

Rapport 167

Energiemonitoring op melkveebedrijven in Oost-Gelderland

Juni 1997



Energiemonitoring op melkveebedrijven in Oost-Gelderland

Monitoring energy on dairy farms in East Gelderland

S.J.F. Antuma

Voorwoord

Door de Stuurgroep Landbouw en Milieu (LAMI) Gelderland is een project opgezet om te komen tot een systeem om het directe energieverbruik op melkveebedrijven in beeld te brengen. Dit project is uitgevoerd met financiële steun van de Nederlandse Onderneming voor Energie en Milieu B.V. (Novem B.V.).

LAMI heeft het Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden (PR), de NUON en De Landbouwvoorlichting (DLV) gevraagd gezamenlijk aan de ontwikkeling van zo'n instrument te werken. Er is een energiezorgsysteem ontwikkeld waarmee het verbruik van elektriciteit, gas en diesel op het melkveebedrijf wordt geïnventariseerd. Dit systeem is sluit aan bij het reeds bestaande Bedrijfsinterne milieuzorg (BIM). Het energiezorgsysteem biedt de individuele melkveehouder de mogelijkheid om op eenvoudige wijze het verbruik van elektriciteit, gas en diesel op zijn bedrijf vast te stellen. Tegelijkertijd krijgt hij inzicht in de mogelijkheden om besparingsmaatregelen op zijn bedrijf toe te passen, zowel qua besparingen als qua economische consequenties. Het systeem is op 40 bedrijven toegepast en getest.

Wij hopen dat de melkveehouders met het energiezorgsysteem een praktisch instrument in handen hebben om op een milieutechnisch en economisch verantwoorde wijze hun bedrijf naar de toekomst in te richten.

Samenvatting

Verbetering van de energie-efficiency in de agrarische sector staat volop in de belangstelling. Een zo hoog mogelijk rendement met gebruik van zo weinig mogelijk energie is goed voor het milieu, het imago van de sector en het inkomen van de ondernemers. Ook voor de melkveehouderij geldt dit. Om als individuele melkveehouder het elektriciteits- en diesilverbruik op het bedrijf te kunnen verminderen is het noodzakelijk om inzicht te hebben in het huidige verbruik en in de besparingsmogelijkheden. Vandaar dat een energiezorgsysteem voor de melkveehouderij is ontwikkeld.

In dit project is nagegaan in hoeverre zo'n energiezorgsysteem ook in de praktijk toepasbaar is. Daartoe is het op 40 melkveebedrijven in Oost-Gelderland getest. Het blijkt dat met het systeem een goed beeld kan worden verkregen van het energieverbruik op het melkveebedrijf. Via een quickscan kan de energieleverancier (NUON) op eenvoudige wijze het verbruik voor gezin en bedrijf splitsen. Daarnaast kan een schatting worden gemaakt van het energieverbruik van het bedrijf met het computerprogramma WWE van het PR. Het programma ENE berekent het diesilverbruik op het bedrijf. Deze programma's zijn ook goed bruikbaar voor het doorrekenen van maatregelen gericht op het verminderen van het elektriciteits- en diesilverbruik.

De maatregelen die de veehouder kan nemen om het elektriciteitsverbruik te verminderen zijn afhankelijk van de bedrijfssituatie. Door toepassing van de voorkoeler en/of warmteterugwinning kan gemiddeld over de bedrijven ruim 20 % van het elektriciteitsverbruik worden vermindert. Hiervan wordt al ruim 5 % in de basissituatie gerealiseerd. Toepassing van hittereiniging als reinigingsmethode van de melkinstallatie biedt slechts op 1 bedrijf perspectief voor elektriciteitsbesparing (bijna 5 %), terwijl toepassing van de andere reinigingsmethoden op 19 van de 40 bedrijven in het project perspectieven biedt (ruim 5 % elektriciteitsbesparing).

De maatregelen die de veehouder kan nemen om het diesilverbruik te verminderen zijn eveneens afhankelijk van de bedrijfssituatie. Zo blijkt uit het project dat op 40 % van de bedrijven het diesilverbruik is te verminderen door optimalisering van het tractorgebruik en/of de mestaanwending in loonwerk te laten uitvoeren. Gemiddeld over die bedrijven bedraagt de dieselbesparing dan ruim 25 % van het verbruik in de basissituatie (voor de meeste bedrijven in 1996).

Summary

There is great interest in improving energy efficiency in the agriculture sector. Minimizing the energy consumption while obtaining the highest possible output is good for the environment, the sector's image and the farmer's income. This holds for dairy farming too. In order for the individual dairy farmer to be able to reduce electricity and diesel consumption on the farm, it's necessary to know current consumption and the potential for economizing. An energy monitoring system for dairy farming has been developed for this.

This project investigated the on-farm viability of the energy monitoring system by testing it on 40 dairy farms in East Gelderland. It was found that the system gives a good impression of on-farm energy consumption. Using a quick scan, the company supplying the energy (NUON) can split the energy consumption into two components: household and farm. In addition, PR's computer program WWE can be used to estimate the farm's energy consumption. The ENE program calculates the farm's diesel consumption. These programs are also useful for calculating the repercussions of measures intended to reduce electricity and diesel consumption.

The options available to the farmer to reduce electricity consumption depend on the farm. It was possible to reduce electricity consumption by an average of 20 % over the 40 farms, by installing pre-cooling and/or heat-recovering devices. More than 5 % of this saving was achieved in the basic situation. High-temperature cleaning of the milking equipment offered a saving of electricity (almost 5 %) on only one of the farms, but on 19 of the 40 farms it was attractive to apply the other cleaning methods (a saving of more than 5 % of electricity).

The options available to the farmer to reduce diesel consumption also depend on the farm. It was found that 40 % of the farms could reduce diesel consumption by optimizing tractor use and/or by hiring contractors to spread the slurry. The average savings of diesel for the 40 farms was 25 % of the consumption in the basic situation (which for most of the farms was 1996).

INHOUDSOPGAVE

1 INLEIDING.....	1
1.1 Context project.....	1
1.2 Doel van het project.....	1
1.3 Aanpak project.....	2
1.4 Opbouw rapport.....	2
2 BASISSITUATIE OP DE MELKVEEBEDRIJVEN.....	3
2.1 Bedrijfskenmerken.....	3
2.2 Energieverbruik.....	4
2.2.1 Elektriciteit en gas.....	4
2.2.2 Diesel.....	6
2.3 Waterverbruik en afvalwater.....	7
2.3.1 Waterverbruik.....	8
2.3.2 Afvalwater.....	8
2.4 Elektriciteitsverbruik continu gemeten.....	9
3 BESPARINGSMaatregelen.....	11
3.1 Omschrijving maatregelen.....	11
3.2 Reeds toegepaste maatregelen.....	13
3.3 Besparingsmaatregelen elektriciteits- en waterverbruik.....	14
3.3.1 Voorkoeler.....	14
3.3.2 Warmteterugwinning.....	14
3.3.3 Voorkoeler & warmteterugwinning.....	14
3.3.4 Hergebruik reinigingswater.....	15
3.3.5 Reinigingsmethoden.....	15
3.4 Besparingsmaatregelen dieselvebruik.....	16
4 CONCLUSIES.....	17
4.1 Algemeen.....	17
4.2 Projectbedrijven versus BIM-bedrijven.....	17
4.3 Besparingsmaatregelen op de projectbedrijven.....	18
Literatuur.....	19
Bijlage 1. Overzicht stappen in het project.....	20
Bijlage 2. Vragenlijst energiezorgsysteem volgens BIM-protocol.....	21
Bijlage 3. Voorbeeld output studie: bedrijfsrapport 1.....	24
Bijlage 4. Voorbeeld output studie: bedrijfsrapport 2.....	28
Bijlage 5. Bijlage bij bedrijfsrapporten (bijlage 3 en 4).....	32
Bijlage 6. List of tables and figures.....	34

1 INLEIDING

1.1 Context project

Verbetering van de energie-efficiency in de agrarische sector staat volop in de belangstelling. Een zo hoog mogelijk rendement met gebruik van zo weinig mogelijk energie is goed voor het milieu, het imago van de sector en het inkomen van de ondernemers. Ook voor de melkveehouderij geldt dit. Het is daarbij belangrijk dat individuele veehouders zelf initiatieven ontplooiën om te komen tot een efficiënter energieverbruik. Hiervoor is het nodig dat veehouders zicht krijgen op hun energieverbruik en de mogelijkheden tot besparing.

In de afgelopen jaren zijn diverse studies uitgevoerd, mede geïnitieerd vanuit NOVEM, waarin het energieverbruik door de melkveehouderij centraal heeft gestaan. Uitgaande van een goed management op de bedrijven is bepaald hoeveel energie bij uiteenlopende bedrijfsomstandigheden wordt verbruikt. Daarbij is onderscheid gemaakt in direct energieverbruik (in de vorm van energiedragers als elektriciteit, (diesel)olie en gas) en indirect verbruik (in de vorm van aangekochte goederen en diensten). Op melkveebedrijven is het indirecte verbruik groter dan het directe verbruik. Het directe verbruik is voor veehouders veelal "tastbaarder": door rekeningen van energieleveranciers komt dit immers direct tot uiting.

Op praktijkbedrijven bestaan grote verschillen in energieverbruik tussen vergelijkbare bedrijven. Monitoring van het energieverbruik door het LEI-DLO laat zien dat bedrijven met een relatief hoog energieverbruik per 100 kg melk twee keer zoveel energie verbruiken als bedrijven met een laag energieverbruik per 100 kg melk (Welten, 1994). Voor het directe energieverbruik is dit zelfs drie keer zoveel. Ook uit onderzoek naar energieverbruik op Friese melkveebedrijven, uitgevoerd door het IMAG-DLO, blijkt dat er grote verschillen zijn in verbruik van directe energie (De Lange, 1991). In die studie zijn verschillen in verbruik van 350 kWh per melkkoe aangetoond.

In de oorzaken van de verschillen in direct energieverbruik en de mogelijkheden tot besparing geven genoemde studies slechts gedeeltelijk inzicht. Hierdoor is het moeilijk voor individuele bedrijven aan te geven welke maatregelen moeten worden genomen om te komen tot energiebesparing op deze bedrijven. Wel zijn programma's beschikbaar om voor individuele bedrijven een normatief energieverbruik te berekenen, zoals het PR-programma WWWE: Warm Water en Energie (Boerekamp et al., 1995) en het PR-programma ENE (Hageman et al., 1994)

Veehouders moeten zelf verantwoordelijkheid nemen voor activiteiten op het gebied van energiebesparing. In het bredere kader van de milieuzorg is hiertoe reeds een aanzet gegeven in de vorm van een systeem voor Bedrijfsinterne Milieuzorg (BIM). Om veehouders ook op het terrein van het energieverbruik te kunnen ondersteunen is het gewenst de toepassingsmogelijkheden te kennen van een energiezorgsysteem op melkveebedrijven. Met zo'n systeem kunnen het energieverbruik op individuele bedrijven en de mogelijkheden tot besparing inzichtelijk worden gemaakt. Het energiezorgsysteem moet daarbij aansluiten bij de systematiek van BIM en/of het project 'ketenkwaliteit melk'. Kenmerkend is het registreren en analyseren van het directe energieverbruik in specifieke bedrijfssituaties. Vervolgens kunnen mogelijkheden tot het besparen op het energieverbruik voor het betreffende bedrijf worden opgesteld. Er bestaat hiervoor behoefte aan inzicht in het directe energieverbruik op melkveebedrijven en de mate waarin bedrijfsfactoren enerzijds en management anderzijds hierop van invloed zijn.

1.2 Doel van het project

Doel van dit project is de mogelijkheden na te gaan van toepassing van een energiezorgsysteem voor melkveebedrijven. Om te kunnen beoordelen in hoeverre zo'n systeem ook in de praktijk toepasbaar is, is het op 40 melkveebedrijven in Oost-Gelderland getest. Onderdelen van dit systeem betreffen onder andere de normstelling en analyse van energieverbruik op individuele bedrijven.

Toepassing van het energiezorgsysteem is in eerste instantie beoogd door de veehouders zelf. Zij kunnen zich daarbij laten begeleiden door deskundigen van DLV, NUON of andere (gespecialiseerde) organisaties.

1.3 Aanpak project

Het project is in vier stappen uitgevoerd (zie ook overzicht in bijlage 1).

Eerst is door het Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden (PR) het protocol van de Bedrijfsinterne Milieuzorg uitgebreid met een deel voor de energiemonitoring op melkveebedrijven. Dit betreft met name een aantal bedrijfsspecifieke gegevens over de voederverzorging en de melkinstallatie (zie bijlage 2).

Vervolgens is door stuurgroep Landbouw en Milieu (LAMI) in Gelderland een veertigtal melkveebedrijven in Oost-Gelderland geselecteerd en benaderd om mee te doen aan het testen van het energiezorgsysteem in de praktijk. Deze bedrijven zijn bezocht door een adviseur van energiemaatschappij NUON en een landbouwvoorlichter (DLV) uit het gebied. De adviseur van NUON heeft op basis van verbruiksgegevens per bedrijf (bijna altijd combinatie van bedrijf en privé) en met hun 'quickscan' het privéverbruik geschat. Door van het jaarverbruik het privédeel af te trekken is het elektriciteitsverbruik op het melkveebedrijf bepaald. De voorlichter van DLV heeft bij de bedrijven de technische gegevens geïnventariseerd voor de energiemonitoring. Dit is gedaan met het protocol dat in de eerste stap is ontwikkeld. Lopende het project kwamen aanvullende vragen naar boven over het waterverbruik op de bedrijven. Daar dit aspect past bij de aard van het project zijn ook deze gegevens meegenomen en verwerkt.

De derde stap van het project was het berekenen van het elektriciteits- en dieserverbruik op de bedrijven aan de hand van de gegevens uit de vorige stap. Dit is uitgevoerd door het PR met behulp van het computerprogramma WWE voor het elektriciteitsverbruik en het programma ENE voor het dieserverbruik. Het resultaat van de berekening is een overzicht van alle verbruiksactiviteiten op de bedrijven in de basissituatie (voor de meeste bedrijven de situatie in 1996).

Als vierde en laatste stap in het project is door het PR een aantal maatregelen doorgerekend, gericht op besparing van het elektriciteits- en dieserverbruik op de bedrijven. Bij de berekeningen is naast de effecten op het verbruik van elektriciteit, water en diesel ook het economisch effect van de besparingsmaatregelen bepaald.

1.4 Opbouw rapport

Dit rapport gaat in op de resultaten van het project en is als volgt opgebouwd.

