

## RESERVUAARJAHUTI MKA 2000L-2A JA TANKJAHUTITE EFEKTIIVSUS PIIMA JAHUTAMISEL FARMIS

E. Must

**SUMMARY: Efficiency of milk cooling by reservoir cooler MKA 2000L-2A and tankcoolers in farms.** The Reservoir Cooler MKA 2000L-2A is a low-price (15 Estonian crowns/l) milk cooler, but its capacity (2000 l) is too small for large-scale farms, cools bulky milk too slowly in the farms of 200 and 300 cows, lacks units of heat recovery and automatic washing and needs large floor space for utilization as large-scale farms must use 2...4 units. The Reservoir Cooler is suitable for cooling milk in cattle-sheds for 100 cows.

New effective milk cooling tanks are of great importance in production of low bacterial count of milk as the increase of bacterial count of milk during cooling and storing in these tanks is avoided. Temperature of milk is at the end of the morning milking 4...6 °C and milk cools down to the temperature of 4 °C within 0.1...0.5 hours. All coolers satisfy the milk temperature and cooling duration requirements of European Communities and Standard ISO 5708, established for milk coolers.

Depending on the size of cattle-shed a milk cooling tank of corresponding capacity, must be used under consideration that it must enable to transport milk from farm to dairy if necessary, every other day. There has to be supply of sufficiently hot (60 °C) water in the farm for washing the tank because automatic cleaning units except cleaning unit of tank KT 5000 do not warm up washing solution.

Reservuaarjahutiga MKA 2000L-2A jahutati meil piima laialdaselt endiste suurmajandite farmides. See seade oli siis meil kõige parem piimajahuti (vt. Agraarteadus, nr. 4, 1991 ja ELVTUI teaduslike tööde kogumik 65). Uusi reservuaarjahuteid MKA 2000L-2A on kasutusele võetud ka nüüd ühistute, aktsiaseltside ja riigimajandite farmides ning talude suurtes lautades. Samaaegselt seatakse üles ja antakse käiku hulgaliselt mitmete välisfirmade piimajahutustanke. Tekkis küsimus, kumb seade on parem, kas reservuaar- või tankjahuti. Selleks selgitati välja mõlema seadme efektiivsuse näitajad ja võrreldi neid.

### Uurimise meetodika

Koguti farmides kohapeal andmeid reservuaar- ja tankjahutite kohta valmistajafirmade, markide, mahtude ja maksumuste arvestuses.

Toruselüpsiseadmega ja lüpsiplatsiga farmides jahutati piima tehniliselt korras seadmetega. Katseid tehti reservuaarjahutiga MKA 2000L-2A, Rootsi firma *Alfa Laval Agri AB* piimajahutustankidega HCA 6000, CH 4850 (vt. joonis 1), CH 4000, CH 3200 ja CH 2600, Saksamaa firma *Westfalia Separator AG* tankiga GFSTE 5000, Hollandi firma *Impulsa Etscheid GmbH* tankiga KT 5000, Saksamaa endise firma *Impulsa AG* tankiga CFST 2110, Hollandi firma *Meko Holland B.V.* tankidega O-1500 ja O-500 ning Taani firma *RÜ-KA Industrie* tankiga RK 600/2.

Mõõdeti piima temperatuuri õhtul lüpsi lõpul ning hommikul enne lüpsi ja lüpsi lõpul. Tehti kindlaks piima jahutamise kestus lüpsi lõpust.

Piima reservuaar- ja tankjahutid lülitati tööle 1 tunni möödumisel esimese lüpsi algusest, sest vähese piimakoguse (alla 10% tanki mahust) korral töötades võivad piimajahutil tekkida tehnilised rikked.

