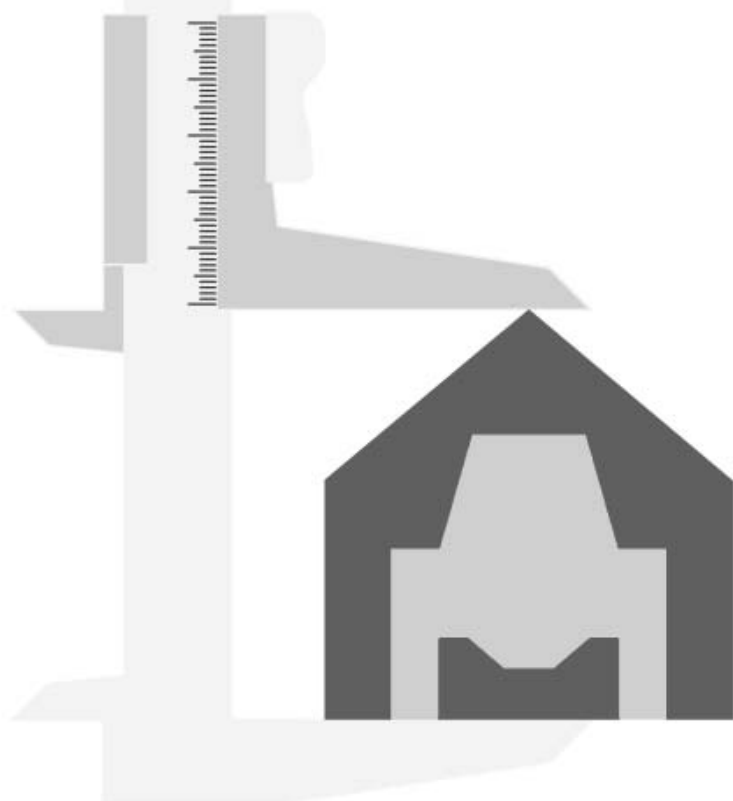




FarmTest - Kvæg nr. 17 - 2004

El- og vandforbrug ved malkning



El- og vandforbrug ved malkning

Af Jan Brøgger Rasmussen og Jørgen Pedersen, Dansk
Landbrugsrådgivning, Landscentret, Byggeri og Teknik



Dansk Landbrugsrådgivning
Landscentret | Byggeri og Teknik

Udkærsevej 15, 8200 Århus N · Tlf. 87 40 50 00 · www.landscentret.dk

Titel: El- og vandforbrug ved malkning
Forfatter: Landskonsulent Jan Brøgger Rasmussen og konsulent Jørgen Pedersen, Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret, Byggeri og Teknik
Review: Landskonsulent Kjeld Vodder Nielsen, Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret, Byggeri og Teknik
Layout: Sekretær Marianne Mikkelsen, Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret, Byggeri og Teknik
Tryk: Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret
Udgave: 1. udgave 2004
Oplag: 75 stk.
Udgiver: Dansk Landbrugsrådgivning
Landscentret | Byggeri og Teknik
Udkærsvej 15, Skejby
8200 Århus N
Telefon 8740 5000 • Fax 8740 5010
E-mail farmtest@landscentret.dk
www.landscentret.dk/farmtest
ISSN: 1601-6785

Forord

Indtjeningen ved mælkeproduktion ligger på et stabilt, men for lavt niveau. Det er derfor vigtigt at optimere alle delelementer og arbejdsprocesser i produktionen, store som små. Ressourceforbruget er et af de emner, som også er i fokus, herunder el- og vandforbrug på bedriften.

Indførelse af automatisk malkning (AMS) i Danmark startede i 1998. Det er siden gået meget stærkt og der var 320 besætninger med AMS i Danmark pr. 20. januar 2004. I 2003 er der installeret AMS i 102 besætninger, hvoraf 2/3 er installeret i nye stalde. Interessen er stor, også i større besætninger, hvilket et gennemsnit på 1,9 malkeenheder i nye besætninger i 2003 vidner om.

Nogle besætninger, der allerede har AMS, har udvidet kapaciteten enten ved at påbygge en ekstra boks i et flerbokssystem eller ved at installere en enkeltboks mere.

Med baggrund i dette var formålet for denne FarmTest af få bestemt niveauet for el- og vandforbrug ved malkning, primært ved automatiske malkesystemer (AMS).

I forhold til tidligere undersøgelser er der nye fabrikater af AMS på markedet, og der er sket en forbedring af de tidligere modeller. Dette er baggrunden for denne FarmTest.

Målgruppen for rapporten er kvægbrugere, rådgivere og firmaer med interesse for kvægproduktion specielt malkning.

I denne FarmTest har der deltaget 17 besætninger, hvor der er udført flere målinger i nogle, og andre har mere end en malkeenhed. I alt er der udført 25 målinger. Vi takker forsøgsværterne for deres deltagelse og interesse. Uden jeres hjælp og velvillige indstilling kunne denne FarmTest ikke være gennemført.

Endvidere rettes en tak til firmaer, som har haft malkesystemer med i undersøgelsen. Det er følgende firmaer:

- DeLaval A/S (DeLaval VMS og malkekarruseller)
- Gascoigne Melotte Danmark A/S (Gascoigne Melotte)
- Lely DK A/S (Lely Astronaut)
- S. A. Christensen & Co. A/S (Galaxy)
- Strangko A/S (Strangko sildebensmalkestald)

Denne rapport kan endvidere ses på www.landscentret.dk/farmtest. Her kan man også læse mere om andre FarmTest, som er planlagt, igangværende eller afsluttede.