In hoofdstuk 2 wordt de basissituatie op de 40 deelnemende melkveebedrijven in het project beschreven, met als eerste aandachtspunt de bedrijfskenmerken. Deze zijn gemiddeld over de bedrijven en vergeleken met het gemiddelde BIM-bedrijf in regio Oost. Daarna wordt voor beide groepen bedrijven het directe energieverbruik in ogenschouw genomen. Daarbij is onderscheid gemaakt tussen het verbruik van elektriciteit en van diesel. Vervolgens wordt stilgestaan bij het waterverbruik op de bedrijven en de herkomst van het afvalwater. Nadat de besparingsmaatregelen zijn geformuleerd, worden de effecten gepresenteerd van de besparingsmaatregelen die al in de basissituatie op de projectbedrijven worden toegepast.

Centraal in hoofdstuk 3 staan de besparingsmaatregelen die de bedrijven kunnen toepassen om enerzijds het elektriciteits- en waterverbruik te verminderen en anderzijds het dieserverbruik op het bedrijf terug te dringen. Vandaar ook dat hoofdstuk 3 is onderverdeeld in twee paragrafen.

Tenslotte worden in hoofdstuk 4 de conclusies uit het project naar voren gehaald.

2 BASISSITUATIE OP DE MELKVEEBEDRIJVEN

2.1 Bedrijfskenmerken

De 40 bedrijven die aan het project hebben deelgenomen zijn behoorlijk divers in termen van bedrijfsgrootte en -intensiteit. Gemiddeld zijn op de bedrijven 60 koeien aanwezig, maar dit loopt uiteen van 29 tot 115 koeien per bedrijf. Ditzelfde geldt voor de intensiteit: gemiddeld hebben de bedrijven 14.000 liter melk per hectare, met als laagste intensiteit 7.000 liter/ha en als hoogste intensiteit ruim 22.000 liter/ha. Deze kenmerken staan samen met nog een aantal andere bedrijfskenmerken in tabel 1. Uit de tabel valt af te leiden dat het gemiddelde van deze 40 bedrijven iets hoger ligt dan het gemiddelde van de BIM-bedrijven in regio Oost. Ze zijn net iets groter en intensiever dan de oostelijke BIM-bedrijven.

Tabel 1. Bedrijfskenmerken van het gemiddelde BIM-bedrijf in regio Oost en van het gemiddelde van de deelnemende projectbedrijven. Tevens zijn de ranges van de projectbedrijven opgenomen onder de kopjes 'hoogste' en 'laagste'.

	BIM-Oost	gemiddelde van projectbedrijven	hoogste	laagste
Aantal melkkoeien (stuks)	56	60	115	29
Bedrijfsoppervlak (ha)	29,0	32,3	58,0	15,5
- waarvan grasland (ha)	22,5	25,1	40,0	15,5
Melkquotum (ton)	395	438	885	240
Intensiteit (ton melk/ha)	13,6	14,0	22,4	7,1

Of ze ook efficiënter met energie en water omgaan, komt aan de orde in de volgende paragrafen. Voordat dit aan de orde komt, nemen we eerst nog een aantal andere kenmerken van de projectbedrijven onder de loep. Dit zijn de bedrijfskenmerken die alles te maken hebben met het dieselverbruik op de bedrijven. In tabel 2 zijn deze activiteiten vermeld, samen met het aandeel van de projectbedrijven die deze activiteiten zelf uitvoeren, ze in loonwerk laten uitvoeren dan wel helemaal niet (laten) uitvoeren.

Tabel 2. Overzicht aandeel activiteiten dat op de projectbedrijven zelf, in loonwerk c.q. niet wordt uitgevoerd (in % van de 40 bedrijven).

	Zelf	Loonwerk	Niet
Maaien gras om in te kuilen	92,5 %	7,5 %	-
Schudden & wiersen gras	100 %	-	-
Inkuilen & aanrijden graskuilen	55,0 %	45,0 %	-
Mais oogsten en inkuilen	10,0 %	80,0 %	10,0 %
Verzorgen grasland ¹⁾	100 %	-	-
Kunstmest strooien	95,0 %	-	5,0 %
Aanwenden dierlijke mest op gras	27,5 %	72,5 %	-
Aanwenden dierlijke mest op mais	60,0 %	30,0 %	10,0 %
Voeren veestapel	100 %	-	-
Teelt en voeren van bieten	2,5 %	-	97,5 %
Zomerstalvoeding	20,0 %	-	80,0 %
Beregenen	55,0 %	-	45,0 %

¹⁾ slepen, rollen en bloten van grasland

Uit tabel 2 blijkt dat de meeste activiteiten voor de voedervoorziening in eigen beheer worden uitgevoerd. Alleen voor het inkuilen van gras en maïs wordt door een wezenlijk deel van de bedrijven in het project de loonwerker ingeschakeld. Dit geldt ook voor het aanwenden van de dierlijke mest. Voor het emissiearm aanwenden van dierlijke mest op grasland (in de meeste gevallen zodebemesten) zijn zwaardere machines nodig, die de meeste bedrijven niet bezitten. Wel bezitten de meeste bedrijven een giertank voor het bovengronds verspreiden van de dierlijke mest op maïsland. Dit wordt dan ook op 60 % van de bedrijven zelf gedaan, samen met het direct onderwerken van de mest.

Op twee bedrijven wordt geen kunstmest gestrooid vanwege hun biologische bedrijfsvoering. Deze bedrijven deden veel activiteiten in eigen beheer. Dit heeft te maken met het feit dat binnen die bedrijfsvoering het juiste tijdstip van de bewerkingen erg kritisch is. Omdat een loonwerker niet altijd op elk gewenst tijdstip kan komen (wegens andere afspraken) hebben de biologische veehouders de machines zelf aangeschaft en voeren ze de bewerkingen zelf uit.

Op 8 van de 40 bedrijven (20 %) vindt één of andere vorm van zomerstalvoeding plaats. Hierbij wordt in de weideperiode elke dag vers gras gemaaid en voor de koeien gebracht. Op 3 van de 40 bedrijven wordt summerfeeding toegepast en wordt dus het hele jaar geconserveerd ruwvoer aan de dieren verstrekt. Deze dieren krijgen niet of nauwelijks weidegang. Dit is wel het geval op 6 andere bedrijven. Hier krijgen de dieren onbeperkte weidegang (dag en nacht). Op de rest van de 40 projectbedrijven (57,5 %) krijgen de dieren beperkte weidegang (alleen overdag).

Er wordt op de meeste bedrijven bijgevoerd tijdens de weideperiode (72,5 %). Op die bedrijven krijgen de koeien per dag gemiddeld 4 kg ds aan maïs, meestal na het melken. Het uithalen van de maïskuil en het voor de koeien brengen ervan heeft natuurlijk gevolgen voor het diesilverbruik op die bedrijven.

Op 55 % van de bedrijven wordt beregend. In de helft van de gevallen wordt dit met behulp van een elektromotor gedaan, in de andere helft met behulp van een dieselmotor (al of niet via de tractor). Zoals we in de volgende paragraaf zullen zien is dit van grote invloed op het energieverbruik op het melkveebedrijf.

2.2 Energieverbruik

Als we het hebben over het directe energieverbruik op de deelnemende melkveebedrijven in het project, dan gaat het over het verbruik van de energiedragers elektriciteit, gas en diesel. Als op het melkveebedrijf al gas wordt gebruikt, dan wordt het voornamelijk gebruikt in een gasboiler, om water voor reiniging van de melkinstallatie te verwarmen. Vandaar dat het gasverbruik integraal met het elektriciteitsverbruik wordt meegenomen. Zo wordt in deze paragraaf eerst ingegaan op het verbruik van elektriciteit en gas en daarna op het verbruik van diesel op de deelnemende bedrijven in de basissituatie: voor de meeste bedrijven de situatie in 1996.

2.2.1 Elektriciteit en gas

Elektriciteit is nodig voor het koelen van de melk en/of het verwarmen van water voor het reinigen van de melkinstallatie. Verder vraagt het melken zelf (het draaien van de vacuümpomp) ook de nodige elektriciteit. En als op het bedrijf wordt beregend met een elektromotor, is ook hiervoor elektriciteit nodig. Om het verbruiksplaatje compleet te maken dient nog een post 'overig' te worden genoemd, met daarin onder andere elektriciteitsverbruik voor verlichting, elektrische gereedschappen en waterpompen (voor eigen bron, zie paragraaf 2.3). In tabel 3 staat een overzicht van het gemiddelde elektriciteitsverbruik op de 40 deelnemende bedrijven. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen de bedrijven met en de bedrijven zonder beregening (m.b.v. een elektromotor).

Tabel 3. Overzicht gemiddelde elektriciteitsverbruik (kWh **per bedrijf** per jaar) op de projectbedrijven met en zonder berekening m.b.v. elektromotor. Tussen haakjes is het gemiddelde aandeel in het totale elektriciteitsverbruik op de desbetreffende bedrijven aangegeven.

	Bedrijven met berekening m.b.v. elektromotor	Bedrijven zonder berekening m.b.v. elektromotor
Aantal bedrijven in groep	11	29
Aantal koeien op bedrijf	58	61
Koelen van de melk	6.100 (21 %)	6.700 (28 %)
Verwarmen reinigingswater	5.000 (17 %)	3.500 (15 %)
Vacuumpomp	3.600 (12 %)	4.000 (17 %)
Beregenen	6.900 (24 %)	0 (0 %)
Overig	7.400 (26 %)	9.400 (40 %)
Totaal elektriciteitsverbruik	29.000	23.600

Uit tabel 3 blijkt dat het koelen van de melk jaarlijks ruim 6.000 kWh aan elektriciteit vraagt (20 - 30 % van het totale elektriciteitsverbruik). Het verwarmen van het reinigingswater vraagt ongeveer 15 % van het totale elektriciteitsverbruik. Maar op de projectbedrijven die beregenen met een elektropomp is dit gemiddeld wel 1.500 kWh meer dan op overige projectbedrijven (ruim 40 % !!). Dit verschil kan niet veroorzaakt zijn door een verschil in aantal melkkoeien, want dat komt gemiddeld aardig met elkaar overeen. De oorzaak van het verschil moet eerder worden gezocht bij een verschil in toepassing van elektriciteitsbesparende maatregelen. Het blijkt namelijk dat van deze 11 bedrijven met berekening er 2 (=18 %) zijn die door maatregelen besparen op elektriciteit voor het verwarmen van reinigingswater. Van de andere 29 projectbedrijven passen 14 bedrijven (=35 %) maatregelen toe ter besparing van elektriciteit bij het verwarmen van water. In paragraaf 3.2 wordt nader ingegaan op de besparingsmaatregelen die al in de basissituatie worden toegepast. Uit tabel 3 blijkt dat het beregenen met een elektropomp gemiddeld een kwart van het elektriciteitsverbruik bepaalt. Het elektriciteitsverbruik in de categorie overig is niet eenduidig aan een grote gemene deler toe te wijzen. Op het ene bedrijf draagt de waterpomp het meeste hieraan bij, op het andere bedrijf de ventilatoren en op weer andere bedrijven het gebruik van elektrisch gereedschap in de werkplaats. Dit geldt voor beide groepen bedrijven uit tabel 3. Het verwarmen van reinigingswater op gas heeft geen invloed op het verschil in elektriciteitsverbruik. Van beide groepen bedrijven werkt namelijk een even groot deel met gasboilers (25 % van de bedrijven).

De afgelopen decennia werd het reinigingswater vooral verwarmd m.b.v. elektriciteit. De laatste jaren wordt echter het reinigingswater steeds vaker verwarmd in een **gasboiler** in plaats van in een **elektrische** boiler. In dit project wordt op 10 van de 40 bedrijven (=25 %) gas gebruikt voor verwarming van het water. Op de oostelijke BIM-bedrijven ligt dit met 40 % een stuk hoger. Het gemiddelde gasverbruik op de 10 bedrijven voor het verwarmen van het reinigingswater bedraagt 1.100 m³, met als hoogste verbruik 1.600 m³ en als laagste verbruik ruim 750 m³ gas.

Laten we teruggaan naar het elektriciteitsverbruik. Uit tabel 3 valt af te leiden dat de helft of meer van het elektriciteitsverbruik wordt bepaald door het koelen van de melk, het verwarmen van het reinigingswater en het draaien van de vacuumpomp samen. De hoogte van deze verbruiksposten hebben alle drie te maken met het aantal melkkoeien op het bedrijf. Immers, de capaciteit van de melkinstallatie is op de meeste bedrijven afgestemd op het aantal melkkoeien en deze capaciteit bepaalt hoelang de vacuumpomp moet draaien en hoeveel reinigingswater nodig is. En de hoeveelheid te koelen melk is onlosmakelijk verbonden aan het aantal koeien dat wordt gemolken. Vandaar dat het elektriciteitsverbruik tussen de bedrijven beter te vergelijken is met het kengetal 'electriciteitsverbruik per melkkoe' dan met het kengetal 'electriciteitsverbruik per bedrijf' (zoals we in tabel 3 vinden). Zodoende is tabel 4 samengesteld. Wel dient opgemerkt te worden dat grotere melkveebedrijven schaalvoordelen hebben ten opzichte van kleinere bedrijven, ook voor wat betreft het elektriciteitsverbruik per melkkoe. Daarom is in tabel 4 dit onderscheid ook gemaakt (gemiddelde van de 25 % grootste en de 25 % kleinste projectbedrijven).

Tabel 4. Elektriciteitsverbruik (kWh per koe per jaar) op het gemiddelde BIM-bedrijf in regio Oost en op het gemiddelde, de 25 % grootste en de 25 % kleinste van de deelnemende projectbedrijven. Tevens zijn de ranges van de projectbedrijven opgenomen onder de kopjes 'hoogste' en 'laagste'.

	BIM-Oost	gemiddelde van projectbedrijven	25 % grootste	25 % kleinste	hoogste	laagste
Aantal melkkoeien	56	60	87	42	n.v.t.	n.v.t.
Koelen van de melk	onbekend	110	109	115	143	29
Verwarmen reinigingswater	onbekend	70 ¹⁾	80	109	206	19
Vacuümpomp	onbekend	65	63	71	130	26
Overig	onbekend	159	103	194	551	5
Totaal elektriciteitsverbruik	380	404	355	489	858	204
Beregenen ²⁾	70	118	n.v.t.	n.v.t.	250	31

¹⁾ op bedrijven die m.b.v. **elektriciteit** het reinigingswater verwarmen is dit gemiddeld 93 kWh per koe

²⁾ alleen betrekking op de bedrijven die m.b.v. **elektriciteit** beregenen

Het blijkt dat het elektriciteitsverbruik voor het koelen van de melk nog het minst afhankelijk is van de omvang van de veestapel. Het verschil tussen de 25 % grootste en de 25 % kleinste projectbedrijven is gemiddeld een 5 % hoger elektriciteitsverbruik voor koelen op de kleinste bedrijven. Dit verschil loopt via een gemiddeld 10 % hoger verbruik voor de vacuümpomp op de 25 % kleinste bedrijven op tot een gemiddeld 47 % hoger verbruik voor overige verbruiksactiviteiten. Het elektriciteitsverbruik voor het verwarmen van reinigingswater ligt op de 25 % kleinste bedrijven gemiddeld zo'n 25 % hoger. Al met al ligt het totale elektriciteitsverbruik op de 25 % kleinste bedrijven gemiddeld 25 % hoger dan op de 25 % grootste projectbedrijven.

