

LÜPSJA TÖÖ RASKUSASTE JA ENERGEETILINE KOORMATUS MASINLÜPSIL

B. Reppo, I. Lindsaar

Lehmade lüpsmise tehnoloogialiin kujutab endast biotehnilist süsteemi inimene-masin-loom, kus lüpsjale mõjuvad töökeskkonna erinevad koormusfaktorid. Masinlüpsi viisi ja lüpsi ratsionaalse tehnoloogia soovitamisele või valikule eelneb kasutusel olevate tehnoloogialiinide uurimine, uurimistulemuste analüüs ning võrdlushinnang. Tavaliselt tehakse hinnang tehnilis-majanduslike näitajate (töökindlus, kasutamise lihtsus, tööaja- ja kasutuskulud jne.) alusel. Praegusel ajal on aru saadud, et tehnoloogiate selline võrdlushinnang ei ole täiuslik, kuna ei võeta arvesse inimese töö raskusastet ehk tema energeetilist koormatust töökeskkonna poolt.

Eesmärgil määrata lüpsjate töö raskusaste uuriti nende energeetilist koormatust töötamisel erineva arvu lüpsimasinatega ämbrisse-, torusse- ja platsillüpsil.

Metoodika

Lüpsjate energeetilist koormatust töökeskkonnaga uuriti erineva suurusega (12...290 lehma) talu- ja ühistufarmides lüpsil ämbrisselüpsiseadmega, kasutades ühte ja kahte lüpsimasinat, torusselüpsiseadmega (kolm, neli ja viis lüpsimasinat) ning 1×5, 2×4, 2×5, 2×6, 2×7 ja 2×8 lehmakohaga lüpsiplatsil. Lüpsjatena töötasid vähemalt viieaastase erialakogemustega 40...49-aastased naised (tabelid 1 ja 2).

Töö raskusaste määrati lüpsjal uurimise käigus mõõdetud keskmise ja suurima pulsiseduse järgi. Rahvusvahelise Tervishoiuorganisatsiooni (WHO) poolt heaks kiidetud töö raskusastmete liigituse järgi (Tuure, 1991) määrati summaarne energeetiline koormatus e. töötaja summaarne energiakulu ajahükkus (S), mis sisaldab füsioloogiliseks tarbeks vajavat energiakulu (F) ning otseselt töökoormuse ületamiseks vajalikku energiakulu (T):

$$S = F + T.$$

Garpenteri järgi sõltub organismi füsioloogiliseks tarbeks kuluv energia inimese soost, massist, pikkusest ja vanusest ning on määratav nais- ja meestöötaja kohta vastavalt (Tuure, 1995):

$$F_n = 1,934 + 0,0278G + 0,00538H - 0,0136V \text{ kJ/min,}$$

$$F_m = 0,193 + 0,0400G + 0,01454H - 0,0196V \text{ kJ/min,}$$

kus G – mass kg;
H – pikkus cm;
V – vanus aastates;
1 kJ/min = 16,66 W.

Pulsisageduse mõõtmiseks kasutati aparaadikomplekti "Polar Sport Tester", mis koosnes saatjast (andurist) ja vastuvõtjast (testrist). Saatja kinnitati lüpsja kehale südametsoonis ja vastuvõtja käe peale. Vastuvõtja salvestas pulsiseduse kohta tulevat infot 5- või 15-sekundilise intervalliga. Vastavalt sellele omas tester 2,5- või 8-tunnise mälumahu. Mõõdetud pulsisedused salvestati testrist "Interface'i" abil arvutisse. Kasutades arvuti andmete töötlemisprogrammi saadi erineva lüpsitehnoloogiaga lautades töötavate lüpsjate pulsiseduste statistilised read ja diagrammid ning lüpsjate pulsiseduse minimaal-, maksimaal- ja kesk- väärtused. Uurimistulemuste statistilisel töötlemisel määrati standardhälve σ ja standardviga s (Kiviste, 1999).

Arvutist printitud pulsiseduste diagramme täiendati lisaskaaladega, mis kergendavad keskmise hapnikukulu O_2 (l/min), summaarse energiakulu S (W) ja tööraskusastme muutuse jälgimist töö vältel.

Rööbiti pulsiseduse mõõtmisega pildistati ajalisel lüpsjate tööd kronoloogilises järjekorras (osaliselt ka filmiti videokaameraga), mis võimaldas hiljem tulemusi kõrvutades teada saada pulsiseduse väärtust igal tööoperatsioonil, seega välja selgitada need töövõtted ja –asendid, mis nõuavad töötajatelt eriti suurt energiakulu.