Ivar Ravn
Dansk Landbrugsrådgivning
Landscentret | Byggeri og Teknik

Skejby, august 2004

Indhold

Forord	4
1. Sammendrag og konklusioner	6
1.1 Resultater	6
1.2 Forbrug pr. tons mælk	7
1.3 Vandforbrug	8
1.3.1 Hovedvask og korte vask	8
1.3.2 Gulvspuling	8
1.4 Elforbrug	9
1.5 Fejl på nye anlæg	9
1.6 Kontrol er godt!	10
2. Indledning og baggrund	11
3. Formål	13
4. Undersøgelsens metoder	14
4.1 Vandmåling	18
4.2 Elmåling	18
4.3 Logbog og registreringer af vandforbrug og kodata	21
5. Resultater 22	
5.1 Generelle kommentarer til resultaterne	22
5.2 Malkende køer	23
5.3 Malkninger i døgnnet	23
5.4 Malkninger pr. ko	24
5.5 Mælkeproduktion	25
5.6 Døgnforbrug	26
5.7 Forbrug pr. ko	28
5.8 Forbrug pr. malkning	29
5.9 Forbrug pr. tons mælk	31
5.10 De største forbrugere	32
5.11 Fejl på helt nye anlæg	33
6. Diskussion og anbefalinger	35
6.1 Elforbrug	35
6.2 Vandforbrug	36
6.2.1 Hovedvask og korte vask	36
6.2.2 Gulvspuling	36
6.3 Fejl på nye anlæg	36
6.4 Kontrol er godt!	37
7. Litteraturliste	38
Bilag 1 Eksempel på logbog	39
Bilag 2 El- og vandforbrug ved malkning	40

1. Sammendrag og konklusioner

Større malkestalde med mere teknik og indførelsen af automatisk malkning (AMS) bevirker et større forbrug af el og vand ved malkning. Det er vigtigt at optimere alle del-elementer for at få et optimalt udbytte af en investering i et malkesystem. Kontinuerlig kontrol af forbruget sikrer, at man hurtigt kan reagere, hvis der opstår afvigelser fra det normale forbrug.

Et højt elforbrug bevirker en større udgift til elskabet. Et stort vandforbrug bevirker større udgifter til vand, lagring af vaskevand og senere udkørsel på markerne. Lager koster ca. 15 kr. pr. m³, og udkørsel koster ca. 14 kr. pr. m³, (Gjødesen, 2003).

Tidligere danske målinger af el- og vandforbrug ved AMS har vist et stort elforbrug. Specielt elforbruget ved DeLaval VMS var på et meget højt niveau. Endvidere var der et meget varierende vandforbrug pr. døgn.

Mælke kvaliteten er afhængig af mange faktorer. En af dem er hygiejne herunder vask af malkeanlægget. Det er vigtigt med en grundig vask med vand og kemikalier i de rette mængder, hverken for lidt eller for meget. Brugen af CIP-anlæg (CIP="Cleaning In Place") kan reducere omkostningerne til vask betydeligt. CIP-vaskeanlæg genbruger en del af skyllevandet, og der er dermed basis for at spare på blandt andet vandet. CIP-vaskeanlæg bruges endnu ikke på AMS, men dette må være en fremtidig udviklingsopgave for firmaerne.

Formålet med denne FarmTest var at bestemme el- og vandforbrug ved malkning. Det var primært forbruget ved AMS, der var interessant at undersøge, da denne form for malkning sker hele døgnnet, og dermed er der også et løbende forbrug.

Tidligere undersøgelser har vist et stort forbrug af blandt andet el ved malkning med AMS. Der er siden sket en videreudvikling af AMS-modellerne, og nye er på markedet.

I undersøgelsen blev døgnforbruget, forbruget pr. ko, forbrug pr. malkning og forbruget pr. tons (udmalket) mælk ved de forskellige AMS-systemer sammenlignet. Til sammenligning blev der foretaget målinger på sildebensmalkestald og på to forskellige malkekarruseller.

1.1 Resultater

Målingerne i denne FarmTest viste stor variation i el- og vandforbrug mellem forskellige fabrikater af malkeanlæg og indbyrdes blandt de enkelte fabrikater.

Antallet af køer pr. malkeenhed, antallet af malkninger og antal kilo mælk pr. malkeenhed varierer ligeledes og giver derfor i nogle tilfælde endnu større variation.