Uit de tabel is ook af te leiden dat de BIM-bedrijven per koe gemiddeld zo'n 6 % minder elektriciteit verbruiken dan de bedrijven uit dit project. Hoogst waarschijnlijk heeft dit te maken met een verschil in het aantal bedrijven dat gas gebruiken als verwarmingsbron van het reinigingswater. Zoals hiervoor al is opgemerkt verwarmt 40 % van de oostelijke BIM-bedrijven het water in een gasboiler tegenover 25 % van de bedrijven in dit project, dus 15 % meer. Omgerekend betekent dit dat de oostelijke BIM-bedrijven hierdoor gemiddeld zo'n 30 kWh per koe minder elektriciteit (hoeven te) gebruiken voor verwarming van het reinigingswater. Dit komt aardig overeen met het verschil in elektriciteit dat gemiddeld per koe op de beide groepen bedrijven wordt verbruikt.

Welke mogelijkheden op de projectbedrijven aanwezig zijn om het elektriciteitsverbruik te verminderen en hoe hoog de eventuele kosten zijn die de elektriciteitsbesparende maatregelen met zich meebrengen, staat in paragraaf 3.3.

2.2.2 Diesel

Het dieselverbruik op melkveebedrijven hangt nauw samen met de voederverzorging voor de veestapel. Hierbij verstaan we onder voederverzorging alle activiteiten die erop gericht zijn om de dieren van voer te voorzien: o.a. maaien van gras om het vers te verstrekken aan de koeien (zomerstalvoeding) en/of om in te kuilen, bloten van de afgegrazen weide, oogsten en inkuilen van snijmais, voer halen uit de kuilen en voor de dieren brengen. Al deze activiteiten worden verricht m.b.v. machines die diesel als brandstof verbruiken. In dit project hebben we niet alle diesel die deze machines op het melkveebedrijf verbruiken toegerekend aan het dieselverbruik van het bedrijf. Het dieselverbruik van loonwerkmachines hebben we namelijk buiten beschouwing gelaten. Er is alleen rekening gehouden met diesel die in eigen beheer wordt verbruikt. Ook het beregenen van het gras en/of mais valt hieronder, voor zover het met behulp van een dieselmotor plaatsvindt.

Op de 40 melkveebedrijven in dit project wordt gemiddeld 3.780 liter diesel per bedrijf per jaar verbruikt. Dat is bijna een kwart meer (\pm 700 liter) dan gemiddeld op de oostelijke BIM-bedrijven, waar gemiddeld 3.070 liter diesel per bedrijf per jaar wordt verbruikt. Dit verschil wordt gehalveerd als het dieselverbruik

wordt gerelateerd aan het bedrijfsoppervlak. De projectbedrijven verbruiken namelijk gemiddeld 117 liter diesel per hectare per jaar, terwijl dit op de oostelijke BIM-bedrijven gemiddeld 106 liter diesel per hectare ligt. Deze hoeveelheden diesel zijn allemaal exclusief het dieselverbruik voor beregening. Maar gemiddeld genomen verschilt dat dieselverbruik niet zoveel tussen de projectbedrijven (60 liter per hectare) en de oostelijke BIM-bedrijven (58 liter per hectare). In tabel 5 staat een overzicht van het dieselverbruik.

Tabel 5. Overzicht gemiddelde dieselverbruik (liter **per bedrijf en per hectare** per jaar) op de BIM-bedrijven in regio Oost en de projectbedrijven (gemiddelde over alle projectbedrijven en over de projectbedrijven met de desbetreffende activiteit).

	BIM-Oost	PROJECTBEDRIJVEN	
		alle bedrijven	bedrijven met die activiteit
Bedrijfsoppervlak (ha)	29,0	32,3	32,3
Maaien gras om in te kuilen	onbekend	300 (8 %)	330
Schudden en wiersen gras	onbekend	625 (17 %)	625
Inkuilen en aanrijden graskuil	onbekend	485 (13 %)	920
Oogsten en inkuilen maïs	onbekend	65 (2 %)	520
Verzorgen grasland	onbekend	205 (5 %)	205
Kunstmest strooien	onbekend	260 (7 %)	275
Aanwenden dierlijke mest gras	onbekend	445 (12 %)	1.670
Aanwenden dierlijke mest maïs	onbekend	260 (7 %)	380
Uithalen kuilen	onbekend	770 (20 %)	770
Zomerstalvoeding	onbekend	320 (8 %)	1.595
Overig	onbekend	45 (1 %)	45
Totaal dieselverbruik			
per bedrijf	3.070	3.780 (100 %)	
per hectare	106	117 (100 %)	
Diesel voor beregenen			
per bedrijf	1.680	1.936	
per hectare	58	60	

Uit tabel 5 valt op te maken dat op de projectbedrijven de meeste diesel wordt verbruikt voor het uithalen van de kuilen, gevolgd door het schudden en wiersen van het gras. Het inkuilen en aanrijden van de graskuilen vraagt gemiddeld over alle projectbedrijven ook een substantieel deel van het dieselverbruik. Zoals bij tabel 2 op pagina 3 is opgemerkt, vindt op 20 % van de bedrijven een of andere vorm van zomerstalvoeding plaats. Gemiddeld over alle bedrijven vraagt dit 320 liter diesel per bedrijf per jaar, maar gemiddeld over de 8 bedrijven met zomerstalvoeding is dit bijna 1.600 liter ! Samen met het aanwenden van dierlijke mest op grasland en het beregenen blijkt zomerstalvoeding dus behoorlijk veel diesel te vragen.

2.3 Waterverbruik en afvalwater

Bij het opnemen van de bedrijfsgegevens hadden veel veehouders vragen over het waterverbruik en het afvalwater op hun bedrijf. Bij het doorrekenen van alternatieven voor energiebesparing is ook gekeken naar verschillende reinigingsmethoden van de melkinstallatie. Dit heeft ook invloed op de afvalwaterproductie op de bedrijven.

Een gedeelte van de bedrijven in het project heeft een eigen waterinstallatie. Hiermee wordt (bron)water opgepompt uit de grond en de waterafname van de waterleidingmaatschappij beperkt. Er hoeft dan geen duur leidingwater te worden verstrekt als drinkwater aan het vee.

2.3.1 Waterverbruik

Van de projectbedrijven hebben 27 bedrijven (67,5 %) een eigen waterinstallatie. Verhoudingsgewijs is dat wat hoger dan bij de oostelijke BIM-bedrijven, want daarvan heeft 57 % een eigen waterinstallatie. Op de meeste bedrijven wordt dit water gebruikt als drinkwater voor het vee en voor het schoonmaken van de stallen. Een enkel bedrijf gebruikt dit water ook privé. In tabel 6 staat een overzicht van het waterverbruik op de projectbedrijven.

Tabel 6. Overzicht gemiddeld verbruik van water (m³ per jaar) en elektriciteit (kWh per jaar) op de projectbedrijven met en zonder eigen waterinstallatie.

		Bedrijven met eigen waterinstallatie	Bedrijven zonder eigen waterinstallatie
Aantal bedrijven in groep		27	13
Aantal koeien op bedrijf		61	58
Water via waterleiding	per bedrijf	315	1.978
	per koe	5,6	34,4
Elektriciteitsverbruik	per bedrijf	23.200	23.300
	per koe	387	436

In bedrijfsomvang zit weinig verschil tussen de bedrijven met een eigen waterinstallatie en de bedrijven die het water volledig van de waterleidingmaatschappij betrekken. Wordt bedacht dat het oppompen van het water m.b.v. een elektromotor gebeurt, dan is het opmerkelijk dat het elektriciteitsverbruik op de bedrijven met een eigen waterinstallatie gemiddeld niet hoger is dan op de bedrijven zonder eigen installatie.

2.3.2 Afvalwater

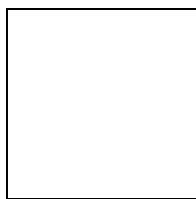
Afvalwater is de laatste jaren een belangrijk aandachtspunt op de melkveebedrijven. Redenen hiervoor zijn dat in het verleden vaak het afvalwater in de sloot werd geloosd en dat er weinig bedrijven op het riool zijn aangesloten. Van de 40 bedrijven die deelnemen aan dit project hebben 11 een rioolaansluiting (27,5 %). Bij de BIM-bedrijven in regio Oost is dit 19 %. Momenteel wordt er nauwelijks nog afvalwater geloosd op het oppervlaktewater of in de bodem. Bij de meeste bedrijven (26 bedrijven) die geen riool hebben gaat het afvalwater naar de mestkelder. Twee bedrijven vangen het afvalwater op in een aparte put en één bedrijf heeft een rietveld. Verder wordt op 22 van de 40 projectbedrijven (55 %) aan hergebruik gedaan van reinigingswater. Bij de vergelijkbare BIM-bedrijven in regio Oost ligt dit percentage op 25-30 %.

De hoeveelheid afvalwater staat vermeld in tabel 7. De verhouding tussen deze getallen komt goed overeen met die op de oostelijke BIM-bedrijven. Alleen ligt daar het totale hoeveelheid afvalwater met 170 m³ gemiddeld per bedrijf per jaar een stuk lager. Uit de tabel blijkt dat er een grote variatie is tussen de bedrijven. De bedrijven die aan hergebruik van het reinigingswater doen spuiten de melkstal schoon met lage druk.

Tabel 7. Overzicht hoeveelheid afvalwater (m³ per jaar) op de projectbedrijven (gemiddeld en range).

	Gemiddeld	Laagste	Hoogste
Reiniging melkinstallatie	112	56	197
Reiniging melktank	24	10	37
Schoonspuiten melkstal	76	20	164
Overig waterverbruik melklokaal	9	0	37
Overig waterverbruik tanklokaal	27	10	123
Totaal afvalwater (incl. hergebruik)	239	95	435

Figuur 1. Elektriciteitsverbruik (gebruikt vermogen in kWh) gemeten gedurende 24 uur op bedrijf LAAG.



3 BESPARINGSMAATREGELEN

3.1 Omschrijving maatregelen

Op het melkveebedrijf zijn verschillende maatregelen mogelijk om op het directe energieverbruik te besparen. Deze maatregelen zijn te verdelen in maatregelen gericht op besparing van elektriciteit en maatregelen gericht op besparing van diesel. Bij de besparingsmaatregelen gericht op het elektriciteitsverbruik nemen we ook een aantal maatregelen mee die een waterbesparing realiseren. Dit zijn maatregelen die betrekking hebben op de reiniging van de melkinstallatie. Door deze maatregelen toe te passen wordt minder water verbruikt, waardoor er minder water hoeft te worden geloosd op het riool of uitgereden op het land (is dus indirect een besparing op dieselverbruik voor uitrijden). Dit geldt ook voor het hergebruik van reinigingswater door het te vervoederen.

De investering in sommige maatregelen kan worden beperkt doordat de overheid fiscale mogelijkheden biedt: VAMIL en EIA. De VAMIL-regeling is een gezamenlijke regeling van de ministeries van VROM en van Financiën, die in 1991 van kracht werd. Doel van de regeling is het stimuleren van milieu- en energie-investeringen en het versnellen van de marktintroductie van de nieuwste technieken. Ondernemers die investeren in de milieuvriendelijke bedrijfsmiddelen die op de VAMIL-lijst staan, kunnen zelf beslissen wanneer zij deze investering van de winst afschrijven (Anonymus, 1997a ; Anonymus, 1997b). De EIA-regeling (Energie Investeringsaftrek) heeft dezelfde doelstellingen als de VAMIL, maar biedt voor een aantal maatregelen extra aftrekmogelijkheden. De regeling is per 1 januari 1997 van kracht gegaan. Investeringen in maatregelen die op de EIA-lijst voorkomen kunnen voor minimaal 40 % en voor maximaal 52,2 % worden afgetrokken van de bedrijfswinst.

Hieronder worden de besparingsmaatregelen in het kort beschreven. Verdere detailbeschrijvingen van de maatregelen zijn voor zover het de melkwinning betreft te vinden in Handboek Melkwinning van het PR (Van der Haven et al., 1996).

Voorkoeler

Bij verkoelen wordt met behulp van water de melk gekoeld van 35 tot circa 20 ° Celsius. De voorgekoelde melk komt dan in de melkkoeltanks en wordt verder gekoeld tot circa 4 ° Celsius. Bij het verkoelen worden water en melk in tegengestelde richting langs elkaar geleid. De beide vloeistoffen zijn van elkaar gescheiden door een dunne wand van roestvrij staal, die tevens een goed geleidingsvermogen heeft. Het apparaat waarin dit plaatsvindt wordt voorkoeler genoemd. Hiervan zijn twee typen, een platenkoeler en een buizenkoeler. Door het verkoelen kan tot ongeveer 40 % op het elektriciteitsverbruik voor de melkkoeling worden bespaard.

De investering bedraagt 4.000 gulden (jaarkosten 740 gulden). Deze maatregel komt voor op de VAMIL-lijst

Warmteterugwinning

Bij het koelen van de melk komt veel warmte vrij. Door het koelaggregaat wordt de aan de melk onttrokken warmte via een condensor afgegeven aan lucht of water. Door de condensor in of vlak voor een geïsoleerd opslagvat te plaatsen, kan de vrijgekomen warmte worden omgezet in warm water. Door het opgewarmde water elders te gebruiken, spreekt men van warmteterugwinning. De praktijk spreekt ook wel van warmtepompen / warmtewisselaars.

De hoeveelheid elektriciteit die met warmteterugwinning kan worden bespaard is afhankelijk van het verwarmingstoestel waarin het reinigingswater wordt verwarmd (gasboiler, elektrische boiler of HR-combiketel), het rendement van het verwarmingstoestel en de mogelijkheid van privé-gebruik van het warmteterugwinningswater dat niet in het bedrijf kan worden gebruikt.

Doordat bij toepassing van warmteterugwinning de condensordruk van het koelmiddel wat hoger moet worden afgesteld, is voor het koelen van de melk wel iets extra energie nodig.

Voor het economische plaatje zijn een aantal factoren van belang. Allereerst natuurlijk de hoogte van de investering voor de installatie. Vervolgens is van belang de hoeveelheid elektriciteit die met de maatregel wordt bespaard (uitgespaarde kosten). Tenslotte is voor de elektrische boiler nog van belang hoe de bedrijfsuren van het apparaat zijn afgesteld (in verband met het nacht- en/of dagstroomtarief).

