

ENERGIEBESPARING BIJ HET KOELEN VAN MELK¹⁾

Ing. M. A. Wiersma

Ook in de veehouderij is het energieverbruik aanzienlijk gestegen. Dit komt door de toename van de mechanisatie. Het moderne veebedrijf wordt onder andere gekenmerkt door meer of minder geautomatiseerde melkwinningsapparatuur en een melkkoeltank. De traditionele energiebronnen worden schaarser en de energieprijzen stijgen. Daarom komt er steeds meer belangstelling voor een zo effectief mogelijk gebruik van de energie. Hierbij komt ook energiebesparing in de vorm van warmteterugwinning uit melk aan de orde.

Energieverbruik bij de melkwinning

Bij de melkwinning vragen vooral de koeling en de warmwaterbereiding veel energie. De hiervoor benodigde apparaten hebben een hoge aansluitwaarde, bovendien zijn ze vaak op hetzelfde tijdstip in werking. Hierdoor hebben we rondom de melktijd te maken met een piek in het verbruik, die soms oploopt tot 90% van de maximale belasting van het bedrijf. Daarom kunnen in gebieden, waar nog niet alle bedrijven beschikken over een melkkoeltank, dure netverzwaringen nodig zijn.

Voor het koelen van de melk rekent men momenteel met een energieverbruik van ca. 1,5 kWh per 100 kg melk. Voor de warmwaterbereiding kan een verbruik van ongeveer 10,2 kWh per 100 liter water worden aangehouden. De berekening daarvan is als volgt. Om 100 liter water op te warmen van 10°C naar 80°C zijn 29307,6 KJ nodig. Het rendement van een elektrische boiler is 80%. 1 kWh levert 3600 KJ. Voor verwarming van 100 liter water is dus nodig

$$\frac{29307,6 \times 100}{3600 \times 80} = 10,2, \text{ kWh.}$$

Voor een bedrijf van 60 melkkoeien met een gemiddelde jaarproductie van 5500 kg zouden de kosten voor koeling en warmwaterbereiding er uit kunnen zien als in tabel 1 weergegeven is.

Voor dit bedrijf komen de kosten voor koeling en warmwatervoorziening neer op een bedrag van 50 cent per 100 kg melk.

Bij de normale koelinstallaties wordt warmte uit de melk aan de omgeving afgestaan en gaat dus in feite verloren. Er wordt namelijk voor het merendeel met lucht gekoeld. Een goede ventilatie van het melklokaal is daarbij noodzakelijk. Bij het aantrekken van warmere lucht is het rendement van de koelmachine lager dan bij het aantrekken van koelere lucht. Ook de plaats van het rooster voor de koelmachine speelt hierbij een rol (zonzijde of schaduwkant).

¹⁾ Het onderzoek is uitgevoerd in samenwerking met de heren ing. J. Brouwer (MOC) en ing. H. J. Staal (NIZO).

Tabel 1 Voorbeeld berekening van de kosten voor koeling en warmwaterbereiding van een bedrijf van 60 melkkoeien.

Koeling/cooling

3300 x 1,5 kWh = 4950 kWh		
3500	x 15 ct ¹⁾	= f 525,—
1450	x 10 ct ²⁾	= f 145,—
		f 670,—

Warmwaterbereiding/hot water preparing

7500 x 10,2 kWh = 7650 kWh		
7650	x 10 ct ²⁾	= f 765,—
	huur per jaar voor 2 boilers van 120 l ³⁾	= f 215,—
		f 980,—
Totaal		f 1650,—

Table 1 Example of calculation costs for cooling and hot water preparing for a farm with 60 dairy cows (prices in guilders)

¹⁾Dagtarief/day charge
²⁾Nachttarief/night charge
³⁾rent for 2 boilers of 120 l

Met voorcoeler energiebesparing

Om het energieverbruik te verminderen zou gedacht kunnen worden aan het installeren van een voorcoeler. In dit geval stroomt de melk door een apparaat, waarbij het koelwater in een tegengestelde richting gaat. Op deze manier kan de melk afgekoeld worden tot bijv. 20%. Dit betekent, dat de helft van de warmte uit de melk via de voorcoeler wordt afgevoerd.