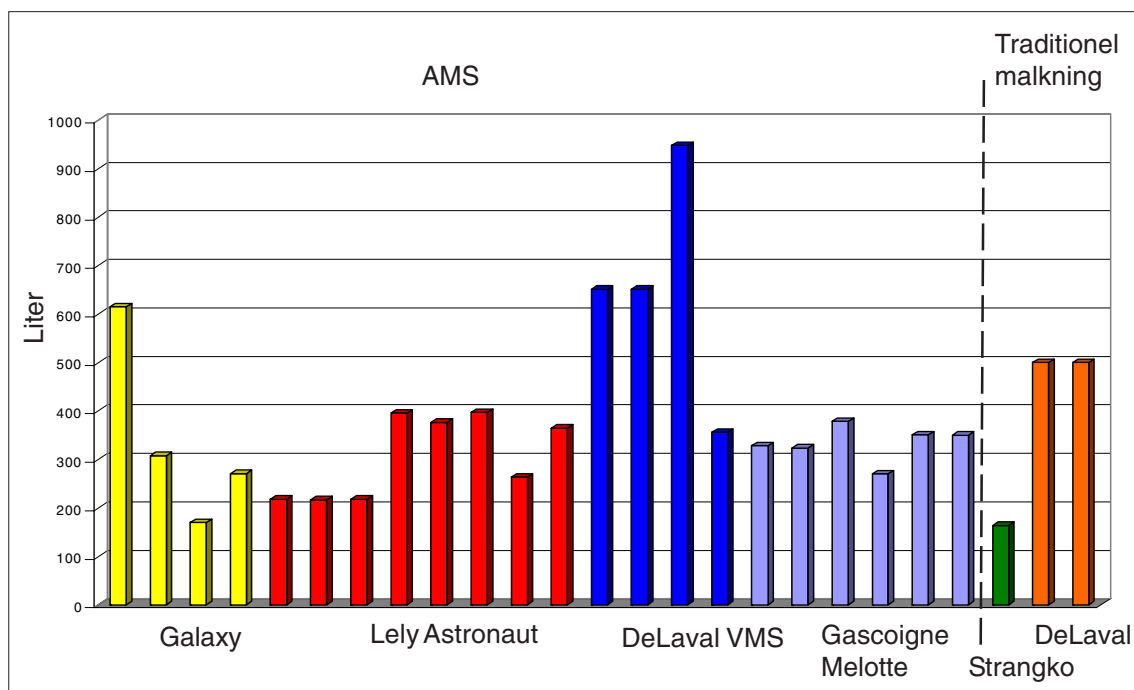
Det er vigtigt at optimere driften, så el- og vandforbrug ligger på et lavt niveau, kombineret med høj udnyttelse af teknikken.

1.2 Forbrug pr. tons mælk

Forbruget af el og vand i forhold til mælkemængden er et godt udtryk for effektiviteten.

Forbruget af vand pr. tons mælk varierede mellem 170,3 og 947,7 liter for AMS, hvilket er en meget stor variation. Generelt var der et større forbrug på DeLaval VMS på grund af forbrug af vand til gulvspuling. Malkeenheder med en lille mælkemængde havde et forholdsvist stort forbrug af vand pr. tons mælk.

Målinger på sildebensmalkestald viste det mindste forbrug af vand pr. tons mælk, og sammenlignet med malkekarrusellerne var der et markant lavere forbrug.



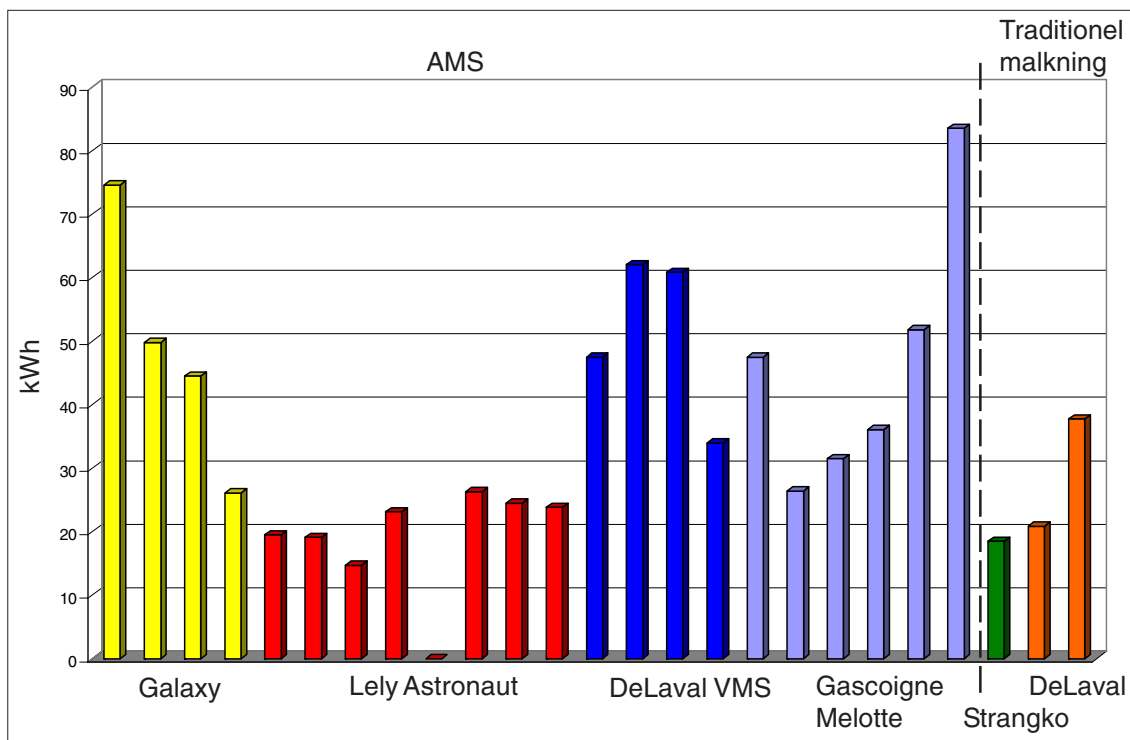
Figur 1. Vandforbrug pr. tons mælk.