Piimas bakterite üldarvu suurenemise selgitamisel esimese lüpsi algul piima seisemisel lüpsisoojana reservuaarjahutis ja tankides enne seadme käivitamist ühe tunni vältel tehti laboratoorne katse. Selleks võeti laudast äsjalüpsitud piima steriilsesse kolbi, mis laboratooriumisse toomise ajal seisis lüpsisoojana temperatuuril 31,5...35 °C 0,7 tundi. Laboratooriumis pandi piim steriilsesse katsutisse ning asetati termostaadis olevasse veega täidetud ja

**Joonis 1.** Rootsi firma Alfa Laval Agri AB piimajahutustank CH 4850 AS Adavere Agro Veski farmis  
**Figure 1.** Milk Cooling Tank CH 4850 of Swedish firm Alfa Laval Agri AB on the farm Veski of AS Adavere Agro

termomeetriga varustatud keeduklaasi. See moment võeti katse alguseks. Keeduklaasis hoiti sooja ja külma vee lisamisega kogu katse kestel vee temperatuur  $30 \pm 1$  °C piires, sest piima temperatuur oli enne seadme käivitamist kuni 29,8 °C. Laboratooriumisse jõudmisel ja katse algusest 1 tunni möödumisel määrati piimas bakterite üldarv.

Kogu jahutamise ja säilitamise ajal igapäevasel veol piima bakterite üldarvu suurenemise kindlakstegemisel võeti piima steriilsetesse katsutitesse reservuaarjahutisse ja tankidesse voolamisel ning hommikul lüpsi lõpul jahutitest ja tankidest. Piimaproove säilitati analüüsimiseni termosos jäävees. Piima bakterite üldarv määrati laboratooriumis vastavalt Eesti standardile EVS 649:1994 *Piim ja piimatooted. Bakterite arvu määramine*.

Tehti kindlaks reservuaarjahuti ja piimatankide pesemis- ja desinfitseerimisainete nimetused ning pesemislahuste kontsentratsioonid ja temperatuurid pesemise lõpul. Kasutati pesemisaineid *Alfa Alkal*, *Alfa Cid*, *Alfa Budget*, *Trosilin extra*, *P3-duelit*, *Aamupesu*, *Iltapesu*, *Neomoscan M*, *Niroklan GR*, *Virkku* ning fosforhapet ja naatriummetasilikaati kontsentratsioonis 0,4...1% ning desinfitseerimisaineid *Kloriiti-Forte* ja *Suma* klooritablette. Automaatse pesemistsükli kestus oli 30...60 min.

Reservuaarjahuti ja piimatankide sisepindade puhtust pärast pesemist määrati tamponprooviga (puhas – 56...70 palli, vähe määratud – 42...55 palli, määratud – 14...41 palli) ja kolibakterite indikaatorpaberiga (kolilaadsete bakterite arv indikaatorpaberil 0...5 – 15 palli, 6...25 – 10 palli ja üle 25 – 2 palli), kokku maksimaalselt 85 palliga. Kolibakterite indikaatorpabereid inkubeeriti pärast proovi võtmist temperatuuril 43 °C 12 tundi.

Mõõdeti elektrienergia kulu piima jahutamisel. Arvutati piimajahutite 1 liitri mahu maksumus ja elektrienergia kulu 1 tonni piima kohta.

## Uurimistulemused

Uurimistulemused näitasid, et torusselüpsiseadmetega 100 lehmaga laudas jahtub lüpsi-soe piim reservuaarjahutis MKA 2000L-2A küllaldase kiirusega. Piima temperatuur oli õhtul lüpsi lõpul 7,7 °C ja enne hommikust lüpsi 4,3 °C. Jahtunud õhtusele piimale hommikuse

lüksisooja piima lisamisel tõusis kahe lüpsi segupiima temperatuur 6,5 kraadini ja segupiim jahtus edasi temperatuurini 4 °C lüpsi lõpust 0,6 tunniga.

Mõnevõrra aeglasemalt jahtus lüksisoe piim kahe 2×5 lehmakohaga lüpsiplatsiga 300 lehmaga farmis nelja reservuaarjahutiga MKA 2000L-2A jahutamisel. Kummalgi lüpsiplatsil õhtul esimeses ja hommikul teises reservuaarjahutis jahutamisel oli piima temperatuur lüpsi lõpul 8,8 °C ja piim jahtus edasi temperatuurini 4 °C lüpsi lõpust 0,8 tunniga.