De resterende warmte moet dus door de koelmachine worden afgevoerd, die voor dit koeltraject iets meer energie verbruikt. Hierdoor is de besparing aan energie op ca. 40% te stellen. Bij een verhouding melk:water = 1:2 warmt het water op van bijv. 10°C naar 18°C. Dit water kan gebruikt worden als drinkwater voor het vee. Bij gebruik van een voorcoeler kan met een koelaggregaat van geringere capaciteit worden volstaan. Bij aanschaf van een koeltank kan daardoor soms zoveel worden bespaard, dat de voorcoeler daarmee kan worden betaald.

Op dit moment worden de volgende twee typen voorcoolers toegepast.

Platen koelers

Deze nemen weinig plaatsruimte in en de oppervlakte voor het koelen is gemakkelijk uit te breiden en aan te passen. Het nadeel kan zijn, dat door de verhoogde weerstand soms een tweede melkpomp moet worden ingezet voor het reinigen van de installatie.

Buizenkoelers

Deze zijn vaak vrij lang per sectie (3 à 4 meter). De melk wordt door één of enkele pijpen gevoerd waaromheen het koelwater in tegengestelde richting stroomt. De weerstand is geringer, de reiniging geeft weinig of geen problemen. In enkelvoudige uitvoering is de capaciteit per sectie relatief laag. Belangrijke punten, waarop gelet dient te worden zijn: waterdruk, capaciteit melkpomp, patroon van melkaanvoer, patroon van waterafname en eventuele noodzaak van waterbuffertank.

Warmtepompsysteem

Bij het koelen van melk met behulp van een koelmachine komt veel warmte vrij en wordt aan de buitenlucht afgestaan. Om deze warmte nuttig te kunnen gebruiken wordt dit in de doorstroomcondensor of in een speciaal ontwikkelde warmtepompcondensor aan water overgedragen. Aan dit zogenaamde warmtepompsysteem dient vanzelfsprekend elektrische energie te worden toegevoegd. In het geval dat een warmtepompcondensor wordt gebruikt zelfs meer dan normaal.

Gesteld kan worden dat 0,8 à 1 liter water van ca. 55% wordt geleverd bij het koelen van 1 liter melk. Bij voorgekoelde melk wordt deze hoeveelheid warm water ongeveer gehalveerd. Dit water moet dan wel nog verder worden opgewarmd tot 75 à 80°C met behulp van een ingebouwd elektrisch element of een normale boiler.

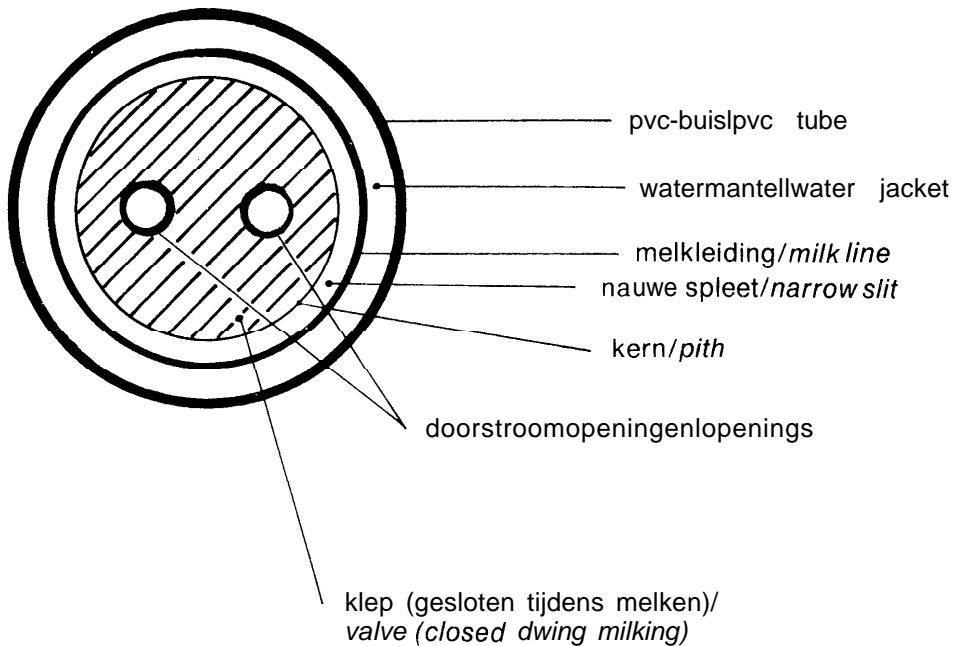
Door de koelmachine als warmtepomp te laten werken, kan een besparing van 70% worden verkregen op elektrische energie voor het bereiden van warm water. Wanneer de elektrische boiler wordt vervangen door een olie- of gasgestookte boiler, kan de warmwaterbereiding aanzienlijk voordeliger zijn. Het rendement van deze boiler is wel lager, maar vooral de brandstofprijs zal in dit opzicht positief werken. Bekeken dient te worden wat de verwarming van water met de warmtepomp kost ten opzichte van de normale wijze van verwarmen met elektra, gas of olie.