Elforbruget pr. tons (udmalket) mælk for AMS varierede mellem 19,1 og 83,5 kWh.

Elforbruget pr. tons mælk var stabilt lavt ved Lely Astronaut, hvilket skyldes et lavt døgnforbrug kombineret med forholdsvis meget mælk pr. malkeenhed.

Besætning 4 (Galaxy), besætning 11 og 12 (Gascoigne Melotte) havde ligeledes et lavt forbrug på grund af deres frekvensstyrede vakuumpumper.

Elforbruget pr. tons mælk i sildebensmalkestald og 26 pladsers malkekarrusel var meget lavt, henholdsvis 18,5 og 20,9 kWh. Dette er på samme niveau som de AMS-systemer, der bruger mindst energi. Malkekarrusel med 40 pladser havde et forbrug på 37,7 kWh pr. tons mælk.



Figur 2. Elforbrug pr. tons mælk.

1.3 Vandforbrug

Vandforbruget bør optimeres og holdes på et så lavt niveau som muligt. Et stort vandforbrug medfører store udgifter til lagring og udkørsel af vand samt eventuelle omkostninger til vand, hvis det benyttes fra offentlig forsyning.

1.3.1 Hovedvask og korte vask

Antallet af hovedvask og korte vask pr. døgn har stor indflydelse på vandforbruget. Hovedvask foretages typisk tre gange i døgnet. Det vil sige for hver ottende time, dog vælger enkelte kun at vaske to gange i døgnet. Færre hovedvask giver større risiko for reduceret kvalitet af mælken (kimal). Det er vigtigt, at man ikke går på kompromis med mælkekvaliteten for at spare vand.

Selve vaskeproceduren for hovedvasken kan enten være en 3- eller 5-trins vask. Skiftet fra en 5- til en 3-trins vask kan reducere vandforbruget. I Danmark er gældende regler, at der skal bruges en 5-trins vask, men der udføres p.t. forsøg med 3-trins vask. Målet er at undersøge, om 3-trins vask er tilstrækkeligt.

Brugen af CIP-anlæg kan reducere omkostningerne til hovedvask betydeligt. CIP-vaskeanlæg genbruger en del af skyllevandet, og dermed er der basis for at spare på blandt andet vand. Denne form for hovedvask bør udvikles, så den kan bruges på AMS.

1.3.2 Gulvspuling

Automatisk gulvspuling af malkeboksen kan være nødvendigt for at opretholde en god hygiejne, men det kræver samtidig også en del vand. Denne FarmTest har vist et forbrug på i gennemsnit 278 liter pr. døgn pr. malkeboks med gulvspuling.

Det er vigtigt at få finjusteret systemet, så gulvet kun spules, når det er nødvendigt. Typisk vil frekvensen af gulvspulingen være styret af antallet malkninger, det vil sige for eksempel gulvspuling efter hver femte malkning.

1.4 Elforbrug

De største "forbrugere"

De største "forbrugere" af el ved malkning er vakuumpumpen, kompressoren, vandvarmeren og vaskeautomaten (i nævnte rækkefølge).

Frekvensstyret vakuumpumpe

Undersøgelsen viste, at brugen af en frekvensstyret vakuumpumpe giver en stor reduktion af energiforbruget. På for eksempel DeLaval VMS viste undersøgelsen en forskel på 20 kWh pr. døgn mellem en frekvensstyret og en ikke frekvensstyret vakuumpumpe.

Med en besparelse på 20 kWh pr. døgn, en pris på 15.000 kr. for en frekvensstyring og 7 % i rente er tilbagebetalingstiden ca. 4,8 år for frekvensstyringen.

Kompressor

Utætheder i luftsystemet eller for højt arbejdsstryk kan være en årsag til et stort elforbrug. Det er vigtigt løbende via manometer og timetæller på kompressor at kontrollere forbruget. Dette bør suppleres med en decideret måling af utætheder i systemet.

Vandvarmer

Opvarmning af vand er energikrævende, og derfor skal systemet justeres. Dels så vandet ikke opvarmes mere end nødvendigt, og så den opvarmede vandmængde passer til forbruget. Forvarmet vand fra varmegenvindingsanlæg kan ligeledes nedsætte elforbruget.

Vaskeautomat

En del af vaskeautomaterne er med en integreret vandvarmer. Der bruges dermed en del energi til opvarmning af vandet før vask.

1.5 Fejl på nye anlæg

Der blev i undersøgelsen fundet fejl på malkeenheder af alle fabrikater af AMS. Ved montering bør der installeres el- og vandmålere på alle tilslutninger, så forbruget allerede fra opstart kan kontrolleres.

Hvis anlægget for eksempel har kørt med et overforbrug af vand på 500 liter pr. døgn i seks måneder og der regnes med en pris på 29 kr. pr. m³, koster det 2.600 kr. pr. år.