Piima temperatuur oli kõrge ja langes aeglaselt 200 lehmaga konservatiivne torusselüksiseadmega laudas, kus ühte reservuaarjahutisse MKA 2000L-2A voolas ühel lüpsil kogu lauda lüksisoe piim. Piima jahutamisel õhtul esimeses ja hommikul teises reservuaarjahutis oli piima temperatuur lüpsi lõpul 13,2 °C ja langes temperatuurini 4 °C lüpsi lõpust 1,8 tunniga (tabel 1).

**Tabel 1.** Uurimistulemused lüksisooja piima jahutamisel reservuaarjahutiga MKA 2000L-2A  
**Table 1.** Results of study of cooling udder-warm milk by the Reservoir Cooler MKA 2000L-2A

Lehmade arv laudas ja lüksiviis <i>Number of cows in the cowshed and way of milking</i>	Piima temperatuur, °C / <i>Temperature of milk, °C</i>			Piima jahutamise kestus lüpsi lõpust temperatuurini 4 °C, h <i>Cooling continuation from the end of milking to the temperature 4 °C, hours</i>
	õhtul lüpsi lõpul <i>at the end of evening milking</i>	hommikul / <i>in the morning</i> enne lüpsi <i>before milking</i>	lüpsi lõpul <i>at the end of milking</i>	
100 lehma, torusselüks <i>100 cows, Pipeline Milking</i>	7,7	4,3	6,5	0,6
200 lehma, torusselüks <i>200 cows, Pipeline Milking</i>	13,2	4,3	8,8	1,8
300 lehma, 2 lüksiplatsi 2×5 <i>300 cows, 2 Parlours 2×5</i>	8,8	4,3	6,6	0,8

Seevastu tankides jahtus piim 100, 200 ja 300 lehmaga farmides kiiresti ja oli madala temperatuuriga. Piima temperatuur oli igapäevasel veol õhtul lüpsi lõpul 4,1...8,3 °C, enne hommikust lüpsi 3...6,4 °C ja hommikul lüpsi lõpul 4...6,5 °C ning piim jahtus temperatuurini 4 °C lüpsi lõpust 0,1...0,5 tunniga.

Andmetest nähtub, et reservuaar- ja tankjahutid rahuldavad piima temperatuurilt ja jahutamise kestuselt piimajahutite kohta kehtestatud standardi ISO 5708 ja Euroopa Liidu nõudeid. Standardi kohaselt peab esimese lüpsi lüksisoe piim jahtuma temperatuurini 4 °C vähemalt 2,5 tunniga. Järgneva lüpsi lüksisooja piima lisamisel ei või segupiima temperatuur tõusta üle 10 °C ning see piim peab jahtuma temperatuurini 4 °C vähemalt 0,8 tunniga.

Laboratoorsed katsed näitasid, et esimese lüpsi algul reservuaar- ja tankjahutites 1 tunni vältel lüksisoojana temperatuuril 30 °C seisnud piimas bakterite arv ei suurene. Nelja katse keskmine bakterite üldarvu suurenemise kordarv oli 0,99.

Kogu jahtumise ja säilitamise ajal reservuaarjahutis ja tankides igapäevase veo korral ei suurene piimas bakterite arv. Bakterite arv piimas oli tankidesse voolamisel keskmises piimaproovis kõigest 1,6% suurem kui tankides hommikul lüpsi lõpul.

Piimas oli baktereid reservuaarjahutisse MKA 2000L-2A voolamisel 182 tuh. ja reservuaarjahutis hommikul lüpsi lõpul 173 tuh./ml, tanki HCA 6000 korral tanki voolamisel 55 tuh. ja tankis hommikuse lüpsi lõpul 54 tuh./ml, tanki CH 4850 korral vastavalt 14 tuh./ml, tanki CH 4000 puhul 52 tuh. ja 51 tuh., tanki CFSTE 5000 korral 16 tuh. ja 17 tuh., tanki CFST 2110 puhul 12 tuh. ja 13 tuh., tanki O-1500 korral 29 tuh. ja 31 tuh., tanki KT 5000 puhul 254 tuh. ja 253 tuh. ning tanki O-500 korral 48 tuh. ja 44 tuh./ml.