De investering bedraagt 4.500 gulden (jaarkosten 833 gulden). De maatregel staat zowel op de VAMIL- als op de EIA-lijst. Na toepassing van de EIA-faciliteit blijft een investeringsbedrag van 2.160 gulden over (de jaarkosten worden dan 498 gulden).

Hergebruik reinigingswater

Het water dat vrijkomt bij de reiniging is voor een aantal toepassingen opnieuw te gebruiken.

Zo kan het voorspoelwater (met relatief veel melkresten) in beginsel worden vervoederd. Dit geldt niet voor het voorspoelwater dat vrijkomt bij de doorschuifreiniging (zie verder), omdat dit resten van het reinigingsmiddel bevat. Het water van de hoofdreiniging en de naspoeling is geschikt voor het schoonspuiten van de melkstal. Met eenvoudige voorzieningen kan dit water worden opgevangen in een opslagvat. Vanuit het opslagvat kan het dan weer worden verspoten (onder lage druk, want anders bestaat het gevaar de nevel met opgelost reinigingsmiddel in te ademen).

Standaard wordt voor hergebruikapparatuur met een investering van 3.500 gulden gerekend (hiervan bedragen de jaarkosten 825 gulden). In de praktijk bedraagt echter de investering in hergebruikapparatuur ongeveer 1.000 gulden minder (2.500 gulden met jaarkosten van 590 gulden). Volgens ingewijden kan een beetje handige veehouder zelfs toe met een investeringsbedrag van 1.500 gulden (jaarkosten 355 gulden).

Hittereiniging

Bij hittereiniging wordt de installatie op hoge temperatuur gereinigd en ontsmet. Voor de hittereiniging wordt heet water van 98 ° Celsius in de installatie gebracht. Dit moet zolang doorgaan tot de installatie gedurende twee minuten een temperatuur van 77 ° Celsius heeft bereikt. Er vindt geen circulatie van het water plaats, het gebruikte water vloeit weg. Bij een standaard versie wordt 16 liter heet water per melkstel per keer gebruikt, doch bij een geoptimaliseerde versie (die tegenwoordig alleen nog maar wordt verkocht) is het verbruik teruggedrongen tot 11 liter heet water per melkstel per keer. In Nederland levert maar een leverancier dit reinigingssysteem.

Bij het doorrekenen van deze reinigingsmethode is gerekend met een investering van 8.000 gulden, waarbij de jaarlijkse kosten 1.480 gulden bedragen.

Doorschuifreiniging

De doorschuifreiniging is ontstaan vanuit de gedachte om het reinigingswater efficiënter te gebruiken. Door deze methode is een besparing op het afvalwater van de melkinstallatie van 66 % te realiseren. Daarnaast duurt het bij de standaard reinigingsmethode vrij lang voordat de spoelbak gevuld is met heet reinigingswater, waardoor veel warmte verloren gaat. Doordat bij de doorschuifreiniging het reinigingswater van de vorige keer wordt opgeslagen en snel beschikbaar is, gaat weinig tot geen warmte verloren tijdens het vullen van de spoelbak. Dit betekent dus een energiebesparing t.o.v. de standaard reinigingsmethode. Deze reinigingsmethode is alleen op verzoek leverbaar en wordt door een dertigtal bedrijven toegepast..

Bij het doorrekenen van deze methode is gerekend met een investering van 10.000 gulden, waarvan de jaarlijkse kosten 1.850 gulden bedragen.

Vorraadreiniging

Ook de voorraadreiniging is een variant op de standaard reiniging. In dit geval wordt het water van de hoofdreiniging meerdere keren gebruikt, meestal gedurende een week. Door deze reinigingsmethode kan aanzienlijk worden bespaard op de hoeveelheid afvalwater die vrijkomt bij de reiniging. Tevens neemt ook het verbruik van het reinigingsmiddel aanzienlijk af.

Deze methode is nog niet in de handel. Bij het doorrekenen van deze methode is gerekend met een investering van 6.250 gulden. De jaarlijkse kosten hiervan bedragen 1.156 gulden.

Stapelreiniging

Deze reinigingsmethode is een combinatie van doorschuifreiniging en voorraadreiniging. De melkinstallatie wordt in 5 spoelfasen gereinigd. Het water van de laatste 3 spoelfasen wordt hergebruikt -doorgeschoven- als voorspoeling voor de volgende keer (fase 1). Fase 2 is de alkalische voorraadreiniging en wordt een week gebruikt (Anonymus, 1996). Deze methode combineert zo de voordelen van beide reinigingsmethoden.

De methode is nieuw en nog maar beperkt in de handel. Bij het doorrekenen is gerekend met een investering van 9.500 gulden. Hiervan bedragen de jaarlijkse kosten 1.758 gulden.

Afstemming tractorgebruik

De insteek van de maatregelen in deze categorie zijn gericht op vermindering van het dieselverbruik. Enerzijds kan dit door voor de activiteiten op de bedrijven die tractor te gebruiken waarvan het vermogen is afgestemd op het benodigd vermogen van de desbetreffende activiteiten. Vaak komt dit neer op het gebruik van iets lichtere tractoren. Naast een lager dieselverbruik wordt er ook bespaard op de jaarkosten voor de tractoren (een lichtere tractor kost over het algemeen minder en heeft dus lagere jaarkosten). Deze maatregel heeft geen wezenlijke verandering van de bedrijfsvoering tot gevolg.

Anderzijds kan het dieselverbruik op het bedrijf worden verminderd door bepaalde activiteiten in loonwerk te laten uitvoeren. Dit betekent wel dat de bedrijfsvoering wordt gewijzigd. In dit project is hierbij doorgerekend wat het effect is van het in loonwerk laten uitvoeren van de mestaanwending op gras- en/of maisland (zie paragraaf 3.4).

3.2 Reeds toegepaste maatregelen

In de basissituatie worden al op 32,5 % van de deelnemende bedrijven besparingsmaatregelen gericht op elektriciteit toegepast. Zo vindt op 27,5 % van de bedrijven warmteterugwinning plaats (op de oostelijke BIM-bedrijven slecht 15 %) en heeft 7,5 % van de bedrijven een voorcoeler (BIM-Oost: 7 %). Verder wordt op 55 % van de bedrijven aan een of andere vorm van hergebruik van het reinigingswater gedaan (op de oostelijke BIM-bedrijven 25-30 %). Hieronder wordt nagegaan welke besparingen dit reeds opleverde en welke kosten hieraan verbonden zijn. Bij het aangeven van de kosten is geen rekening gehouden met de mogelijkheid die de VAMIL bood en nog steeds biedt: door op een gunstig tijdstip de investering in één keer af te schrijven worden de jaarlijkse kosten flink lager. Het effect hiervan verschilt echter per bedrijf (fiscale situatie), vandaar dat dit niet structureel in dit project is meegenomen.

Voorcoeler

Van de 40 bedrijven hebben er 3 een voorcoeler. Onlangs is één bedrijf gestopt de voorcoeler te gebruiken vanwege de leeftijd van voorcoeler en problemen met de kwaliteit van de melk. De genoemde 3 bedrijven hebben geen problemen met de melkkwaliteit.

Uit de analyse blijkt dat 1 van de 3 bedrijven ook economisch voordeel heeft van toepassing van de voorcoeler. Op dit bedrijf wordt dermate veel aan elektriciteit bespaard (5.300 kWh per jaar), dat 400 gulden meer aan elektriciteit wordt bespaard dan de voorcoeler jaarlijks kost.

Op de overige 2 bedrijven wordt door de voorcoeler gemiddeld zo'n 2.400 kWh bespaard. De uitgespaarde kosten voor elektriciteit zijn niet genoeg om de jaarkosten van de voorcoeler te compenseren. Het toepassen van de voorcoeler kost hen dan ook gemiddeld 250 gulden per jaar.

Warmteterugwinning

Van de 40 bedrijven doen er 11 aan warmteterugwinning. Op alle 11 bedrijven wordt door deze maatregel elektriciteit bespaard. Voor 7 van de bedrijven levert die besparing (gemiddeld 5.850 kWh) meer besparing van de elektriciteitskosten op dan dat de warmteterugwinning jaarlijks kost. Gemiddeld bedraagt het economisch voordeel op die bedrijven bijna 350 gulden. Op de overige 4 bedrijven kost de warmteterugwinning gemiddeld ruim 200 gulden meer dan de besparing op elektriciteitskosten. Daar staat een besparing van het elektriciteitsverbruik met gemiddeld 3.650 kWh tegenover.

Bij deze cijfers is, naast de mogelijkheden tot vervroegd afschrijven via de VAMIL, ook nog geen rekening gehouden met de besparing in het privé-verbruik van warm water. Op de bedrijven wordt namelijk niet al het warmteterugwinningswater gebruikt als reinigingswater. Zo is op de eerstgenoemde 7 bedrijven gemiddeld 150 m³ van de 730 m³ en op de laatstgenoemde 4 bedrijven gemiddeld 120 m³ van de 530 m³ warmteterugwinningswater over. Als de afstand tussen melklokaal en woonhuis niet te ver is, kan het water voor privé-doeleinden worden gebruikt. In dat geval is de besparing ongeveer 13 gulden per m³. Op voornoemde bedrijven is dat gemiddeld dus zo'n 1.950 tot 1.560 gulden. Zodoende is het bij privé-verbruik op alle bedrijven financieel aantrekkelijk om de warmteterugwinning toe te passen.

Hergebruik

De 22 bedrijven die in de basissituatie het reinigingswater hergebruiken besparen daarmee gemiddeld 73 m³ water per bedrijf per jaar. Als met de standaard investeringsbedragen voor hergebruikapparatuur wordt gerekend (3.500 gulden met jaarkosten van 825 gulden), dan kost het hergebruik de bedrijven gemiddeld

360 gulden per jaar. In de praktijk zijn de investeringen in hergebruikapparatuur echter ongeveer 1.000 gulden lager (2.500 gulden met jaarkosten van 590 gulden). In dat geval is voor 8 van de 22 bedrijven het hergebruik ongeveer kostenneutraal, terwijl op de overige bedrijven het nog gemiddeld 235 gulden kost. Volgens ingewijden kan een beetje handige veehouder zelfs toe met een investeringsbedrag van 1.500 gulden (jaarkosten 355 gulden).

Afstemming tractorgebruik

In hoeverre deze maatregel in de basissituatie reeds wordt toegepast is niet anders na te gaan dan door het vergelijken van het aanwezige tractorvermogen met het benodigde tractorvermogen voor de activiteiten die op de bedrijven plaatsvinden. Kwalitatief valt dienaangaande aan te geven dat voor 24 van de 40 bedrijven (60 %) geen besparing op diesilverbruik kan worden aangegeven (zie paragraaf 3.4).

3.3 Besparingsmaatregelen elektriciteits- en waterverbruik

3.3.1 Voorkoeler

In de groep van deelnemende bedrijven aan het project zijn 3 bedrijven die de voorkoeler niet gebruiken, maar waar het economisch gezien wel uit kan. Deze bedrijven kunnen met de voorkoeler gemiddeld 4.100 kWh besparen. Hierdoor zijn de uitgespaarde kosten voor elektriciteit ruim 100 gulden per jaar hoger dan de voorkoeler jaarlijks kost. Voor de overige bedrijven biedt de besparingsmaatregel economisch gezien geen voordelen (het kost zelfs gemiddeld 250 gulden per jaar). Wel kunnen die bedrijven allemaal er elektriciteit mee besparen, gemiddeld 2.400 kWh per bedrijf per jaar.

3.3.2 Warmteterugwinning

In de basissituatie wordt al op 11 van de 40 projectbedrijven warmteterugwinning toegepast. Voor 4 bedrijven waar het nog niet wordt toegepast zijn de perspectieven goed. Door de maatregel besparen zij gemiddeld 6.200 kWh per bedrijf per jaar, hetgeen hen (na aftrek van alle kosten) ook nog eens een kleine 500 gulden per jaar oplevert. Hierbij is nog geen rekening gehouden met de gunstige effecten van de VAMIL-regeling, EIA-regeling (335 gulden lagere jaarkosten) en de besparing op verwarmingskosten als het overtollige warmteterugwinningswater privé kan worden gebruikt (gemiddeld 115 m³ per bedrijf à 13 gulden = maximaal 1.500 gulden per jaar). Op de overige bedrijven is het economisch perspectief niet gunstig.

Wordt echter wel rekening gehouden met de EIA-regeling, dan is op nog maar 13 van de 40 bedrijven het economisch gezien niet aantrekkelijk om warmteterugwinning toe te passen, de maatregel kost dan nog gemiddeld 150 gulden per bedrijf per jaar. Kan daarnaast al het overtollige warmteterugwinningswater privé worden gebruikt, dan is de maatregel voor alle 40 bedrijven economisch aantrekkelijk. Gemiddeld over alle bedrijven levert de maatregel 1.500 gulden per bedrijf per jaar op. Er wordt dan echter niet op alle bedrijven minder elektriciteit verbruikt. Op 10 van de 40 bedrijven wordt er juist meer elektriciteit verbruikt, doordat het extra elektriciteitsverbruik voor koelen (zie paragraaf 3.1) niet volledig wordt gecompenseerd door het lagere elektriciteitsverbruik voor verwarming van het reinigingswater. Per saldo is het elektriciteitsverbruik gemiddeld zo'n 800 kWh per bedrijf per jaar hoger. Op de overige 30 projectbedrijven wordt echter jaarlijks gemiddeld ruim 3.700 kWh per bedrijf bespaard.

3.3.3 Voorkoeler & warmteterugwinning

Het is ook mogelijk om zowel een voorkoeler als warmteterugwinning op het bedrijf toe te passen om op het elektriciteitsverbruik te besparen. Voor de standaard investeringsbedragen (resp. 4.000 en 4.500 gulden, jaarkosten van resp. 740 en 833 gulden) is het voor slechts 6 bedrijven economisch gezien aantrekkelijk. Gemiddeld levert dit een netto kostenbesparing op van 400 gulden per bedrijf. Wordt hierbij ook rekening gehouden met de VAMIL-regeling, EIA-regeling en het privé-gebruik van het overtollige warmteterugwinningswater, dan zijn de maatregelen op die 6 bedrijven helemaal aantrekkelijk. De elektriciteitsbesparing

bedraagt daarbij gemiddeld 8.800 kWh per bedrijf per jaar. Voor de andere 34 bedrijven kosten de maatregelen bij de standaard investeringsbedragen gemiddeld ruim 750 gulden per bedrijf per jaar. De elektriciteitsbesparing bedraagt voor deze 34 bedrijven gemiddeld krap 5.100 kWh per bedrijf per jaar. Voor de rest geldt hetzelfde verhaal als bij de afzonderlijke maatregel warmteterugwinning. Wordt rekening gehouden met de EIA-regeling en kan het overtollige warmteterugwinningswater privé worden gebruikt, dan bieden deze gecombineerde maatregelen voor de meeste bedrijven economisch en energetisch gezien perspectief.