Voorkoeler op Waiboerhoeve

Bovengenoemde ontwikkeling was de aanleiding om op afdeling 4 te starten met het onderzoek van een voorkoeler. Het melken vindt plaats in een twaalfstands draaimelkstal met schuine standen. De stal is voorzien van meetglazen en automatische afname-apparatuur. De melk wordt via een hoogliggende melkleiding vanuit het midden van de draaimelkstal afgevoerd naar het buiten de melkstal gelegen melkopvanggedeelte en daarna in de koeltank (8000 ltr.) gepompt. Er worden ongeveer 100 koeien gemolken, die voornamelijk in de herfstmaanden afkalven.

Eenvoudige voorkoeler

De rentabiliteit van de in de handel gebrachte voorkoelers wordt nadelig beïnvloed door de vaak hoge prijs. Daarom is door het NIZO (Nederlands Instituut voor Zuivel Onderzoek) een voorkoeler ontwikkeld, die dermate eenvoudig is dat deze in principe door een installateur kan worden samengesteld en aangelegd. Deze voorkoeler bestaat



Figuur 1 Schema van de voorcoeler op ware grootte (de kern is in de melkleiding aangebracht)
 Figure 1 Fullsized scheme of the pre-cooler (the pith is fitted into the milkline)

uit een watermantel om de melkleiding en een holle buis (kern) met klep, voorzien van 2 kleine doorstroomopeningen in de melkleiding (zie figuur 1).

Bij het melken is de klep gesloten. De melk uit de draaimelkstal wordt dan per inhoud van het melkmeetglas afgevoerd en wordt grotendeels door de nauwe spleet tussen melkleidingwand en kern gevoerd en geeft daardoor warmte af aan het water. Een deel van de melk stroomt door de kern die als buffer fungeert. Wanneer er geen melk vanuit een melkmeetglas wordt aangevoerd, staat de melkstream in de voorcoeler stil en kan warmte-uitwisseling plaatsvinden. De klep wordt tijdens het reinigen van de installatie opgezet.

Temperatuurwaarnemingen

In de aanloofase werden enkele temperatuurmetingen gedaan. Hierbij bleek, dat de melk kon worden voorgekoeld tot 20°C. Omdat de voorcoeler vóór de melkpomp was geplaatst, trad er botervorming op in het opvangglas, waardoor het filter verstopt raakte. Dit probleem kon worden opgelost door de spoelklep in het melkopvangglas tijdens het melken in de spoelstand te zetten, zodat de melk verdeeld langs de wand in het glas kwam.

Afvoer van melk uit melkstal via voorcoeler

De installatie was zodanig ontworpen, dat een vlotte afvoer van de melk uit de meetglazen mogelijk zou zijn. De afvoersnelheid was in de aanloopfase als gevolg van luchtlekage in de melkinstallatie zelfs lager dan gepland was. Door de klep in de kern half te openen, werd een redelijke afvoer van de melk uit de glazen verkregen, ten koste van een minder goed koeffect.

In de melkmeetglazen waren voor het begin van de proef vlotterafsluiters ingebouwd om het meezuigen van lucht tegen te gaan. Luchtinslag kan namelijk een nadelige invloed hebben op het gehalte aan vrije vetzuren en geeft een hoge afvoersnelheid. In eerste instantie functioneerden de afsluiters niet goed. Ze werden vervangen door afsluiters in een andere uitvoering, die wel goed werkten.

Er is geen vervuiling van de voorcoeler opgetreden, wat werd aangetoond door de kwaliteits gegevens van de melk en door het nemen van spoelmonsters.