**Tabel 2.** Eestis kasutusele võetud välisfirmade piimajahutustankide efektiivsuse näitajad  
**Table 2.** Efficiency indicators of the foreign firm milk cooling tanks, taken in to use in Estonia

Jrk. nr. <i>No of order</i>	Majandi ja farmi nimetus <i>Name of farm and cow- house</i>	Tanki <i>Tank</i>			Piima bakterite üldarv, tuh./ml <i>Total bacterial count of milk, thous./ml</i>		Pesemis- lahuse tempera- tuur <i>pesemise lõpul, °C Temperature of the washing solution at the end of washing, °C</i>	Tanki sisepinna puhtuse hinne, palli <i>Estimate of cleanness of tank inner side surface, marks</i>			Piima temperatuur, °C <i>Temperature of milk, °C</i>			Piima ja- hutamise kestus lüps- si lõpust tempera- tuurini 4° C, h <i>Milk cooling duration to the tem- perature of 4° C from the end of milking, h</i>	Elektri- energia kulu, kWh/t <i>Consump- tion of electricity energy, kilowatt- hour/t</i>
		mark <i>make</i>	maksumus tuh. kr. <i>cost thous. Estonian crowns</i>	1 l mahu maksumus kr. <i>cost of 1 l capacity Estonian crowns</i>	tanki voolamisel keskmises proovis into tank in the average sample	tankis lõpust hommikul in the tank at the end of the morning milking		tam- poon- proovi alusel by swab test	kolilaadsete bakterite arvu (0...5) alusel kolibakterite indikaator- paberil by number of coliform bacteria (0...5) on the indicator paper	kokku <i>total</i>	õhtul lüps- lõpul <i>at the end of the evening milking</i>	enne hommikust lüps- lõpul <i>before the morning milking</i>	hommikul lüps- lõpul <i>of morning milking</i>		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<b>Venemaa firma Kurganselmaš</b>															
1	Tartu Riigimajand, Rahinge	MKA 2000L-2A	30	15	182	173	43	70	15	85	7,7	4,3	6,5	0,6	18,0
<b>Rootsi firma Alfa Laval Agri AB</b>															
2	OÜ Väätša, Ülejõe	HCA 6000	275	46	55	54	41	70	15	85	8,3	3,1	6,5	0,5	–
3	AS Adavere Agro, Veski	CH 4850	250	52	14	14	29	70	15	85	4,6	3,2	4,3	0,1	–
4	AS Kindlus	CH 4000	218	55	52	51	30	70	15	85	4,5	3,3	4,3	0,1	–
5	AS Melliste, Poka	CH 3200	180	56	–	23	–	70	15	85	5,7	3,1	4,6	0,1	–
6	PÜ Põlva, Laane	CH 2600	156	60	–	124	–	70	15	85	4,6	3,0	4,0	–	–

Tabeli 2 järg / Table 2 continue

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<b>Saksamaa firma <i>Westfalia Separator AG</i></b>															
7	PÜ Sürgavere, Kabila	CFSTE 5000	230	46	16	17	30	70	15	85	4,1	3,1	4,1	0,1	16,5
<b>Hollandi firma <i>Impulsa Etscheid GmbH</i></b>															
8	OÜ Pilstvere, Pilstvere	KT 5000	293	29	254	253	52	70	15	85	5,5	5,2	4,7	0,1	15,8
<b>Saksamaa firma <i>Impulsa AG</i></b>															
9	Vana-Võidu KPMK, Vana-Võidu	CFST 2110	176	83	12	13	34	70	15	85	4,5	3,0	4,9	0,2	16,9
<b>Hollandi firma <i>Meko Holland B.V.</i></b>															
10	PÜ Torma, Tõnumetsa	O-1500	297	48	29	31	45	70	15	85	4,3	3,9	4,2	0,1	–
11	Talu Oti- Kiisa, Kiisa	O-500	120	57	48	44	43	70	15	85	5,4	6,4	5,2	0,2	–
<b>Taani firma <i>RØ-KA Industrie</i></b>															
12	Jäneda ÕNK, Jäneda	RK 600/2	85	141	–	22	38	70	15	85	5,6	3,2	4,9	0,2	16,2