Uurimistulemused

Selgus, et masinlüpsi erinevate tehnoloogiate korral on lüpsjate energeetiline koormatus küllaltki erinev. Võrreldes lüpsiautomaatikaga ja pneumovintsiga varustatud torusselüpsiseadmel isegi nelja lüpsimasinaga lüpsmist ämbrisselüpsil kahe lüpsimasinaga kasutamise, on näha (tabel 1), et torusselüpsil on lüpsja energeetiline koormatus otseselt tööga (109 W) tunduvalt väiksem kui ämbrisselüpsi puhul (149 W). Juhtrööbaste kasutamine lüpsimasinate teisaldamiseks koormab lüpsjat vähem (137 W) kui käes kantavate lüpsimasinatega lüpsil (199 W).

Tabel 1. Lüpsja töö raskusaste ja energeetiline koormatus ämbrisse- ja torusselüpsil
Table 1. Milkers work load rate and energy load by pail milking and pipeline milking

Näitajad <i>Indices</i>	Ämbrisse <i>Pail milking</i>		Torusse laudas <i>Pipeline in cowhouse</i>			
	12	17	31	204	51	100
Lehmi / Cows						
Lüpsimasin / Apparatus						
- lüpsi juhtimine <i>guiding</i> - nisalt ära võtmine <i>taking off teats</i> - teisaldamine <i>transferring</i> - arv <i>number</i>	- - <i>hand control</i> käsitsi <i>manual</i> 1	- - <i>hand control</i> käsitsi <i>manual</i> 2	- - <i>hand control</i> käsitsi <i>manual</i> 3	lüpsiauto- maatika <i>automatic</i> pneumo- vints <i>pneumatic</i> käs <i>manual</i> 4	lüpsiauto- maatika <i>automatic</i> pneumo- vints <i>pneumatic</i> käs <i>manual</i> 5	lüpsiauto- maatika <i>automatic</i> pneumo- vints <i>pneumatic</i> juhtrööpal <i>handle bar</i> 5
Lüpsja / Milker - sugu <i>sex</i> - mass, kg <i>weight</i> - pikkus, cm <i>height</i> - vanus, a. <i>age</i>	naine <i>woman</i> 90 164 40	naine <i>woman</i> 80 178 41	naine <i>woman</i> 55 170 42	naine <i>woman</i> 74 164 41	naine <i>woman</i> 59 163 43	naine <i>woman</i> 98 165 41
Pulsisagedus, lööki minutis <i>Pulse rate beats min</i> - väikseim <i>lowest</i> - suurim <i>highest</i> - keskmine <i>medium</i>	75 119 97	91 132 114,5	93 144 115,5	80 125 99	102 147 123	88 131 109,5
Standardhälve, σ <i>Standard deviation</i>	16,02	9,21	8,15	15,02	9,4	12,7
Standardviga, s <i>Standard error</i>	0,77	0,57	0,38	0,93	0,45	0,61
Töö raskusaste <i>Work load rate</i>	K-KR	KR-R	KR-R	K-KR	KR-R	KR-R
Energeetiline keskmine koormatus, W <i>Energy mean load, W</i> - summaarne <i>total</i> - füsioloogiline <i>physiological</i> - otseselt tööga <i>working load</i>	178 80 98	220 71 149	225 63 162	180 71 109	264 65 199	220 83 137

Töö raskusaste (keskmise – suurima pulsisageduse järgi): K – kerge, KR – keskmiselt raske, R – raske, VR – väga raske

Working load rate: K – easy, KR – medium difficult work, R – difficult work, VR – very difficult work (medium – highest pulse rate accordingly)

Tabel 2. Lüpsja töö raskusaste ja energeetiline koormatus platsillüpsil
Table 2. Milkers work load rate and energy load by parlour milking

Näitajad / Indices						
Lehmi / Cows	22	27	40	210	290	198
- lüpsiplatsi suurus <i>size of milking parlour</i>	1 × 5	2 × 4	2 × 5	2 × 6	2 × 7	2 × 8
Lüpsimasin / Apparatus - lüpsi juhtimine <i>guiding</i> - nisalt ära võtmine <i>taking off teats</i> - arv <i>number</i>	lüpsiauto- maatika <i>automatic</i> <i>pneumatic</i> 5	lüpsiauto- maatika <i>automatic</i> pneumo- silinder <i>pneumatic</i> 8	lüpsiauto- maatika <i>automatic</i> pneumo- silinder <i>pneumatic</i> 10	lüpsiauto- maatika <i>automatic</i> pneumo- silinder <i>pneumatic</i> 12	lüpsiauto- maatika <i>automatic</i> pneumo- silinder <i>pneumatic</i> 14	lüpsiauto- maatika <i>automatic</i> pneumo- silinder <i>pneumatic</i> 16
Lüpsja / Milker - sugu <i>sex</i> - mass, kg <i>weight</i> - pikkus, cm <i>height</i> - vanus, a. <i>age</i>	naine <i>woman</i> 80 164 42	naine <i>woman</i> 75 172 42	naine <i>woman</i> 67 160 48	naine <i>woman</i> 68 166 44	naine <i>woman</i> 62 158 40	naine <i>woman</i> 70 164 43
Pulsisagedus, lööki minutis <i>Pulse rate beats min</i> - väikseim <i>lowest</i> - suurim <i>highest</i> - keskmine <i>medium</i>	82 116 95	69 108 86	65 108 86	98 119 78	74 138 106	91 155 123
Standardhälve, σ <i>Standard deviation</i>	7,38	8,41	8,37	6,76	6,98	6,16
Standardviga, s <i>Standard error</i>	0,3	0,35	0,64	0,23	0,22	0,24
Töö raskusaste <i>Work load rate</i>	K-KR	K-KR	K-KR	K-KR	KR-R	KR-VR
Energeetiline keskmine koormatus, W <i>Energy mean load, W</i> - summaarne <i>total</i> - füsioloogiline <i>physiological</i> - otseselt tööga <i>working load</i>	175 74,48 100,52	154 72,9 81,1	151 66,7 84,4	187,5 82,3 105,2	180 66 114	264 69 195