Gerealiseerde besparing

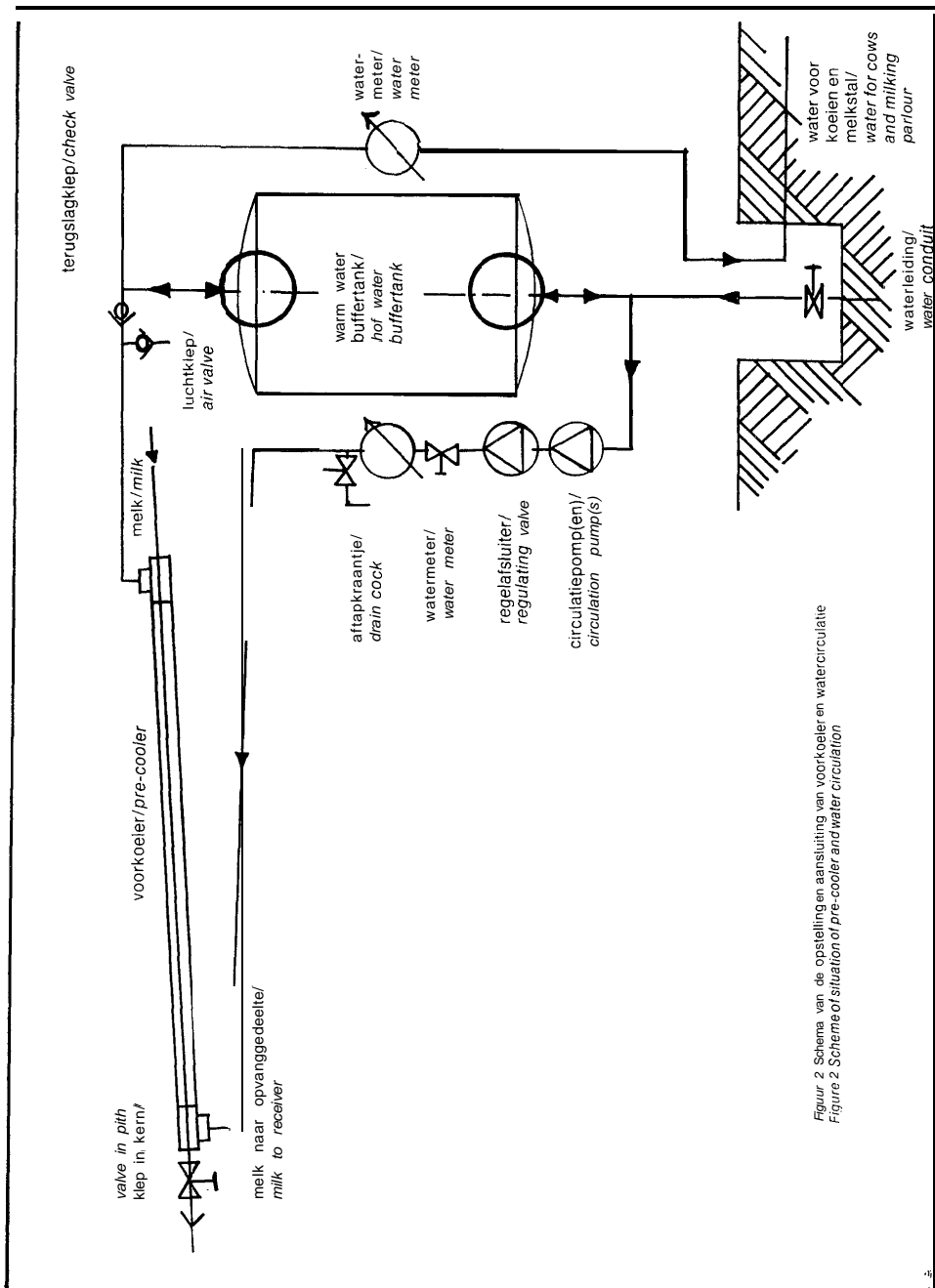
Regelmatig werd het stroomverbruik van de melkkoeltank nagegaan. In de eerste plaats bleek, dat verschil in omgevingstemperatuur van invloed was op het energieverbruik van de koelinstallatie. De besparing, die op de energiekosten werd verkregen, liet te wensen over, wat een direct gevolg was van de eerder genoemde lekkages. Bij goed functioneren van de melkapparatuur en bij koeling tot 20°C, wordt een besparing van 40 à 45% verwacht.

