy x do $\pm 50^\circ$ a maximální podlahovou výšku hrotu struků 750 mm tak, aby bylo vyhověno požadavkům všech výrobců na tvar a rozměry vemene.

Polohovatelný stojan je vyroben z odolného materiálu a pro jeho větší stabilitu je polohovací deska zatížena 20kg závažím. Na boku stojanu je umístěno pásové měřítko umožňující okamžitý odečet podlahové výšky. Pro pohodlné odečítání úhlu natočení v příčné ose je stojan opatřen kovovým úhloměrem, v podélné ose se natočení aretuje předvrtanou pásovinou v kroku po 5° .

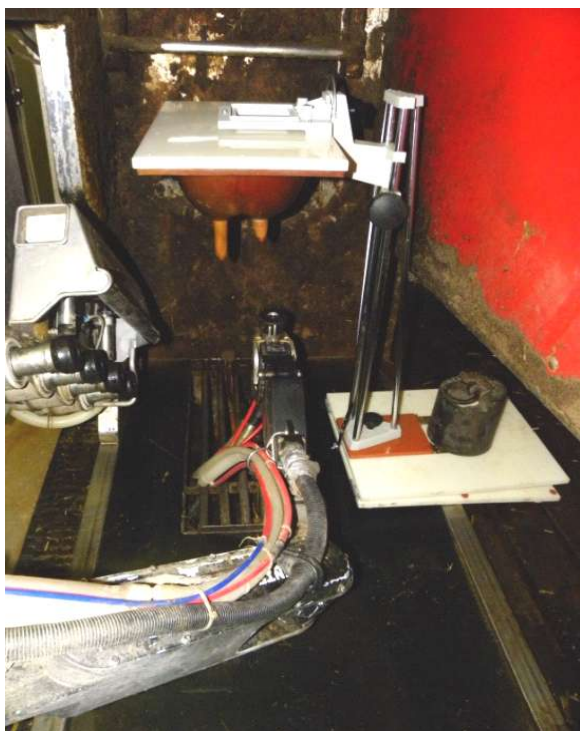
ňující okamžitý odečet podlahové výšky. Pro pohodlné odečítání úhlu natočení v příčné ose je stojan opatřen kovovým úhloměrem, v podélné ose se natočení aretuje předvrtanou pásovinou v kroku po 5° .



Obr. 2 Polohovací stojan s umělým vemem

Legenda:

- 1- spodní pevná deska, 2- střední polohovací deska,
- 3- fixační plech s otvory, 4- základní deska stojanu
- 5- umělé vemeno, 6- posuvný jezdec, 7- metr,
- 8- horní polohovací deska, 9- fixační plech s otvory,
- x – osa okolo které se natáčí umělé vemeno,
- y_2 – osa okolo které se nakloní horní polohovací deska,
- y_1 – osa okolo které se nakloní střední polohovací deska



Obr. 3 Ověřování možnosti využití polohovatelného stojanu s umělým vemenem pro měření rychlosti nasazování strukových násadců u dojicích robotů Galaxy na farmě Slatina nad Úpou

Výsledky

Na základě provozního ověření možnosti využití polohovatelného stojanu s umělým vemenem byla zpracována rámcová metodika provádění zkoušek rychlosti nasazování strukových násadců u dojicích robotů.

Rámcová metodika:

A: Umístění polohovatelného stojanu s umělým vemenem (dále jen stojan) na dojicí stání robotů.

1. stojan v základním nastavení (z-60 cm, úhel $\alpha = 0$, úhel $\beta_1 = 0$, $\beta_2 = 0$) se umístí uprostřed stání ve vzdálenosti 50 cm od zadní stěny stání se základní deskou nasměrovanou do stáje (obr. 3) a zatíženou závažím
2. u dojicích robotů Galaxy je nutné vyřadit z činnosti přítlačný štít
3. u dojicích robotů Lely je nutno zatížit stání závažím cca 15 kg na každém rohu stání (podle těžiště dojnice se určuje poloha vemeny)

B: Příprava robotů na dojení

1. v obslužném programu je nutné vytvořit virtuální krávu (podle volného transponderu)
2. provést simulaci vstupu krávy do robotu (pohybem transponderu u antény)
3. u prvního pokusu provést nastavení robotu jako při prvním vstupu nové krávy

C: Měření doby nasazování

1. provést simulaci vstupu krávy do robotu (pohybem transponderu u antény)
2. po zavření vstupní branky spustit natáčení video kamerou zaměřenou na struky vemeny nejlépe z prostoru před krmítkem (v místě předních nohou krávy)
3. sledovat činnost robotu a po nasazení všech strukových násadců ukončit natáčení videa
4. ukončit činnost robotu
5. opakovat měření na stejné poloze 3x.
6. při stejné výšce vemeny provést změnu úhlu α o $+15^\circ$ ($=$ natáčení vemeny po směru hodinových ručiček z pohledu od vstupní branky)
7. provést další měření (kroky C1- C5)
8. provést měření při úhlech $\alpha +30^\circ, +45^\circ, -15^\circ, -30^\circ, -45^\circ$
9. provést měření při úhlech $\beta_1 5^\circ, 10^\circ, 15^\circ$, úhel $\beta_2 = 0$
10. provést měření při úhlech $\beta_2 5^\circ, 10^\circ, 15^\circ$, úhel $\beta_1 = 0$
11. Snížit výšku vemeny o 15 cm a opakovat měření (C1-C10)
12. Snížit výšku vemeny o 10 cm a opakovat měření (C1-C10)
13. Zvýšit výšku vemeny o 40 cm a opakovat měření (C1-C10)