Reservuaarjahuti ja kõik piimatankid olid pärast pesemist väga heas sanitaarses seisundis. Tankide sisepindadelt võetud tampoonproovid olid visuaalsel hindamisel puhtad ja koliladseid baktereid kolibakterite indikaatorpaberiga määramisel ei esinenud. Seetõttu hinnati tankide sisepindade puhtust maksimaalse arvu (85) pallidega, 70 palli tampoonproovi alusel ja 15 palli koliladsete bakterite arvu alusel kolibakterite indikaatorpaberil. Pesemislahuse temperatuur oli ettenähtust ( $50 \pm 5$  °C) madalam reservuaarjahutil ja 90% piimatankidel. Pesemislahuse temperatuur oli pesemise lõpul reservuaarjahutil 43 °C, tankil CH 4850 29 °C, tankidel CH 4000 ja CFSTE 5000 30 °C, tankil CFST 2110 34 °C, tankil RK 600/2 38 °C, tankil HCA 6000 41 °C ja tankil O-500 43 °C. See oli tingitud farmide halvast varustatusest kuuma veega, sest tankide pesemisautomaadid võtavad pesemiseks kuuma vett lauda veevärgist. Ainult tankil KT 5000 oli pesemislahuse temperatuur nõuetele vastav, pesemise lõpul 52 °C, sest pesemisautomaat soojendab pesemise ajal pesemislahust.

Elektrienergiakulu piima jahutamisel tankidega oli väike, 16,3 kWh ühe tonni piima kohta, mis on 9% väiksem kui reservuaarjahutil MKA 2000L-2A (18 kWh/t) ja 1,7...2,6 korda väiksem kui Eestis kasutusel olevatel jääveega piimajahutusseadmetel. Tankide külmutusseadmete heitsoojusega sai farmides soojendada pesemiseks kasutatavat vett. See vähendas energiakulu kuuma vee tootmisel. Soojuse regeneratsiooni seade oli enamikul tankidel kasutusele võetud.

Kõige odavam oli reservuaarjahuti MKA 2000L-2A, kõigest 15 krooni 1 liitri mahu kohta. Suhteliselt odavad olid ka firmade *Alfa Laval Agri AB*, *Meko Holland B.V.*, *Westfalia Separator AG* ja *Impulsa Etscheid GmbH* piimajahutustankid – 46...60 krooni 1 liitri tanki mahu kohta. Kõige kallim, 141 kr./l, oli firma *RÜ-KA Industrie* tank RK 600/2, mis on tingitud tanki mitmekordsest edasimüümisest (tabel 2).

## Kokkuvõte

Reservuaarjahuti MKA 2000L-2A on odav (15 kr./l) piimajahuti, kuid tema maht (2000 l) on suurfarmide jaoks väike, jahutab aeglaselt suuri piimakoguseid 200 ja 300 lehmaga farmides, puudub soojuse regeneratsiooni ja automaatne pesemisseade ning vajab 2...4 jahuti kasutuselevõtu tõttu suurt põrandapinda. Reservuaarjahuti on sobiv piima jahutamiseks 100 lehmaga laudas.

Uute efektiivsete piimajahutustankide tähtsus madala bakterite arvuga piima tootmisel on suur, kuna nendes piima jahutamise ja säilitamise ajal bakterite arv ei suurene. Piima temperatuur oli hommikul lüpsi lõpul 4...6,5 °C ja piim jahtus temperatuurini 4 °C lüpsi lõpust 0,1...0,5 tunniga. Kõik jahutid rahuldavad piima temperatuurilt ja jahutamise kestuselt Euroopa Liidu ja standardi ISO 5708 nõudeid.

Olenevalt lauda suuruselt tuleb kasutusele võtta vastava mahuga piimajahutustank arvestusega, et see võimaldaks vajaduse korral farmist piima ära vedada ka ülepäeviti. Tanki pesemiseks peab olema farmis küllaldaselt kuuma (60 °C) vett, sest tankide pesemisautomaadid, välja arvatud KT tankid, pesemislahust ei soojenda.