Montering af en frekvensstyret vakuumpumpe foretages for at spare på energiforbruget og reducere støjen. Besætningerne med DeLaval VMS viste en stor elbesparelse ved brug af frekvensstyret vakuumpumpe. I to besætninger med Gascoigne Melotte blev der påvist et lavere elforbrug end forventet ved frekvensstyrede vakuumpumper. En tredje besætning med Gascoigne Melotte viste ingen besparelse ved en frekvensstyret vakuumpumpe. Dette viser, at der bør foretages måling af forbruget på nye såvel som eksisterende frekvensstyrede vakuumpumper for at kontrollere, om de fungerer efter hensigten.

Det viser, at der bør foretages måling af forbruget på nye såvel som eksisterende komponenter for at kontrollere effekten af investeringen.

Fordelen ved en frekvensstyret vakuumpumpe er endvidere, at den støjer mindre.

1.6 Kontrol er godt!

Elforbruget kan registreres ved, at montere en elmåler på alle elektriske dele, som vedrører malkning, eksempelvis kompressor og vakuumpumpe. Vandforbruget registreres ved at montere vandure på alle vandforsyninger til malkningen, eksempelvis hovedvask, pattevask og gulvspuling i malkeboks.

Ved løbende kontrol af el- og vandforbruget har man hele tiden "fingeren på pulsen" og kan følge forbruget. En hurtig indgriben kan sikre, at udgifterne kan minimeres.

- Der bør monteres vandure på vandforsyningen til malkeanlæg.
- Husk, at der kan være brug for flere vandure til eksempelvis varmt vand, koldt vand, gulvspuling etc.
- På varmtvandsforsyningen skal der monteres vandur, som kan klare de høje temperaturer.

- Det lokale elselskab kan montere en elmåler på malkeanlægget og måle elforbruget.
- Alternativt monteres en permanent elmåler i eltavlen, så forbruget altid kan følges.
- Ved ny- eller ombygning kan elmålere i eltavlen monteres for forholdsvis få penge i forbindelse med andet installationsarbejde. En ekstra elmåler koster ca. 2.000 kr. pr. stk. eksklusiv montering.

2. Indledning og baggrund

Større malkestalde med mere teknik og automatik samt indførelsen af automatisk malkning (AMS) bevirker et større forbrug af el og vand ved malkning. Det er vigtigt at optimere alle delelementer for at få optimalt udbytte af en investering i et malke-system. Kontinuerlig kontrol af forbruget sikrer, at man hurtigt kan reagere, hvis der er afvigelser fra det normale forbrug.

Et højt elforbrug bevirker en større udgift til elselskabet. Et stort vandforbrug bevirker større udgifter til vand, lagring af vaskevand og senere udkørsel på markerne. Lager koster ca. 15 kr. pr. m³, og udkørsel koster ca. 14 kr. pr. m³, (Gjødesen, 2003).

Tidligere danske målinger af el- og vandforbruget ved AMS har vist et stort elforbrug. I tabel 1 er resultaterne vist. Specielt elforbrug ved DeLaval VMS var på et meget højt niveau, (Rasmussen og Rasmussen, 2002). Endvidere var der et meget varierende vandforbrug pr. døgn.

Tabel 1. Målinger af el- og vandforbrug ved AMS, (Rasmussen og Rasmussen, 2002).

Fabrikat		Lely Astronaut	DeLaval VMS ¹⁾	AMS Liberty ²⁾	AMS Liberty ²⁾
Antal malkebokse		1	1	2	3
Antal malkende køer		60	55	80	100
Elforbrug	kWh pr. døgn	65	149	128	105
Vandforbrug	liter pr. døgn	670	1.000	610	690
Min. vandforbrug	liter pr. døgn	300	-	550	400
Maks. vandforbrug	liter pr. døgn	1.100	-	710	1.000

1): DeLaval VMS inklusive gulvspuling.

2): Gascoigne Melotte i dag.

Hollandske målinger af elforbruget ved AMS er vist i tabel 2. Det er målinger foretaget på tre hollandske forsøgsgårde. Det skal bemærkes, at elforbruget er uden forbrug til kompressor. Der er ikke foretaget målinger af vandforbruget.

Tabel 2. Målinger af elforbrug ved AMS på tre hollandske forsøgsgårde, (Bos, 2004).

Fabrikat		Lely Astronaut	Gascoigne Melotte	Galaxy
Antal malkebokse		1	2	2
Elforbrug	kWh pr. døgn	32,1	114,4	59,9

Foruden de tidligere danske og hollandske målinger er der ikke andre publicerede undersøgelser af el- og vandforbruget. Der er en del brugere af AMS, som har fået målt elforbruget af deres lokale elselskab. Hvis der er mulige elbesparelser, vil elselskabet normalt foretage en måling uden beregning.

Mælke kvaliteten er afhængig af mange faktorer. En af dem er hygiejnen herunder vask af malkeanlægget. Det er vigtigt med en grundig vask med vand og kemikalier i de rette mængder, hverken for lidt eller for meget.

Brugen af CIP-anlæg (CIP="Cleaning In Place") kan reducere omkostningerne til vask betydeligt. CIP-vaskeanlæg genbruger en del af skyllevandet, og der er dermed basis for at spare på blandt andet vandet.

I FarmTest Kvæg nr. 11 er CIP-vaskeanlæg blevet sammenlignet med konventionelle vaskeanlæg til malkestalde og køletanke.