3.3.4 Hergebruik reinigingswater

Voor alle bedrijven die al in de basissituatie hergebruik toe te passen is dit economisch gezien aantrekkelijk. Door de maatregel besparen deze bedrijven (7 van de 40) gemiddeld 62 m³ water per bedrijf per jaar. Op de overige bedrijven kost hergebruik bij het standaard investeringsbedrag (3.500 gulden) gemiddeld ruim 400 gulden per bedrijf per jaar. De waterbesparing bedraagt daarbij gemiddeld 73 m³ / bedrijf / jaar. Wordt gerekend met het investeringsbedrag uit de praktijk (2.500 gulden), dan kost hergebruik nog op 15 van de 40 bedrijven geld (gemiddeld een kleine 300 gulden/bedrijf/jaar). En als wordt gerekend met het investeringsbedrag van 1.500 gulden, dan kost hergebruik nog maar op 5 van de 40 bedrijven geld (ruim 200 gulden gemiddeld per bedrijf per jaar). Voor de bedrijven die het reinigingswater lozen in de mestopslag geldt dat bij nieuwbouw door hergebruik van reinigingswater de mestopslag kleiner kan worden gebouwd. Dit biedt hen dan een (extra) besparing van de jaarlijkse kosten.

3.3.5 Reinigingsmethoden

In de basissituatie wordt op 25 van de 40 projectbedrijven via een reinigungsautomaat de melkinstallatie gereinigd. De 15 andere bedrijven regelen de reiniging handmatig, op de meeste bedrijven lijkt dit te maken te hebben met hergebruik van reinigingswater dat daar wordt toegepast. Opvallend is dat verandering van reinigingsmethode op alle bedrijven met handmatig geregelde reiniging geld kost. Alleen op 5 bedrijven met een reinigungsautomaat zou verandering van reinigingsmethode min of meer kostenneutraal kunnen worden toegepast, en dan nog met name doordat ze hierdoor met een boiler minder toekunnen ! Dit heeft voor doorschuifreiniging betrekking op 3 van genoemde 5 bedrijven, voor hittereiniging heeft het betrekking op 1 van de 5 bedrijven, voor voorraadreiniging heeft het betrekking op 3 van de 5 bedrijven en voor stapelreiniging heeft het betrekking op 4 van de 5 genoemde bedrijven. De doorgerekende alternatieve reinigingsmethoden maken het wel mogelijk om jaarlijks op voornoemde bedrijven te besparen op het verbruik van elektriciteit en water. Zo kunnen de eerdergenoemde 3 bedrijven door het toepassen van doorschuifreiniging gemiddeld 2.700 kWh en 60 m³ water per bedrijf besparen. Het bedrijf met hittereiniging zou ruim 1.100 kWh en 75 m³ kunnen besparen. Voor de 3 bedrijven met voorraadreiniging zou dit ruim 800 kWh en 35 m³ per bedrijf zijn. Het toepassen van stapelreiniging zou de desbetreffende 4 bedrijven een jaarlijkse besparing opleveren van bijna 4.300 kWh en 70 m³.

Het is overigens niet zo dat alle de 4 alternatieve reinigingsmethoden het mogelijk maken op alle bedrijven te besparen op het elektriciteits- en waterverbruik. Zowel bij toepassing van doorschuif- als bij toepassing van stapelreiniging wordt namelijk op 21 van de 40 bedrijven zelfs \pm 1.500 kWh **meer elektriciteit** en op 9 bedrijven \pm 30 m³ **meer water** dan in de basissituatie verbruikt. Op de overige bedrijven wordt bij doorschuifreiniging ruim 2.000 kWh en bij stapelreiniging ruim 3.000 kWh per bedrijf bespaard. Bij beide reinigingsmethoden wordt daarnaast jaarlijks gemiddeld 40 m³ water per bedrijf bespaard. Per saldo kosten beide reinigingsmethoden op deze overige bedrijven gemiddeld 300 gulden per bedrijf per jaar. Toepassing van voorraadreiniging levert op 15 van de 40 bedrijven een elektriciteitsbesparing op van gemiddeld 900 kWh per bedrijf (kost per saldo gemiddeld 200 gulden per jaar). Op de overige bedrijven neemt het elektriciteitsverbruik gemiddeld toe met 1.800 kWh. Het toepassen van hittereiniging levert maar op 1 bedrijf een besparing van het elektriciteitsverbruik op (zie vorige alinea). Gemiddeld over de overige bedrijven kost deze reinigingsmethode 4.000 kWh meer elektriciteit dan in de basissituatie.

3.4 Besparingsmaatregelen diesilverbruik

Zoals in paragraaf 3.1 is aangegeven kan het diesilverbruik worden verminderd door voor de activiteiten die tractor te gebruiken waarvan het vermogen is afgestemd op het benodigd vermogen van de desbetreffende activiteiten. Het blijkt dat dit op 10 van de 40 projectbedrijven mogelijk is, in ieder geval in theorie. Deze bedrijven zouden met iets lichtere tractoren toe kunnen, gemiddeld 18 kW = 25 pk minder. Hierdoor kan het diesilverbruik worden verminderd met gemiddeld een kleine 900 liter per bedrijf per jaar. Naast een besparing op de jaarkosten voor de tractoren (een lichtere tractor kost over het algemeen minder en heeft dus lagere jaarkosten) nemen de kosten voor diesilverbruik dan ook nog eens af met gemiddeld 600 gulden per bedrijf per jaar. Deze maatregel heeft geen wezenlijke verandering van de bedrijfsvoering tot gevolg.

Op 6 andere bedrijven kan op het diesilverbruik worden bespaard door een kleine aanpassing van de bedrijfsvoering en het verder optimaliseren van het tractorgebruik. De aanpassing van de bedrijfsvoering betreft het in loonwerk laten uitvoeren van de mestaanwending op gras- en/of maïsland. Het diesilverbruik op het bedrijf kan dan gemiddeld met 1.600 liter per jaar omlaag. Een en ander heeft natuurlijk wel consequenties voor het kostenplaatje op het bedrijf. Enerzijds moet de loonwerker worden betaald, anderzijds bespaart de veehouder op dieselkosten, op jaarkosten voor de mestaanwendingsapparatuur en op jaarkosten voor de tractoren. De bedrijven kunnen namelijk met iets lichtere tractoren toe (gemiddeld 16 kW = 22 pk minder), terwijl daarnaast op 3 van de 6 bedrijven in deze situatie een tractor overbodig blijkt te zijn (van ruim 50 kW = 70 pk). De lagere dieselkosten bedragen ongeveer 1.100 gulden per bedrijf per jaar. In dit scenario zou de loonwerker op de bedrijven gemiddeld zo'n 1.100 m³ dierlijke mest moeten aanwenden (op gemiddeld 30 hectare). Bij een tarief van 6,5 gulden per m³ kost het aanwenden ongeveer 7.100 gulden per bedrijf per jaar. De besparing op de jaarlijkse kosten voor tractoren en mestaanwendingsapparatuur moet dus jaarlijks meer dan 6.000 gulden per bedrijf bedragen, anders is het economisch gezien sowieso niet aantrekkelijk om de bedrijfsvoering aan te passen. Het kostenplaatje wordt iets gunstiger als de veehouder zijn bespaarde arbeidsuren op een andere manier tot waarde kan brengen.

Op de overige 24 van de 40 projectbedrijven is het niet goed mogelijk om te besparen op het diesilverbruik via een betere afstemming van het aanwezige tractorvermogen op het benodigde tractorvermogen voor de activiteiten die op de bedrijven plaatsvinden. Anders gezegd: op deze bedrijven lijkt het tractorgebruik goed te zijn afgestemd op de werkzaamheden.

4 CONCLUSIES

4.1 Algemeen

De melkveehouder krijgt een goede indruk van het totale elektriciteitsverbruik op zijn bedrijf door van het jaarverbruik het privé-verbruik af te trekken. Dit privé-verbruik is te schatten met behulp van de 'quick-scan' van NUON (stap 2 in het project; zie bijlage 1). Het totale diesilverbruik op zijn bedrijf is te schatten door de aangekochte liters diesel in het desbetreffende jaar te corrigeren voor de toe- of afname van het aantal liters in voorraad (in machines, tractoren en dieseltank).

Een gedetailleerder beeld van het energieverbruik op het melkveebedrijf wordt verkregen door het systeem voor Bedrijfsinterne Milieuzorg (BIM) uit te breiden met een aantal bedrijfsspecifieke gegevens over de voedervoorziening en de melkinstallatie (zie bijlage 2). Het computerprogramma ENE van het PR berekent dan uit deze gegevens het diesilverbruik en het programma WWE berekent het elektriciteitsverbruik op het bedrijf (stap 3 in het project; zie bijlage 1). Deze programma's zijn daarnaast goed bruikbaar voor het doorrekenen van maatregelen gericht op vermindering van het elektriciteits- en diesilverbruik.

De maatregelen die de veehouder kan nemen om het elektriciteitsverbruik te verminderen zijn afhankelijk van de bedrijfssituatie. Door toepassing van de voorkoeler en/of warmteterugwinning kan gemiddeld over de bedrijven ruim 20 % van het elektriciteitsverbruik worden vermindert. Hiervan wordt al ruim 5 % in de basissituatie gerealiseerd. Toepassing van hittereiniging als reinigingsmethode van de melkinstallatie biedt slechts op 1 bedrijf perspectief voor elektriciteitsbesparing (bijna 5 %), terwijl toepassing van de andere reinigingsmethoden op 19 van de 40 bedrijven in het project perspectieven biedt (ruim 5 % elektriciteitsbesparing).

De maatregelen die de veehouder kan nemen om het diesilverbruik te verminderen zijn eveneens afhankelijk van de bedrijfssituatie. Zo blijkt uit het project dat op 40 % van de bedrijven het diesilverbruik is te verminderen door optimalisering van het tractorgebruik en/of de mestaanwending in loonwerk te laten uitvoeren. Gemiddeld over die bedrijven bedraagt de dieselbesparing dan ruim 25 % van het verbruik in de basissituatie. Het diesilverbruik door de loonwerker neemt dan wel toe. Maar doordat de loonwerker tractor en machine beter op de werkzaamheden kan afstemmen wordt per saldo ook diesel bespaard.

Het energiezorgsysteem is voor de individuele melkveehouder in de praktijk goed toepasbaar als hij de vragenlijst invult (bijlage 2) en de gegevens laat doorrekenen, analyseren en zich laat adviseren door de desbetreffende deskundigen (onder andere PR, DLV en NUON).

Uit de studie valt af te leiden dat de economische haalbaarheid om besparingsmaatregelen voor elektriciteit toe te passen onder andere afhankelijk is van het aantal koeien op het bedrijf, verwarmingsbron van het reinigingswater (gas- of elektrische boiler), het tijdstip waarop het reinigingswater wordt verwarmd met een elektrische boiler (nacht- en/of dagtarief) en de reinigingsmethode. In tabel 9 staat een overzicht van een aantal vuistregels die in het algemeen te hanteren zijn om te bepalen of een bepaalde besparingsmaatregel economisch aantrekkelijk is.

Tabel 9. Vuistregels voor minimale bedrijfsomvang (in aantal melkkoeien) wil de desbetreffende besparingsmaatregel voor elektriciteit economisch aantrekkelijk zijn (De Koning et al., 1995).

	ELEKTRICITEIT	GAS
Warmteterugwinning	> 40	>> 150
Voorkoeler	> 80	> 80
Warmteterugwinning + voorkoeler	> 50	> 130
Hitte-, doorschuif-, stapel- of voorraadreiniging	- ¹⁾	- ¹⁾

¹⁾ Alleen bij **elektrisch** verwarmen reinigingswater kan het incidenteel economisch aantrekkelijk zijn over te stappen op een van deze methoden, als veehouder al automatisch reinigt en een boiler kan besparen

4.2 Projectbedrijven versus BIM-bedrijven

De 40 melkveebedrijven die deelnemen aan dit project zijn net iets groter en intensiever dan de BIM-bedrijven in regio Oost, die dienen als referentie. In het algemeen hebben grotere melkveebedrijven

schaalvoordelen ten opzichte van kleinere bedrijven, ook ten aanzien van elektriciteitsverbruik. Dit is ook het geval binnen de 40 projectbedrijven het geval. Desondanks verbruiken de projectbedrijven per koe gemiddeld ruim 5 % meer elektriciteit dan de oostelijke BIM-bedrijven (exclusief beregenen). Voor beregenen is per koe het elektriciteitsverbruik op de projectbedrijven bijna 70 % hoger. Een en ander duidt erop dat op de projectbedrijven in principe ruimte aanwezig is om het elektriciteitsverbruik te verminderen, hoewel in de basissituatie al 30 % van de projectbedrijven besparingsmaatregelen toepast

Het dieselverbruik per hectare (exclusief beregenen) ligt op de projectbedrijven in de basissituatie ongeveer 10 % hoger dan op de oostelijke BIM-bedrijven. Het dieselverbruik per hectare voor beregenen ligt op een onderling vergelijkbaar niveau.

De totale hoeveelheid afvalwater ligt op de projectbedrijven gemiddeld 40 % hoger dan op de BIM-bedrijven in regio Oost.