Töö raskusaste (keskmise – suurima pulsisageduse järgi): K – kerge, KR – keskmiselt raske, R – raske, VR – väga raske

Working load rate: K – easy, KR – medium difficult work, R – difficult work, VR – very difficult work (medium – highest pulse rate accordingly)

Platsillüpsil lüpsjate keskmise pulsisageduse järgi määratud summaarne koormatus oli 151...264 W piirides, otseselt tööga olid kõige enam koormatud 2×8 platsi lüpsjad (195).

Lüpsiautomaatikaga ja nisakannude altvõtuseadmega varustatud lüpsiseadmete puhul on lüpsja töö raskusaste, määratuna keskmise pulsisageduse järgi, kerge ja keskmiselt raske, kuid mõnel juhul üleminekuks raskeks. Suurema arvu lehmakohtadega platsil (2×7 ja 2×8) on töö raskusaste juba keskmiselt raske kuni isegi väga raske (tabel 2). Siit ilmneb, et suurematel (alates 2×7) lüpsiplatsidel muutub lüpsja töö intensiivseks. Ta pole suuteline ajaliselt oma tööga toime tulema ning ootele jäävad masinad-lehmad (Reppo jt., 1999).

Kokkuvõte

Pulsitestriga mõõdetud pulsisageduse kaudu määrati lüpsjatel töö raskusaste ja vastavalt sellele töökeskkonna poolt mõjuv energeetiline koormatus. Lüpsiautomaatikaga ja nisakannude altvõtuseadmega varustatud torusselüpsiseadmete puhul on lüpsja töö raskusaste keskmise pulsisageduse järgi kerge ja keskmiselt raske. Juhtrööbaste kasutamine lüpsimasinate teisaldamiseks koormab lüpsjat vähem (137 W) kui käes kantavate lüpsimasinatega lüpsil (199 W).

Lüpsiplatsidel suurusega kuni 2×6 lehmakohta on lüpsja töö raskusaste kerge üleminekuks keskmiselt raskeks. Suurema lehmakohtadega platsil (2×7 ja 2×8) on töö raskusaste juba keskmiselt raske kuni isegi väga raske. Töö muutub intensiivseks ning lüpsja pole suuteline ajaliselt oma tööga toime tulema, ootele jäävad masinad-lehmad.

Kirjandus

Kiviste, A. Matemaatiline statistika MS Excel'i keskkonnas. – Tallinn, 1999. – 86 lk.

Reppo, B., Leola, A., Lindsaar, I., Nurmsalu, A. Milking Parlour Size, Capacity and Milker's Energy Load. – Actual Tasks on Agricultural Engineering. Proceedings 27. International Symposium on Agricultural Engineering. – Opatija, Croatia, 1999, 231...236.- (27) (CAB).

Tuure, V.-M. Maatilan töiden fyysisen kuormittavuuden määrittäminen. Työtehoseuran julkaisuja 322. Helsinki, 1991. – 130 s.

Tuure, V.-M Työympäristö kylmissä pihatoissa. Helsingin yliopisto. Maatalousteknologian julkaisuja 18. Helsinki, 1995. – 143 s.

Uurimistöö on tehtud Eesti Teadusfondi rahalisel toetusel, grant nr. 4103.

Milker's Work Load Rate and Energy Load by Machine Milking

B. Reppo, I. Lindsaar

Summary

A milker's work load rate and accordingly the milker's energy load caused by the working environment were measured through her pulse frequency with a pulse tester. Milking automation and teacups take-off equipment by pipeline milking caused the milker's easy or medium difficult work load rate, estimated by the medium pulse rate. Using of handle bars to remove the milking machines burdens the milker less (137 W) when compared to milking with the carried milking machines (199 W).

The milker's work load rate is easy with the transition from medium to difficult on the milking parlours with size 2×6 cowplaces. On the parlour with a greater number of cowplaces (2×7 and 2×8) the milker's work load rate is medium difficult or very difficult. The labour becomes very intensive and the milker is not capable of doing her work in time, the machines and cows remain waiting.