FarmTest af CIP-anlæg viste, at:

- Der var ingen hygiejneforskelle mellem CIP og traditionelt anlæg (kimal).
- Totaløkonomien viser en gevinst på 12.000-18.000 kr. pr. år til CIP-anlæggets fordel.
- Jo mere der vaskes, jo større er de økonomiske fordele ved CIP-anlægget.
- Indkøring af CIP-vaskeanlæg er mere problematisk end et konventionelt vaskeanlæg.

CIP-vaskeanlæg bruges endnu ikke på AMS, men dette må være en fremtidig udviklingsopgave for firmaerne.

I forhold til tidligere undersøgelser er der nye fabrikater af AMS på markedet, og der er sket en forbedring af de tidligere modeller. Dette er baggrunden for denne FarmTest.

I undersøgelsen blev der målt el- og vandforbrug ved malkning med AMS. Der blev endvidere gennemført el- og vandmålinger på sildebensmalkestald og to malkekarruseller. Undersøgelsen er gennemført i 17 besætninger, alle beliggende i Jylland. Forsøgsperioden startede i juni 2003, og sidste måling blev gennemført i februar 2004.

Måleperioden for hver AMS-enhed har typisk været én uge. I enkelte tilfælde har måleperioden været udvidet til to uger. Nogle steder har fejl medført, at målinger er blevet gentaget.

Der har indgået fire fabrikater af AMS i undersøgelsen:

- DeLaval VMS
- Galaxy
- Lely Astronaut
- Gascoigne Melotte

De undersøgte AMS-enheder bestod af en til tre malkebokse. Boksene var installeret i enten tandem-, parallel- eller V-form. I tabellen i bilag 2 er angivet, hvordan de enkelte AMS-fabrikater var installeret.

Til sammenligning er der udført målinger på følgende malkestalde og karruseller:

- Strangko, 2×12 sildebensmalkestald med fast exit og CIP-vaskeanlæg.
- DeLaval, indvendig malkekarrusel med 26 malkepladser.
- DeLaval, udvendig malkekarrusel med 40 malkepladser.

3. Formål

Formålet med denne FarmTest var at bestemme el- og vandforbruget ved malkning. Det var primært forbruget ved AMS, da denne form for malkning sker hele døgnet, og dermed er der også et løbende forbrug.

Tidligere undersøgelser har vist et stort forbrug af blandt andet el ved malkning med AMS. Der er sidenhen sket en videreudvikling af AMS-modellerne, og nye er på markedet.

I undersøgelsen blev døgnforbruget, forbruget pr. ko, forbruget pr. malkning og forbruget pr. tons mælk ved de forskellige AMS-systemer sammenlignet. Til sammenligning blev der foretaget målinger på sildebensmalkestald og på to forskellige malkekarruseller.

4. Undersøgelsens metoder

I undersøgelsen blev der målt el- og vandforbrug ved malkning med AMS. Undersøgelsen er gennemført i 17 besætninger, alle beliggende i Jylland. Forsøgsperioden startede i juni 2003, og sidste måling blev gennemført i februar 2004.

Der blev endvidere gennemført el- og vandmålinger på en sildebensmalkestald og på to malkekarruseller.

Måleperioden for hver AMS-enhed var ca. én uge. I enkelte tilfælde var måleperioden udvidet til to uger. Nogle steder medførte fejl, at målinger blev gentaget.

Der indgik fire fabrikater af AMS i undersøgelsen:

- DeLaval VMS
- Galaxy
- Lely Astronaut
- Gascoigne Melotte

De undersøgte AMS-enheder har fra en til tre malkebokse. Boksene var installeret i enten tandem-, parallel- eller V-form. I tabellen i bilag 2 er angivet, hvordan de enkelte AMS fabrikater var installeret.

Til sammenligning er der udført målinger på følgende malkestalde og karruseller:

- Strangko, 2x12 sildebensmalkestald med fast exit og CIP-vaskeanlæg.
- DeLaval, indvendig malkekarrusel med 26 malkepladser.
- DeLaval, udvendig malkekarrusel med 40 malkepladser.



Figur 3. DeLaval VMS.



Figur 4. To boks Galaxy system opstillet parallelt.



Figur 5. Lely Astronaut.



Figur 6. Gascoigne Melotte.



Figur 7. Strangko 2x12 sildeben med fast exit.



Figur 8. CIP-vaskeanlæg, her i forbindelse med 2x12 sildebens-malkestald.



Figur 9. DeLaval indvendig malkekarrusel.



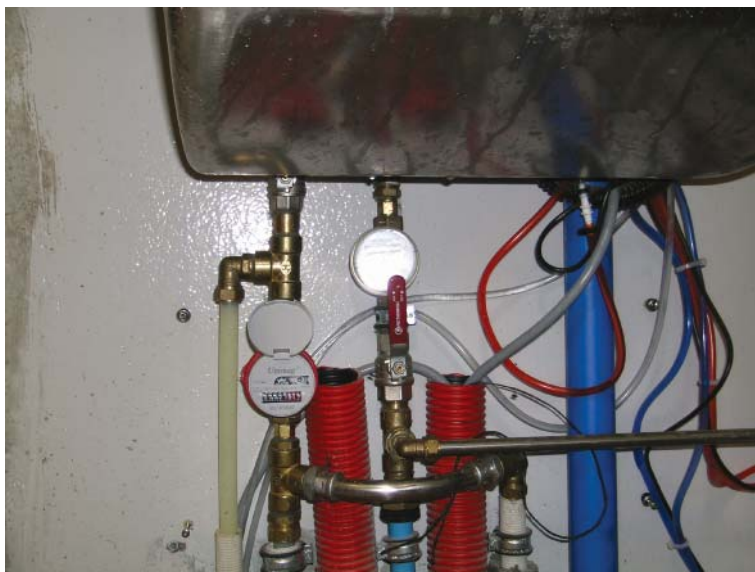
Figur 10. DeLaval udvendig malkekarrusel.