D: Vyhodnocení měření

1. Pokud to umožňuje obslužný program robotu, stáhnout údaje o dobách nasazování virtuální krávy
2. Pokud není možné realizovat bod D1, je nutné odměřit jednotlivé doby nasazování z videozáznamu
3. Vložit údaje o dobách nasazování jednotlivých struků do databáze k příslušným polohám umělého vemeny
4. Vyhodnotit průměrné doby nasazování jednotlivých struků podle jednotlivých poloh umělého vemeny

Diskuse a závěr

Vhodnost polohovatelného stojanu s umělým vemenem byla ověřeno na farmě Slatina u Kladna (dojicí robot Lely Astronaut A3) a na farmě Slatina nad Úpou (dojicí robot Galaxy).

Použití polohovatelného stojanu s umělým vemenem umožní objektivní porovnání rychlosti nasazování strukových násadců na struky vemeny při dojení krav různými typy dojicích robotů a pomůže zjistit polohy struků, které jsou obtížně nasaditelné. Tyto informace budou cenné nejen pro zootechniky, ale i výrobce robotů ke zdokonalení algoritmů nasazování strukových násadců.

Poděkování

Príspevek vznikl při řešení projektu QH91260 „Výzkum a hodnocení interakcí systému člověk – zvíře – robot v chovu dojníc se zaměřením na zlepšení efektivnosti systému a welfare dojníc“ s podporou Národní agentury pro zemědělský výzkum.

Seznam citovaných prací

KASKOUS, S. - BRUCKMAIER, R. M. (2010) Best combination of pre-stimulation and latency period duration before cluster attachment for efficient oxytocin release and milk ejection in cows with low to high udder-filling levels. *Journal of Dairy Research*, Available on CJO 01 Dec 2010 doi:10.1017/S0022029910000816

MAČUHOVÁ, J.- TANČIN, V. – BRUCKMAIER, R.M. (2003) Oxytocin release and milk removal after delayed or

long-lasting teat cup attachem during automatic milking , *Livestock Science* , 2003, Volume 87, Issue 2, p. 234-244

TANČÍN, V., et al., (2001) Fyziológia získavania mlieka a anatomia vemena. Nitra: VÚŽV Nitra, 2001. 122 s. ISBN 80-88872-13-8

[on line] URL:< <http://www.dojeni-roboty.cz/> >
[cit.2010-12-27]

Abstrakt

Nasazování strukových násadců na struky vemene krav je operace, která není pro člověka nikterak náročnou operací. V konvenčních dojárnách trvá tato operace u průměrně zručného dojiče 10 – 15 sekund na jednu krávu. U automatických dojicích strojů (automatic milking machine – AMM), v praxi nazývaných dojicí roboty, je nasazování strukových násadců tou nejnáročnější operací, pro kterou bylo nutné nejenom zkonstruovat vhodné rameno, ale vymyslet i vhodný algoritmus nasazování spočívající v přesném zaměření polohy struku v prostoru, navedení strukového násadce na hrot struku a následné nasazení na celý struk. Ve srovnání s průmyslovými roboty, kde jsou polohy nářadí a dalších předmětů definovány přesně, mnohdy na setiny milimetru, u dojicích robotů je poloha struků při každém nasazování jiná, protože kráva nemůže být v robotu pevně zafixována a tvar vemene a poloha struků se může v průběhu laktace měnit. Navíc pro správnou fyziologii dojení a omezenou dobu působení spouštěcího hormonu oxytocinu (cca 4 – 6 minut) je nutné, aby nasazení proběhlo v co nejkratší době. V ČR bylo v roce 2010 nainstalováno celkem 117 robotizovaných dojicích stání od 5 výrobců. Každý výrobce má svůj algoritmus nasazování, který pečlivě tají jako know how. V návodech k obsluze jsou pak udávány limitní tvarové a rozměrové údaje vemen a struků, na které je robot schopen strukové násadce nasadit. V literatuře jsou sice údaje o rychlosti nasazování jednotlivých typů robotů, ale tyto výsledky jsou obtížně srovnatelné, protože nebyly prováděny na stejných kravách. Proto byl ve VÚZT, v.v.i. zkonstruován polohovatelný stojan s umělým vemenem, na kterém budou prováděny objektivní testy rychlosti nasazování strukových násadců a vytvořena metodika pro provádění těchto testů.

Klíčová slova: dojení, automatický dojicí stroj, nasazování násadců

Kontaktní adresa
Ing. Antonín Machálek, CSc.
Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i.,
Drnovská 507, 16101 PRAHA 6
email: antonin.machalek@vuzt.cz
tel.: +420 233 022 268