4.3 Besparingsmaatregelen op de projectbedrijven

In detail kan ten aanzien van de besparingsmaatregelen het volgende worden geconcludeerd:

- De **voorkoeler** is op 10 % van de projectbedrijven economisch aantrekkelijk. Deze bedrijven besparen er tussen de 3.800 en 5.200 kWh per jaar aan elektriciteit mee. Per saldo bespaart de voorkoeler tussen 100 en 400 gulden jaarlijks aan kosten.
De overige bedrijven besparen er gemiddeld 2.400 kWh per jaar mee, maar dat kost hen jaarlijks ongeveer 250 gulden.
- Toepassing van **warmteterugwinning** levert op 75 % van de projectbedrijven een besparing van het elektriciteitsverbruik op. Gemiddeld is dit ruim 3.700 kWh per bedrijf per jaar. Op de overige 25 % van de projectbedrijven wordt juist gemiddeld 800 kWh meer elektriciteit verbruikt bij warmteterugwinning. De jaarlijkse kosten die aan warmteterugwinning zijn verbonden worden met name bepaald door de fiscale aftrekmogelijkheid (in het kader van de Energie Investeringsaftrek) en de mate waarin het "overtollige" warmteterugwinningswater privé kan worden gebruikt. Is privé-verbruik mogelijk, dan is op alle project-bedrijven warmteterugwinning economisch aantrekkelijk.
- **Hergebruik van reinigingswater** is op 7 van de 40 projectbedrijven economisch aantrekkelijk en bespaart er gemiddeld 62 m³ water per bedrijf per jaar.
Op de overige bedrijven wordt gemiddeld 73 m³ per bedrijf per jaar bespaard. Afhankelijk van het investeringsbedrag kost het hergebruik hen gemiddeld tot 400 gulden per jaar.
- **Doorschuifreiniging** is op 3 bedrijven economisch aantrekkelijk en bespaart er gemiddeld 2.700 kWh en 60 m³ water per bedrijf. Op 21 bedrijven wordt gemiddeld ± 1.500 kWh meer verbruikt, terwijl op de overige bedrijven wordt gemiddeld ruim 2.000 kWh wordt bespaard.
- **Stapelreiniging** is op 4 bedrijven economisch aantrekkelijk en levert er een jaarlijkse besparing op van bijna 4.300 kWh en 70 m³ water. Op 21 bedrijven wordt gemiddeld ± 1.500 kWh meer verbruikt, terwijl op de overige bedrijven gemiddeld ruim 3.000 kWh wordt bespaard.
- **Voorraadreiniging** is op 3 bedrijven economisch aantrekkelijk en levert er een jaarlijkse besparing op van ruim 800 kWh en 35 m³ water per bedrijf. Op 15 van de 40 bedrijven wordt gemiddeld 900 kWh per bedrijf bespaard, terwijl op de overige bedrijven het elektriciteitsverbruik gemiddeld toeneemt met 1.800 kWh.
- **Hittereiniging** is op 1 bedrijf economisch aantrekkelijk en bespaart ruim 1.100 kWh en 75 m³ water. Op de overige bedrijven kost deze reinigingsmethode gemiddeld 4.000 kWh meer elektriciteit dan in de basissituatie.
- Afstemming van beschikbaar op benodigd **tractorvermogen** maakt het mogelijk om op 10 van de 40 bedrijven gemiddeld een kleine 900 liter diesel per bedrijf per jaar te besparen. Naast besparing op jaarkosten voor de tractoren zullen de dieselkosten ook nog eens 600 gulden per jaar lager zijn.
Op 6 andere bedrijven kan gemiddeld 1.600 liter diesel worden bespaard door de mestaanwending in loonwerk te laten uitvoeren en het tractorgebruik verder te optimaliseren. Gemiddeld kost dit 6.000 gulden per bedrijf per jaar, exclusief lagere jaarkosten voor eigen mechanisatie en de waarde van de bespaarde arbeidsuren.
Op de overige 24 bedrijven lijkt het tractorgebruik goed te zijn afgestemd op de werkzaamheden en valt er geen diesel te besparen.

Literatuur

Anonymus, 1997a. VAMIL-afschrijvingen. Milieu-investeringen. Milieulijst 1997. Serie Milieu & bedrijven. Ministerie van Volks-huisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Den Haag.

Anonymus, 1997b. Energie-investeringsaftrek. Energielijst 1997. Serie Energie & bedrijven. Ministerie van Economische Zaken, Den Haag.

Anonymus, 1996. Spülautomat ENVISTAR. Betriebsanleitung und Ersatzteilliste. Edition 0396. Westfalia Separator AG, Oelde (Deutschland).

Boerekamp, J.A.M., J. Aalenhuis en C.J.A.M. de Koning, 1995. Model Water en Energieverbruik Melkwinning. PR-publicatie nr. 104. Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden, Lelystad.

Van der Haven, M.C., C.J.A.M. de Koning, H. Wemmenhove en R. Westerbeek, 1996. Handboek Melkwinning. Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden, Lelystad.

Hageman, I. en F. Mandersloot, 1994. Model energieverbruik melkveebedrijf. PR-publicatie nr. 86. Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden, Lelystad.

De Koning, C.J.A.M. en P. Knies, 1995. Status van de warmtepomp in de Melkveehouderij. Informatie en Kennis Centrum Landbouw, afdeling RSP, Lelystad.

Lange, J.M. de, 1991. Energieverbruik op Friese melkveebedrijven, nu en in de toekomst. IMAG-rapport nr. 91-18. IMAG-DLO, Wageningen.

Welten, J.P.P.J., 1994. Monitoring van het energieverbruik in de veehouderij 1991/92. LEI-DLO, Den Haag.

Bijlage 1. Overzicht stappen in het project

Het project is verdeeld in een viertal stappen.

Stap 1: Uitbreiding van het protocol van de Bedrijfsinterne Milieuzorg met een deel voor de energie-monitoring op melkveebedrijven door het Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden (PR). Welke bedrijfsspecifieke gegevens hiervoor nodig is staat in bijlage 2.

Stap 2: Stuurgroep Landbouw en Milieu (LAMI) in Gelderland benadert een veertigtal melkveebedrijven in Oost-Gelderland om mee te doen aan het testen van het energiezorgsysteem in de praktijk. Op deze bedrijven neemt een adviseur van energiemaatschappij NUON de stand(en) van de elektriciteitsmeter(s) op en schat er met behulp van hun 'quickscan'-methode het privé-deel van het elektriciteitsverbruik. Door van de meterstanden het privé-deel af te trekken is het elektriciteitsverbruik op het melkveebedrijf bepaald. Dus:

bedrijfsverbruik = totaal elektriciteitsverbruik (stand meters) minus privé-verbruik ('quickscan')

Daarnaast inventariseert een voorlichter van DLV op deze bedrijven de gegevens voor de energie-monitoring met het protocol ontwikkeld in de eerste stap.

Stap 3: Het PR berekent het elektriciteits- en diesilverbruik op de bedrijven aan de hand van de gegevens uit de vorige stap. Hierbij gebruikt het PR het computerprogramma WWE voor het elektriciteitsverbruik en het programma ENE voor het diesilverbruik. Het resultaat van de berekening is een goed overzicht van alle verbruiksactiviteiten op de bedrijven in de basissituatie (voor de meeste bedrijven de situatie in 1996):

bedrijfsverbruik (Nuon uit stap 2) = som van het elektriciteitsverbruik voor

- melkwinning (capaciteit vacuümpomp * aantal draaiuren; opgave via DLV)
- reiniging melkinstallatie (gegevens uit protocol in computerprogramma WWE)
- melkkoeling (gegevens uit protocol in computerprogramma WWE)
- beregening (gegevens uit het protocol in computerprogramma ENE)
- overig (restpost: aftrekken bovenstaande verbruiken van het bedrijfsverbruik)

diesilverbruik = verbruik van diesel op het bedrijf voor

- maaien gras om in te kuilen
- schudden en wiersen gras
- inkuilen en aanrijden graskuil
- oogsten en inkuilen maïs
- verzorgen grasland (slepen, rollen en bloten van grasland)
- kunstmest strooien
- aanwenden dierlijke mest op gras
- aanwenden dierlijke mest op maïs
- voeren van de veestapel
- teelt en voeren van bieten
- zomerstalvoeding
- beregenen met pomp aangedreven door dieselmotor

Stap 4: Het PR rekt een aantal maatregelen door, gericht op besparing van het elektriciteits- en diesilverbruik op de bedrijven. Het PR bepaalt daarbij -naast de effecten op het verbruik van elektriciteit, water en diesel- ook het economisch effect van de besparingsmaatregelen.

Bijlage 2. Vragenlijst energiezorgsysteem volgens BIM-protocol

Naam:

Adres:

Postcode en Woonplaats:

Telefoon:

ALGEMEEN

Bedrijfsoppervlakte in gebruik

Methode mesttoediening: zodebemesten / injecteren / sleepslang / bovengronds

Kavel	ha.	methode mest toed.	hvh	grondsoort	GT-trap
grasland-huiskavel		
grasland op afstand		
mais		
overige voedergew.				
akkerbouw/tuinbouw				
Totaal					

GT-trap : zeer droog / droog / normaal / vochtig

Veebezetting (gemiddeld over 1996, geschat)

Diergroep	Aantal	Beweidingssysteem
Melkkoeien
pinken
kalveren
.....
vleesvarkens
zeugen
.....

Beweidingssysteem koeien: dag en nacht / alleen overdag weiden / zomerstalvoeding / summerfeeding

N-gift per ha. incl of excl. org.mest. kg per ha

zelfvoorzienend ja/nee

aankoop ruwvoer ton of ha.

aankoop krachtvoer ton/jaar

Bijvoeding in weideperiode:

Staltype melkkoeien: ligboxenstal / grupstal /

Melkproductie (jaar: 1996)

afgeleverde melk :kg

afkalfpatroon : voorjaar / najaar / gespreid / vlak

ENERGIE- EN BRANDSTOFVERBRUIK

Elektriciteitsafrekening:

Laatst bekende afrekening gaat over de periode van tot

Totaal verbruik kWh

w.v. laag tarief kWh

 hoog tarief kWh

Gebruikt u een: voorcoeler: ja / nee

 warmtepomp: ja / nee

 WP privé gebruiken ja/nee, hvh. warm water per dagl

Waarmee verwarmt u het water (gas / electriciteit / anders)

 voor privé:

 voor rundveebedrijf:

 voor

Kunstmelk of volle melk aan kalveren. Hoe water verwarmen?

Overig **gasverbruik** voor het rundveebedrijf, boiler hh155, in200, in230

 aardgas voor

 propaan voor, ca.l/jaar.

 voor, ca.l/jaar.

Berekening (uren in het seizoen waar de rekening van is!)

met electromotor kW, aantal uren berekend in 19. .

 diesel pk, aantal uren berekend in 19. .

 dieselverbruik per uur circa l.

Berekening wel / niet

Gemiddeld per jaar: ha x keer beregenen à mm per keer.

methode : haspel, kanon of sproeiers met buizen of slang

Diesel / HBO liter per jaar voor trekkers en

Aantal en vermogen (kW) trekkers

Loonwerk voor de volgende werkzaamheden: (eventueel percentage erachter)

- maaien %
- harken
- inkuilen
- aanrijden graskuil
- mais inkuilen
- ploegen
- mestaanwending grasland
- mestaanwending maisland
- voeren in Winter - zelfvoeding
- kuilvoersnijder
- doseerwagen

Mechanisatie graad: hoog / gemiddeld / laag

Type maaier: schijf / trommel wel / geen kneuzer

Maaipercentage: %

Aantal keren schudden: keer

WATERGEBRUIK EN AFVALWATER

Watergebruik (zie jaarrekening) leidingwater m³
Totaalbedrag f

Water uit eigen bron? (wel / niet) Dit wordt gebruikt voor:

Ontijzeringsinstallatie ja / nee

.....

Waarvan drinkt het rundvee in de weide?

Melkinstallatie

Grupstal: Aantal apparaten:

Melkstal: standen apparaten, visgraat / (open) tandem /

melkglazen wel / niet

melkmeters wel / niet

ruime leiding wel / niet

Vermogen vacuümpomp (kW):

Hoe lang draait pomp per dag (uur):

Reinigen met zuur, ja, hoe vaak:

Aantal melkmalen per dag: 2 maal, 3 maal

Type reinigungsautomaat: auto / hitte / voorraad / doorschuif / stapel / handmatig

Spoelwater reiniging melkinstallatie per melkbeurt:

voorspoeling l temperatuur water: graden

hoofdreiniging l temperatuur water: graden

naspoeling l

Afvalwater reiniging **melktank** per keer l

Type reiniging: bol / spatter

Hoe vaak wordt tank geleegd

Overig waterverbruik tanklokaal (emmers wassen e.d.) l/dag

Overig waterverbruik melkstal: - schoonmaken melkstellen veel / normaal / weinig water

- schoonmaken uiers wel / geen water

Lozing afvalwater: - mestput, kosten uitrijden f...../ m³, max. opslagmnd.

- riool, kosten rioolrecht / vervuilingseffing

- rietveld

- overig

Hergebruik afvalwater: ja / nee,

welk water voorspoeling / hoofdreiniging / nareiniging / melktank

lage druk / hoge druk

(Afval) water schoonspuiten **melkstal** per melkbeurt l

Bijlage 3. Voorbeeld output studie: bedrijfsrapport 1

Bedrijfsgegevens

Naam: Boer 1

Plaats: Veehoven

Oppervlakte gras (ha):	29,0
maïs (ha):	7,0
N-gift (kg/ha, incl. org. mest):	330
Graslandgebruikstelsel koeien:	O + 0 (onbeperkt weiden zonder bijvoeding maïs)
Maaipercentsage (% totale opp. gras):	150
Zelfvoorzienend voor ruwvoer:	ja
Aantal melkkoeien:	50
Melkproductie (kg / koe):	7.080 (2 maal daags melken)
Aantal tractoren:	2 (beide 44 kW)
Aantal melkapparaten melkstal:	8
Melkmeting:	geen
Ruime leiding:	ja
Voorkoeler en/of warmteterugwinning:	geen
Aantal boilers	2 (elektrisch)

Berekening van het elektriciteitsverbruik
op het bedrijf heeft betrekking op: 1996

Elektriciteitsverbruik

1. Elektriciteitsmeter

De standen van de elektriciteitsmeter(s) bij u thuis zijn elk jaar opgenomen door de Nuon. In tabel 1 staat een overzicht van de afgelopen 4 jaren.

Tabel 1. Elektriciteitsverbruik (kWh/jaar) en aandeel hoog tarief in periode 1993-1996

	1993	1994	1995	1996
Totaal verbruik	24.361	26.483	21.242	23.515
waarvan laag tarief	12.606	16.494	12.628	14.579
hoog tarief	11.755	9.989	8.614	8.936
percentage hoog tarief	48 %	38 %	41 %	38 %

Uit de tabel blijkt dat u in 1996 voor 38 % gebruik maakt van het 'hoge tarief'. Ter vergelijking: uit de gegevens van de BedrijfsInterneMilieuzorg (BIM) van regio Oost blijkt dat op de melkveebedrijven het percentage 'hoog tarief' gemiddeld 53 % bedroeg. In 1996 maakte u dus duidelijk méér gebruik van het lage tarief dan gemiddeld.

2. Analyse van uw bedrijf

Voor dit energiemonitoringsproject is dhr. ten Bras van de Nuon bij u thuis geweest om samen met u het elektriciteitsverbruik te splitsen in een privédeel en een bedrijfsdeel. De ervaring heeft Nuon geleerd dat de scanmethode voor het bepalen van het privéverbruik tot op 3-4 % nauwkeurig is. In tabel 2 is uw privéverbruik terug te vinden, als resultaat van de scanmethode. Zoals u in tabel 2 ziet verbruikte u in 1996 van het totale elektriciteitsverbruik 27 % voor uw huishouding.