4.1 Vandmåling

Måling af vandforbruget blev udført med almindelige vandure, der var monteret på alle forbrugssteder til malkning, det vil sige varmt vand, koldt vand, gulvspuling etc. Der er anvendt forskellige vandure til koldt og varmt vand.

Vandurenes visning blev hver dag på samme klokkeslæt noteret af forsøgsværten i en logbog. Vandforbruget blev registreret i liter.

Ved AMS og malkekarruseller blev der ikke målt vand til manuel spuling af gulve og malketeknik. Ved sildebensmalkestalden blev der målt vandforbrug til spuling, men dette indgår ikke i tabellen over det samlede forbrug, der kan ses i bilag 2.



Figur 11. Vandure monteret på vandtilførsel på DeLaval VMS.

4.2 Elmåling

Elforbruget er opgjort i kWh. Den anvendte elmåler er en elforsyningsanalysator af mærket Metrel. Elmålerens typebetegnelse er MI 2192 Power & Harmonics Analyser. Med den indbyggede datalogger blev effektoptaget (P) for tre faser registreret i elmåleren.

Måling af spænding fordrer metallisk kontakt med faselederen. For at skabe en god kontakt mellem faselederne og spændingsmåletængerne (med krokodillenæb) var det nødvendigt at afisolere ca. en centimeter på faselederne. Måletængerne til strømmåling var almindelige strømtænger, der ikke kræver metallisk kontakt, men hvor strømmålingen alene er baseret på det magnetiske felt, der er omkring den strømførende leder. Anvendelsen af strømtænger muliggjorde, at der kunne måles på forskellige grupper i eltavlen samtidigt. Dette er normalt ikke muligt med almindelige kWh-målere. Elforsyningen fra eltavlen til AMS-enhed var i de fleste tilfælde fordelt på mere end en gruppe, og med den anvendte elmåler var det således muligt at måle på tre forskellige faser fordelt på hver sin gruppe.

Der var forbundet fire spændingstænger, tre faser og nul, og tre strømtænger til eltavlen. De fire spændingstænger gjorde det muligt at kontrollere såvel fasespænding som linjespænding.

Med tre strømtænger var det muligt at måle på tre komponenter samtidigt. Trefasede komponenter, hvor faserne er ens belastede, det vil sige optager den samme effekt, er kun blevet målt på én fase. Efterfølgende ved beregning af komponentens energiforbrug er den målte optagne effekt i den pågældende fase blevet ganget med tre. Det er kontrolleret, at faserne i trefasede komponenter var ens belastede.

I de tilfælde, hvor de elforbrugende komponenter i AMS-enheden var fordelt på mere end tre grupper, er elmålingen blevet suppleret med timetællere. En timetæller registrerer den tid, hvori komponenten optager effekt. Den optagne effekt er således ikke målt, men antaget til at være lig med den, der er angivet på komponentens mærkeplade. Det er typisk på kompressorer, luftaffugtere og vandvarmere, at der er anvendt timetæller. På nogle ejendomme var AMS-enhedens kompressor i forvejen udstyret med timetæller, og denne blev således anvendt i forsøgsperioden.

Afisolering af ledninger, påsætning og aftagning af måletænger samt montering og demontering af timetællere blev udført af en autoriseret elektriker. Elektrikeren var i hvert tilfælde kendt af landmanden og havde i reglen også udført elektrikerarbejdet i forbindelse med installationen af AMS-enheden.

Behovet for elektrikerarbejde ved installation af AMS-enhed varierer mærkerne imellem. Lely Astronaut kræver blot et kraftstik på væggen, hvortil AMS-enheden kan tilsluttes. Opbygningen af de andre typer af AMS kræver derimod, at mange af de elektriske hovedkomponenter tilsluttes enkeltvist og individuelt i eltavlen. Dette medfører ofte, at forsyningen til AMS-enheden fordeles på en række grupper i eltavlen.

Elmåleren beregner effekten (P) på baggrund af målte værdier af spænding (U) og strøm (I). Elmåleren samler ("prøveudtager" øjebliksværdier) 128 gange fra hver inputcyklus for de tre spændinger og de tre strømme. Vekselspændingen er på 50 Hz, og perioden for en inputcyklus er 20 ms.

For hver inputcyklus beregner elmåleren spænding, strøm og effekt efter følgende formler:

$$U_x = \sqrt{\frac{1}{128} \sum_{i=1}^{128} u_{x_i}^2}$$

$$I_x = \sqrt{\frac{1}{128} \sum_{i=1}^{128} i_{x_i}^2}$$

$$P_x = \frac{1}{128} \sum_{i=1}^{128} u_{x_i} \times i_{x_i}$$

hvor subindekset x betegner den pågældende fase.

Logningsintervallet var 60 sekunder for hver af de tre faseværdier af P_x .