Waterverbruik van de voorcoeler

Het water, dat nodig was voor de voorcoeler, werd betrokken vanuit een buffertank met een inhoud van 2000 liter. Deze tank was nodig omdat met leidingwater moest worden gekoeld en omdat de zelfdrinkers in de stal direct op het waterleidingnet waren aangesloten.

Door twee circulatiepompen werd het koude water onderuit de tank door de voorcoeler gepompt en vervolgens weer bovenin de tank ingelaten (zie fig. 2) Bovenin de tank bevond zich tevens de aansluiting van de drinkwaterleiding voor de melkkoeien en van de leiding naar de melkstal, waar dit water werd gebruikt voor het wassen van uiers en het schoonspuiten van de melkstal met aangrenzende ruimten. Werde vanuit de de buffertank water afgenomen via deze bovenste leiding, dan werd dit automatisch aangevuld met koud water uit de waterleiding.

Dagelijks werd ongeveer 1350 liter water afgenomen in de melkstal. Daarnaast dronken de koeien bij volledige weidegang nog 2,5 liter per koe per dag, wanneer ze gedurende het melken in de ligboxenstal verbleven. Dit was in de zomer bij 's nachts opstallen 10 liter per koe per dag. Werden de koeien in de herfst volledig opgestald, dan werd gemiddeld 50 liter water per koe per dag gedronken.



Figuur 2 Schema van de opstelling en aansluiting van voortkoeler en watercirculatie
 Figure 2 Scheme of situation of pre-cooler and water circulation

Figuur 2 Schema van de opstelling en aansluiting van voortkoeler en watercirculatie
 Figure 2 Scheme of situation of pre-cooler and water circulation

Samenvatting

Bij de melkwinning vragen vooral de koeling en warmwaterbereiding veel energie. Voor het koeien van melk rekent men momenteel met een energieverbruik van 1,5 kWh per 100 kg melk. Om 100 liter water op te warmen van 10 naar 80°C met behulp van een elektrische boiler is het verbruik ongeveer 10,2 kWh. Op een bedrijf van 60 melkkoeien zullen de kosten voor koeling en warmwaterbereiding ongeveer f 0,50 per 100 kg melk bedragen.

Om het energieverbruik te verminderen zijn er de volgende mogelijkheden:

- Goede ventilatie van het melklokaal
- Plaatsing koelaggregaat op schaduwzijde
- Toepassen van een voorcoeler
- Vervangen van elektrische boiler door gas- of oliegestookte boiler
- Gebruik maken van een „warmtepompsysteem”

Ervaringen op de Waiboerhoeve geven aan, dat het gebruik van een voorcoeler, geplaatst voor het melkopvanggedeelte van een draaimelkstal niet altijd zonder problemen was. Gezocht wordt naar mogelijkheden om deze problemen op te lossen.

Summary

With milking especially cooling and hot water preparing require much energy. For cooling of milk 1,5 kWh per 100 kg of milk is necessary. For heating 100 l of water from 10 to 80°C with an electric boiler 10,2 kWh is needed. On a farm with 60 dairy cows the costs for cooling and hot water preparing are about f 0,50 per 100 kg of milk.

For saving of energy the following measures are possible.

- Good ventilation of room with milk tank
- Refrigerating unit in shade
- Pre-cooling (with water)
- Replacement of electric boiler by gas or oil heated boiler
- Using a “heat pump system” (cooling water is used with hot water preparing)

Experiences on the experimental farm Waiboerhoeve showed that applying a pre-cooler, situated before the milk receiver of the rotary milking parlour, was not always successful. It will be tried to solve these problems.

Literatuur:

1. Spoorenberg, Ir. H.A.J.M. en E.P. van Rijsbergen. Elektrische belasting en elektriciteitsverbruik van melkveebedrijven met 25-200 koeien. Landbouwmechanisatie (1936) 9 (september).
2. Ubbels, Ir. J. Toepassing van de warmtepompen en voorcoelers bij de koeling van de melk en de warmwatervoorziening op de boerderij. (Lezing voor melkwinningssadviseurs, Gouda 25 november 1977).