Tabel 2. Elektriciteitsverbruik (kWh/jaar) verdeeld naar privé en bedrijf in 1996

	totaal '96	privé	bedrijf '96	aandeel privé
elektriciteitsverbruik	23.515	6.260	17.255	27 %

Uit tabel 2 is ook af te leiden dat in 1996 het elektriciteitsverbruik op uw bedrijf 17.255 kWh bedroeg. Per koe komt dit neer op 345100 kWh. Ter vergelijking: uit de gegevens van BIM-melkveebedrijven in regio Oost blijkt dat het gemiddelde elektriciteitsverbruik per koe 378 kWh bedraagt. Dit is exclusief 70 kWh per koe voor beregenen.

Hoe het bedrijfsverbruik is verdeeld over de diverse bedrijfsonderdelen, valt af te leiden uit tabel 3. De tabel is opgesteld met behulp van de gegevens over uw bedrijf (die dhr. Grolleman van DLV-Zwolle tijdens zijn bezoek bij u heeft verzameld). Die bedrijfsgegevens (waarvan de belangrijkste staan op de vorige pagina) zijn doorgerekend door het PR.

Tabel 3. Elektriciteitsverbruik (kWh/jaar) op uw bedrijf in '96 verdeeld over de diverse bedrijfsonderdelen

	vacuümpomp	melkkoeling	verwarmen (reinigings)water	beregening	overig
elektriciteitsverbruik	2.738	5.310	5.225	0	3.982
normatief verbruik	3200				

Het normatieve elektriciteitsverbruik van de vacuümpomp in tabel 3 is berekend door het aantal melkstellen op uw bedrijf te vermenigvuldigen met 400 kWh. Deze 400 kWh per melkstel is de hoeveelheid elektriciteit dat de vacuümpomp gemiddeld per jaar verbruikt op de 40 deelnemende bedrijven in dit project (tussen de bedrijven varieerde dit van 200 kWh tot 680 kWh per melkstel per jaar). Nu blijkt uit tabel 3 dat de vacuümpomp op uw bedrijf **minder** elektriciteit verbruikt dan op basis van dit gemiddelde zou worden verwacht.. Dit kan duiden op een kortere melktijd op uw bedrijf dan gemiddeld op de overige bedrijven, wat kan komen doordat de koeien zich vlot laten melken, u met 2 personen melkt en/of de verhouding tussen het aantal melkstellen en het aantal te melken koeien ruim(er) is. In ieder geval is het lagere energieverbruik voor het milieu en **uw beurs** een goede zaak !

3. Besparingsmogelijkheden

In het algemeen zijn er een aantal maatregelen waardoor op een melkveebedrijf bespaard kan worden op het elektriciteitsverbruik. Deze maatregelen zijn (nadere informatie in de bijlage; zie bijlage 5):

- gebruik maken van een voorcoeler
- het toepassen van warmteterugwinning
- de reinigingsmethode van uw melkinstallatie aanpassen

Van deze maatregelen paste u tot op heden nog geen enkele toe op uw bedrijf. Het PR heeft doorgerekend wat u bespaart als u de maatregelen toepast op uw bedrijf. Het resultaat van die berekeningen staat in tabel 4. In de tabel is ook aangegeven welke investeringen de maatregelen vragen. Door het investeringsbedrag te delen op de geldelijke besparing wordt duidelijk op welke termijn de investering is terugverdiend (bij gelijkblijvende prijzen in de toekomst).

Tabel 4. Effecten van het toepassen van de verschillende energiebesparingsmaatregelen op uw bedrijf

		voorkoeler	warmteterugwinning ²⁾	doorschuifreiniging	stapelreiniging
energiebesparing	(kWh)	2.100	3.300	1.600	2.100
waterbesparing	(m ³)	0	0	29	22
financieel effect ¹⁾	(gld)	300	400	400	600
investering	(gld)	4.000	4.500	10.000	9.500
terugverdientijd	(jaar)	nooit	nooit	nooit	nooit

¹⁾ financieel effect van maatregel op bedrijfsresultaat: de kosten voor rente, onderhoud en verzekeringen minus de besparing door lager verbruik van energie en/of water (afgerond op honderd gulden)

²⁾ geen rekening gehouden met fiscale mogelijkheid om investering af te trekken van bedrijfsresultaat en privé-gebruik van overtollig warmteterugwinningswater

Alle in tabel 4 genoemde maatregelen om energie te besparen kosten in uw bedrijfssituatie geld. Jaarlijks zou u er 300 tot 600 gulden op toe leggen als u ze gaat toepassen. Er is een maatregel die wel financieel aantrekkelijk voor u kan zijn: warmteterugwinning. Als u namelijk al het overtollige warmteterugwinningswater op uw bedrijf (wat niet kan worden gebruikt voor reiniging van de melkinstallatie) in uw privé-situatie kunt gebruiken, dan bespaart u door de maatregel per saldo 1.100 gulden per jaar. Kunt u daarnaast een deel van de investering voor warmteterugwinning aftrekken van uw bedrijfsresultaat (in het kader EIA, zie bijlage), dan bespaart de maatregel u 1.400 gulden per jaar.

Het toepassen van hittereiniging (uitleg in de bijlage) op uw bedrijf biedt totaal geen perspectief: het kost u 1.400 gulden per jaar, terwijl het elektriciteits- en waterverbruik zelfs toenemen. Ook het toepassen van voorraadreiniging kost u geld (1.000 gulden) en extra elektriciteit (700 kWh), maar bespaart u 17 m³ water. Een andere, goedkopere methode om water te besparen op uw bedrijf is het toepassen van hergebruik. Met deze maatregel bespaart u 56 m³ water, wat u 100 gulden per jaar kost.

Dieserverbruik

1. Analyse van uw bedrijf

Uw bedrijfsgegevens zijn ook door het PR gebruikt om het dieserverbruik voor de voederverzorging (inclusief eventuele berekening met diesel als krachtbron) op uw bedrijf te bepalen. Het resultaat van die berekeningen staat in tabel 5.

Tabel 5. Dieserverbruik (liter/jaar) op uw bedrijf in '96 verdeeld over de diverse activiteiten

	dieserverbruik
grasland: maaien	0
schudden en wiersen	305
inkuilen + aanrijden	0
slepen, rollen en bloten	217
toedienen organische mest	0
maïsland: oogsten en inkuilen	0
toedienen organische mest	0
kunstmest strooien	215
kuiluithalen	134
TOTAAL voederverzorging	!Syntaxfout,)

Uit tabel 5 blijkt dat in 1996 het dieserverbruik op uw bedrijf 0 liter bedroeg. Per hectare komt dit neer op liter. Ter vergelijking: op de BIM-bedrijven in regio Oost is dit gemiddeld 106 liter diesel/hectare (exclusief 58 liter/ha voor beregenen). Dit grote verschil is te verklaren doordat u veel in loonwerk laat doen.

2. Besparingsmogelijkheden

Net als bij het elektriciteitsverbruik zijn bij het diesilverbruik ook een aantal mogelijkheden op te noemen om op het diesilverbruik op uw bedrijf te besparen:

- afstemmen van het vermogen van uw tractor(en) op de bewerkingen voor de voederverzorging
- het laten uitvoeren van bewerkingen in loonwerk

De berekening van het diesilverbruik op uw bedrijf is gebaseerd op de werkzaamheden waarvan u heeft opgegeven die in eigen mechanisatie uit te voeren. Na doorrekenen van de besparingsmogelijkheden bij deze werkzaamheden is gebleken dat op uw bedrijf het diesilverbruik met bijna 40 % omlaag kan. Dit kan door één 44 kW tractor te vervangen door een lichtere tractor van 30 kW. Voor een aantal werkzaamheden is het vermogen van 30 kW ruim voldoende. Doet u dat werk met de zwaardere tractor (44 kW), dan vraagt dat meer diesel. Bij benadering scheelt dit 240 liter diesel. Winst voor het milieu en uw beurs. Bij uw besluit om deze besparingsmogelijkheid toe te passen spelen natuurlijk ook een aantal andere dingen een rol (zoals het kennen van de voorgeschiedenis van uw huidige tractor). Aan u om de beste keuze te maken in uw situatie. Dit geldt ook voor de mogelijkheden om elektriciteit te besparen. Voor verder advies kunt u altijd bij de DLV terecht. Wij wensen u veel succes met uw keuzen en de rest van uw bedrijfsvoering.

Bijlage 4. Voorbeeld output studie: bedrijfsrapport 2

Bedrijfsgegevens

Naam: Boer 2

Plaats: Veehoven

Oppervlakte gras (ha): 32,0
maïs (ha): 12,0
N-gift (kg/ha, incl. org. mest): 345
Graslandgebruikstelsel koeien: O + 3,5 (onbeperkt weiden met bijvoeding van 3,5 kg ds maïs)
Maaipercentsage (% totale opp. gras): 230
Zelfvoorzienend voor ruwvoer: nee (aankoop van 4 ha maïs)

Aantal melkkoeien: 82
Melkproductie (kg / koe): 5.610 (2 maal daags melken)

Aantal tractoren: 2 (beide 44 kW)

Aantal melkapparaten melkstal: 10
Melkmeting: meters
Ruime leiding: ja
Voorcoeler en/of warmteterugwinning: geen
Aantal boilers: 2 (elektrisch)

Berekening van het elektriciteitsverbruik
op het bedrijf heeft betrekking op: 1996

Elektriciteitsverbruik

1. Elektriciteitsmeter

De standen van de elektriciteitsmeter(s) bij u thuis zijn elk jaar opgenomen door de Nuon. In tabel 1 staat een overzicht van de afgelopen 4 jaren.

Tabel 1. Elektriciteitsverbruik (kWh/jaar) en aandeel hoog tarief in periode 1993-1996

	1993	1994	1995	1996
Totaal verbruik	30.772	34.431	32.417	33.124
waarvan laag tarief	13.723	16.088	15.147	18.218
hoog tarief	17.049	18.343	17.270	14.906
percentage hoog tarief	55 %	53 %	53 %	45 %

Uit de tabel blijkt dat u in 1996 voor 38 % gebruik maakt van het 'hoge tarief'. Ter vergelijking: uit de gegevens van de BedrijfsInterneMilieuzorg (BIM) van regio Oost blijkt dat op de melkveebedrijven het percentage 'hoog tarief' gemiddeld 53 % bedroeg. In 1996 maakte u dus duidelijk méér gebruik van het lage tarief dan gemiddeld.

2. Analyse van uw bedrijf

Voor dit energiemonitoringsproject is dhr. ten Bras van de Nuon bij u thuis geweest om samen met u het elektriciteitsverbruik te splitsen in een privédeel en een bedrijfsdeel. De ervaring heeft Nuon geleerd dat de scanmethode voor het bepalen van het privéverbruik tot op 3-4 % nauwkeurig is. In tabel 2 is uw privéverbruik terug te vinden, als resultaat van de scanmethode. Zoals u in tabel 2 ziet verbruikte u in 1996 van het totale elektriciteitsverbruik 27 % voor uw huishouding.

Tabel 2. Elektriciteitsverbruik (kWh/jaar) verdeeld naar privé en bedrijf in 1996

	totaal '96	privé	bedrijf '96	aandeel privé
elektriciteitsverbruik	23.515	5.600	17.915	24 %

Uit tabel 2 is ook af te leiden dat in 1996 het elektriciteitsverbruik op uw bedrijf 17.255 kWh bedroeg. Per koe komt dit neer op 345100 kWh. Ter vergelijking: uit de gegevens van BIM-melkveebedrijven in regio Oost blijkt dat het gemiddelde elektriciteitsverbruik per koe 378 kWh bedraagt. Dit is exclusief 70 kWh per koe voor beregenen.

Hoe het bedrijfsverbruik is verdeeld over de diverse bedrijfsonderdelen, valt af te leiden uit tabel 3. De tabel is opgesteld met behulp van de gegevens over uw bedrijf (die dhr. Grolleman van DLV-Zwolle tijdens zijn bezoek bij u heeft verzameld). Die bedrijfsgegevens (waarvan de belangrijkste staan op de vorige pagina) zijn doorgerekend door het PR.

Tabel 3. Elektriciteitsverbruik (kWh/jaar) op uw bedrijf in '96 verdeeld over de diverse bedrijfsonderdelen

	vacuümpomp	melkkoeling	verwarmen (reinigings)water	beregening	overig
elektriciteitsverbruik	6.570	6.900	11.200	0	2.854
normatief verbruik	3200				

Het normatieve elektriciteitsverbruik van de vacuümpomp in tabel 3 is berekend door het aantal melkstellen op uw bedrijf te vermenigvuldigen met 400 kWh. Deze 400 kWh per melkstel is de hoeveelheid elektriciteit dat de vacuümpomp gemiddeld per jaar verbruikt op de 40 deelnemende bedrijven in dit project (tussen de bedrijven varieerde dit van 200 kWh tot 680 kWh per melkstel per jaar). Nu blijkt uit tabel 3 dat de vacuümpomp op uw bedrijf **meer** elektriciteit verbruikt dan op basis van dit gemiddelde zou worden verwacht.. Dit kan duiden op een langere melktijd op uw bedrijf dan gemiddeld op de overige bedrijven, wat kan komen doordat de koeien zich niet zo vlot laten melken en/of de verhouding tussen het aantal melkstellen en het aantal te melken koeien krap(per) is. Ook kan het zijn dat de vacuümpomp niet goed is afgesteld. Wellicht dat het de moeite waard is om hierover een deskundige te raadplegen (bijvoorbeeld DLV of leverancier van de melkinstallatie). Als dat leidt tot een lager energieverbruik, dan is dat voor het milieu en **uw beurs** een goede zaak !

3. Besparingsmogelijkheden

In het algemeen zijn er een aantal maatregelen waardoor op een melkveebedrijf bespaard kan worden op het elektriciteitsverbruik. Deze maatregelen zijn (nadere informatie in de bijlage; zie bijlage 5):

- gebruik maken van een voorcoeler
- het toepassen van warmteterugwinning
- de reinigingsmethode van uw melkinstallatie aanpassen

Van deze maatregelen paste u tot op heden nog geen enkele toe op uw bedrijf. Het PR heeft doorgerekend wat u bespaart als u de maatregelen toepast op uw bedrijf. Het resultaat van die berekeningen staat in tabel 4.

Tabel 4. Effecten van het toepassen van de verschillende energiebesparingsmaatregelen op uw bedrijf

		voorkoeler	warmteterugwinning ²⁾	doorschuifreiniging	orraad reiniging	stapelreiniging
energiebesparing	(kWh)	2.800	7.800	3.600	1.200	6.800
waterbesparing	(m ³)	0	0	131	47	153
financieel effect ¹⁾	(gld)	200	-900	-400	-500	-1.300
investering	(gld)	4.000	4.500	10.000	6.250	9.500
terugverdientijd	(jaar)	nooit	5	25	13	8

¹⁾ financieel effect van maatregel op bedrijfsresultaat: de kosten voor rente, onderhoud en verzekeringen minus de besparing door lager verbruik van energie en/of water (afgerond op honderd gulden)

²⁾ geen rekening gehouden met fiscale mogelijkheid om investering af te trekken van bedrijfsresultaat en privé-gebruik van overtollig warmteterugwinningwater

In de tabel is ook aangegeven welke investeringen de maatregelen vragen. Door het investeringsbedrag te delen op de geldelijke besparing wordt duidelijk op welke termijn de investering is terugverdiend (bij gelijkblijvende prijzen in de toekomst).

De meeste in tabel 4 genoemde maatregelen om energie te besparen leveren in uw bedrijfssituatie geld op. Dit kan oplopen tot 1.300 gulden per jaar. Alleen het toepassen van een voorkoeler kan financieel niet uit op uw bedrijf. Tegen kosten van 200 gulden per jaar kunt u met deze maatregel 2.800 kWh per jaar aan elektriciteit besparen.

Bij de berekening van de warmteterugwinning is nog geen rekening gehouden met de mogelijkheid om het overtollige warmteterugwinningwater op uw bedrijf (wat niet kan worden gebruikt voor reiniging van de melkinstallatie) in uw privé-situatie te gebruiken. Zou u al het overtollige warmteterugwinningwater privé gebruiken, dan bespaart de maatregel u geen 900 maar 2.100 gulden per jaar. Kunt u daarnaast een deel van de investering voor warmteterugwinning aftrekken van uw bedrijfsresultaat (in het kader EIA, zie bijlage), dan bespaart de maatregel u 2.400 gulden per jaar !

Het toepassen van hittereiniging (uitleg in de bijlage) op uw bedrijf biedt weinig perspectief: het kost u jaarlijks 300 gulden en 600 kWh extra aan elektriciteit. Het waterverbruik neemt wel af.

Een andere, aantrekkelijker methode om water te besparen op uw bedrijf is het toepassen van hergebruik. Door deze maatregel bespaart u 120 m³ water en een 100 gulden per jaar. Met deze maatregel is dus voornamelijk het milieu gediend.

Diesilverbruik

1. Analyse van uw bedrijf

Uw bedrijfsgegevens zijn ook door het PR gebruikt om het diesilverbruik voor de voedervoorziening (inclusief eventuele berekening met diesel als krachtbron) op uw bedrijf te bepalen. Het resultaat van die berekeningen staat in tabel 5.

Tabel 5. Diesilverbruik (liter/jaar) op uw bedrijf in '96 verdeeld over de diverse activiteiten

diesilverbruik	
grasland: maaien	354
schudden en wiersen	333
inkuilen + aanrijden	390
slepen, rollen en bloten	240
toedienen organische mest	0
maïsland: oogsten en inkuilen (aanrijden kuil)	112
toedienen organische mest	553
kunstmest strooien	236
kuiluithalen	1060
TOTAAL voedervoorziening	!Syntaxisfout,)
beregenen	2192

Uit tabel 5 blijkt dat in 1996 het diesilverbruik op uw bedrijf 0 liter bedroeg. Per hectare komt dit neer op liter. Ter vergelijking: op de BIM-bedrijven in regio Oost is dit gemiddeld 106 liter diesel/hectare (exclusief 58 liter/ha voor beregenen). Het beregenen vraagt 61 liter per hectare, dit komt dus redelijk overeen met de BIM-bedrijven in regio Oost.

2. Besparingsmogelijkheden

Net als bij het elektriciteitsverbruik zijn bij het diesilverbruik ook een aantal mogelijkheden op te noemen om op het diesilverbruik op uw bedrijf te besparen:

- afstemmen van het vermogen van uw tractor(en) op de bewerkingen voor de voedervoorziening
- het laten uitvoeren van bewerkingen in loonwerk

De berekening van het diesilverbruik op uw bedrijf is gebaseerd op de werkzaamheden waarvan u heeft opgegeven die in eigen mechanisatie uit te voeren. Na doorrekenen van de besparingsmogelijkheden bij deze werkzaamheden is gebleken dat op uw bedrijf het diesilverbruik met zo'n 15 % omlaag kan. Dit kan door één 44 kW tractor te vervangen door een lichtere tractor van 30 kW en de mestaanwending op maïsland in loonwerk te laten doen. Voor een aantal werkzaamheden is het vermogen van 30 kW ruim voldoende. Doet u dat werk met de zwaardere tractor (44 kW), dan vraagt dat meer diesel. In totaal bespaart u door deze maatregelen ruim 600 liter diesel. Dat is winst voor het milieu ¹⁾ en uw beurs.

Bij uw besluit om deze besparingsmogelijkheden toe te passen spelen natuurlijk ook een aantal andere dingen een rol (zoals de (on)afhankelijkheid van de loonwerker voor de mestaanwending op maïsland en het kennen van de voorgeschiedenis van uw huidige tractor). Aan u om de beste keuze te maken in uw situatie. Dit geldt ook voor de mogelijkheden om elektriciteit te besparen. Voor verder advies kunt u altijd bij de DLV terecht. Wij wensen u veel succes met uw keuzen en de rest van uw bedrijfsvoering.

¹⁾ Dit is niet volledige winst voor het milieu, de loonwerker moet natuurlijk ook diesel gebruiken voor de mestaanwending op het maïsland.

Bijlage 5. Bijlage bij bedrijfsrapporten (bijlage 3 en 4)

In deze bijlage worden de besparingsmaatregelen in het kort beschreven. Verdere detailbeschrijvingen van de maatregelen zijn voor zover het de melkwinning betreft te vinden in Handboek Melkwinning van het PR (Van der Haven et al., 1996).

Voorkoeler

Bij voorkoelen wordt met behulp van water de melk gekoeld van 35 tot circa 20 ° Celsius. De voorgekoelde melk komt dan in de melkkoeltanks en wordt verder gekoeld tot circa 4 ° Celsius. Bij het voorkoelen worden water en melk in tegengestelde richting langs elkaar geleid. De beide vloeistoffen zijn van elkaar gescheiden door een dunne wand van roestvrij staal, die tevens een goed geleidingsvermogen heeft. Het apparaat waarin dit plaatsvindt wordt voorkoeler genoemd. Hiervan zijn twee typen, een platenkoeler en een buizenkoeler. Door het voorkoelen kan tot ongeveer 40 % op het elektriciteitsverbruik voor de melkkoeling worden bespaard.

De investering bedraagt 4.000 gulden (jaarkosten 740 gulden). Deze maatregel komt voor op de VAMIL-lijst

Warmteterugwinning

Bij het koelen van de melk komt veel warmte vrij. Door het koelaggregaat wordt de aan de melk onttrokken warmte via een condensor afgegeven aan lucht of water. Door de condensor in of vlak voor een geïsoleerd opslagvat te plaatsen, kan de vrijgekomen warmte worden omgezet in warm water. Door het opgewarmde water elders te gebruiken, spreekt men van warmteterugwinning. De praktijk spreekt ook wel van warmtepompen / warmtewisselaars.

De hoeveelheid elektriciteit die met warmteterugwinning kan worden bespaard is afhankelijk van het verwarmings-toestel waarin het reinigingswater wordt verwarmd (gasboiler, elektrische boiler of HR-combiketel), het rendement van het verwarmingstoestel en de mogelijkheid van privé-gebruik van het warmteterugwinningswater dat niet in het bedrijf kan worden gebruikt.

Doordat bij toepassing van warmteterugwinning de condensordruk van het koelmiddel wat hoger moet worden afgesteld, is voor het koelen van de melk wel iets extra energie nodig.

Voor het economische plaatje zijn een aantal factoren van belang. Allereerst natuurlijk de hoogte van de investering voor de installatie. Vervolgens is van belang de hoeveelheid elektriciteit die met de maatregel wordt bespaard (uitgespaarde kosten). Tenslotte is voor de elektrische boiler nog van belang hoe de bedrijfsuren van het apparaat zijn afgesteld (in verband met het nacht- en/of dagstroomtarief).

De investering bedraagt 4.500 gulden (jaarkosten 833 gulden). De maatregel staat zowel op de VAMIL- als op de EIA-lijst (lijsten met fiscale aftrekmogelijkheden van investeringen op bedrijfsresultaat). Na toepassing van de EIA-faciliteit blijft een investeringsbedrag van 2.160 gulden over (de jaarkosten worden dan 498 gulden).

Hergebruik reinigingswater

Het water dat vrijkomt bij de reiniging is voor een aantal toepassingen opnieuw te gebruiken.

Zo kan het voorspoelwater (met relatief veel melkresten) in beginsel worden vervoederd. Dit geldt niet voor het voorspoelwater dat vrijkomt bij de doorschuifreiniging (zie verder), omdat dit resten van het reinigingsmiddel bevat. Het water van de hoofdreiniging en de naspoeling is geschikt voor het schoonspuiten van de melkstal. Met eenvoudige voorzieningen kan dit water worden opgevangen in een opslagvat. Vanuit het opslagvat kan het dan weer worden verspoten (onder lage druk, want anders bestaat het gevaar de nevel met opgelost reinigingsmiddel in te ademen).

In de praktijk bedraagt de investering in hergebruikapparatuur 2.500 gulden, met jaarkosten van 590 gulden. Volgens ingewijden kan een beetje handige veehouder zelfs toe met een investeringsbedrag van 1.500 gulden (jaarkosten 355 gulden).

Hittereiniging

Bij hittereiniging wordt de installatie op hoge temperatuur gereinigd en ontsmet. Voor de hittereiniging wordt heet water van 98 ° Celsius in de installatie gebracht. Dit moet zolang doorgaan tot de installatie gedurende twee minuten een temperatuur van 77 ° Celsius heeft bereikt. Er vindt geen circulatie van het water plaats, het gebruikte water vloeit weg. Bij een standaard versie wordt 16 liter heet water per melkstel per keer gebruikt, doch bij een geoptimaliseerde versie (die tegenwoordig alleen nog maar wordt verkocht) is het verbruik teruggedrongen tot 11 liter heet water per melkstel per keer. In Nederland levert maar een leverancier dit reinigingssysteem.

Bij het doorrekenen van deze reinigingsmethode is gerekend met een investering van 8.000 gulden, waarbij de jaarlijkse kosten 1.480 gulden bedragen.

Doorschuifreiniging

De doorschuifreiniging is ontstaan vanuit de gedachte om het reinigingswater efficiënter te gebruiken. Door deze methode is een besparing op het afvalwater van de melkinstallatie van 66 % te realiseren. Daarnaast duurt het bij de standaard reinigingsmethode vrij lang voordat de spoelbak gevuld is met heet reinigingswater, waardoor veel warmte verloren gaat. Doordat bij de doorschuifreiniging het reinigingswater van de vorige keer wordt opgeslagen en snel beschikbaar is, gaat weinig tot geen warmte verloren tijdens het vullen van de spoelbak. Dit betekent dus een

energiebesparing t.o.v. de standaard reinigingsmethode. Deze reinigingsmethode is alleen op verzoek leverbaar en wordt door een dertigtal bedrijven in Nederland toegepast..

Bij het doorrekenen van deze methode is gerekend met een investering van 10.000 gulden, waarvan de jaarlijkse kosten 1.850 gulden bedragen.

Vorraadreiniging

Ook de voorraadreiniging is een variant op de standaard reiniging. In dit geval wordt het water van de hoofdreiniging meerdere keren gebruikt, meestal gedurende een week. Door deze reinigingsmethode kan aanzienlijk worden bespaard op de hoeveelheid afvalwater die vrijkomt bij de reiniging. Tevens neemt ook het verbruik van het reinigingsmiddel aanzienlijk af.

Deze methode is nog niet in de handel. Bij het doorrekenen van deze methode is gerekend met een investering van 6.250 gulden. De jaarlijkse kosten hiervan bedragen 1.156 gulden.

Stapelreiniging

Deze reinigingsmethode is een combinatie van doorschuifreiniging en voorraadreiniging. De melkinstallatie wordt in 5 spoelfasen gereinigd. Het water van de laatste 3 spoelfasen wordt hergebruikt -doorgeschoven- als voorspoeling voor de volgende keer (fase 1). Fase 2 is de alkalische voorraadreiniging en wordt een week gebruikt (Anonymus, 1996). Deze methode combineert zo de voordelen van beide reinigingsmethoden.

De methode is nieuw en nog maar beperkt in de handel. Bij het doorrekenen is gerekend met een investering van 9.500 gulden. Hiervan bedragen de jaarlijkse kosten 1.758 gulden.

Afstemming tractorgebruik

De insteek van de maatregelen in deze categorie zijn gericht op vermindering van het diesilverbruik. Enerzijds kan dit door voor de activiteiten op de bedrijven die tractor te gebruiken waarvan het vermogen is afgestemd op het benodigd vermogen van de desbetreffende activiteiten. Vaak komt dit neer op het gebruik van iets lichtere tractoren. Naast een lager diesilverbruik wordt er ook bespaard op de jaarkosten voor de tractoren (een lichtere tractor kost over het algemeen minder en heeft dus lagere jaarkosten). Deze maatregel heeft geen wezenlijke verandering van de bedrijfsvoering tot gevolg.

Anderzijds kan het diesilverbruik op het bedrijf worden verminderd door bepaalde activiteiten in loonwerk te laten uitvoeren. Dit betekent wel dat de bedrijfsvoering wordt gewijzigd.

Bijlage 6. List of tables and figures

- Table 1. Characteristics of the average BIM farm in the east of the Netherlands and of the average project farm. The ranges for the project farms are shown under the headings 'hoogste' (highest) and 'laagste' (lowest).
- Table 2. The proportion of activities carried out on the project farms using own equipment, or contracted out, or not carried out at all (figures are % of the 40 farms).
- Table 3. Average electricity consumption (kWh per farm per annum) on the project farms, with and without sprinkle irrigation driven by electric motor. The average proportion in terms of the total electricity consumption on the farm in question is given in brackets.
- Table 4. Electricity consumption (kWh per cow per annum) on the average BIM farm in the east of the Netherlands and on the average, the ten largest and the ten smallest of the 40 project farms. The ranges for the project farms are shown under the headings 'hoogste' (highest) and 'laagste' (lowest).
- Table 5. Average diesel consumption (litres per farm and per hectare per annum) on the BIM farms in the east of the Netherlands and on the project farms (averaged over all project farms and over the project farms with the activity in question).
- Table 6. Average water consumption (m³ per annum) and electricity (kWh per annum) on the project farms with and without an on-farm water installation.
- Table 7. Volume of waste water (m³ per annum) on the project farms (average and range).
- Table 8. Electricity consumption on farms monitored continuously: on the farm with a high energy consumption per cow (HOOG) and the farm with a low energy consumption per cow (LAAG).
- Table 9. Rules of thumb for minimal farm size (in no. of cows) required for the measures to economize on electricity consumption to be economically attractive (De Koning et al., 1995).
- Figure 1. Electricity consumption (power used, in kWh) during 24 h on farm LAAG.