Gennemsnitsværdien for P_x i 60 sekunder beregner elmåleren efter følgende formel:

$$aP_x = \frac{\sum_{j=1}^{pn} (P_{xj})}{pn}$$

hvor

$$pn = \frac{IP}{ic} = 3.000$$

IP er logningsintervallet på 60 sekunder, og ic er længden af én inputcyklus, det vil sige 20 ms.

aP_x -værdien er det tal, der logges (gemmes) hvert minut for hver af de tre faser. For at beregne energiforbruget er hver eneste loggede værdi af aP_x ganget med 60 sekunder, det vil sige dét minut, hvor den pågældende værdi for aP_x var gældende. Enheden for effekt er kW, hvilket er 1000 J/s, og enheden for energiforbruget E er kWh, hvilket er 3,6 MJ. De enkelte, minutvise energiforbrug er summeret op til energiforbruget pr. time, det vil sige kWh:

$$E_x = \sum_{j=1}^{60} \frac{(aP_x)_j \times \Delta t_j}{3,6 \times 10^6}$$

hvor E_x er energiforbruget pr. time for en fase, og $(aP_x)_j$ er den gennemsnitlige optagne effekt i 60 sekunder, nemlig Δt_j .

Energiforbruget pr. døgn findes ved at gennemføre beregningen 24 gange eller ved at summere over 24×60 minutter i formeludtrykket. Dette gøres for hver af de tre faser, som der er målt på. Det samlede energiforbrug findes ved at lægge værdierne for de tre faser sammen:

$$E_{total} = E_1 + E_2 + E_3$$

I tillæg hertil skal lægges det energiforbrug, der er fundet med eventuelle timetællere.

Alle beregninger af energiforbruget er foretaget i MS Excel.



Figur 12. Elmåler monteret i elskab på Gascoigne Melotte.

4.3 Logbog og registreringer af vandforbrug og kodata

Forsøgsværten blev ved måleperiodens start instrueret i brug af logbogen, hvori der dagligt er noteret forskellige malkedata og vandurenes visning. Dette skulle så vidt muligt foretages på det samme tidspunkt hver dag.

Der blev registreret følgende i logbogen:

- Antal hovedvask
- Antal korte vask
- Vandurenes visning
- Antal malkninger pr. malkeenhed
- Antal malkede køer pr. malkeenhed
- Antal kg mælk pr. malkeenhed
- Afgigelser fra normal drift, for eksempel servicebesøg eller lignende

I bilag 1 er der vist et eksempel på et registreringskema fra logbogen.

Registreringerne af el- og vandforbrug er efterfølgende omregnet til:

- Døgnforbrug pr. malkeenhed
- Forbrug pr. malkning
- Forbrug pr. ko
- Forbrug pr. tons mælk

5. Resultater

Målingerne blev udført under praktiske forhold i forskellige besætninger. Parameterne var forskellige fra malkesystem til malkesystem i form af forskellige indstillinger for hovedvask, kort vask, længde på rørledninger etc.

Resultaterne er i tabellen i bilag 2 opgjort som total forbrug pr. døgn og efterfølgende omregnet pr. ko, pr. malkning og pr. tons mælk. Forbruget pr. malkning viser en endnu større forskel, idet anlæg med mange malkninger ligger på et meget lavt forbrug pr. malkning.

I tabellen i bilag 2 er endvidere angivet:

- Om anlægget vaskes med et 3- eller 5-trins vaskeprogram.
- Antal hovedvask og korte vask pr. døgn
- Om der er installeret varmegenvindingsanlæg, det vil sige forvarmet vaskevand

5.1 Generelle kommentarer til resultaterne

Galaxy

- Besætning 3 med et V-formet, to-bokssystem viste et meget lavt vandforbrug, som primært skyldes et meget lavt forbrug af varmt vand til vask.
- Et eksempel på forbruget ved enkeltbokssystem er 14 kWh pr. døgn til kompressor, mens resten af anlægget inklusive vandvarmer og vakuumpumpe brugte 66 kWh pr. døgn.
- Enkeltbokssystemet havde et forholdsvist højt forbrug af både vand og el i forhold til to-bokssystemerne.
- En frekvensstyret vakuumpumpe giver et markant lavere strømforbrug. Besætning 4 havde en Galaxy, som var monteret med frekvensstyret vakuumpumpe.

Lely

- Besætning 6 viste den første uge et meget højt forbrug af vand i forhold til de andre anlæg. Et for højt vandtryk bevirkede, at der blev lukket ekstra vand ind ved hovedvask og korte vask. Efter at fejlen blev rettet, viste målinger samme niveau som tilsvarende systemer.
- Kompressoren brugte 14 -19 kWh pr. døgn, mens malkeenheden brugte 12,8 - 23 kWh pr. døgn.
- Frysetørreren på kompressor anlægget havde et elforbrug på 0,2-1,0 kWh pr. døgn.
- Ny vakuumpumpe type 3 giver en elbesparelse på ca. 16 %.

DeLaval

- Begge besætninger havde malkeenheder, som var monteret med en frekvensstyret vakuumpumpe.
- Frekvensstyringen på malkeenhed nr. 1 i besætning 8 havde et udfald, så der blev både målt med og uden frekvensstyring, hvilket viste, at der er en besparelse på 20 kWh pr. døgn, hvis vakuumpumpen er frekvensstyret.

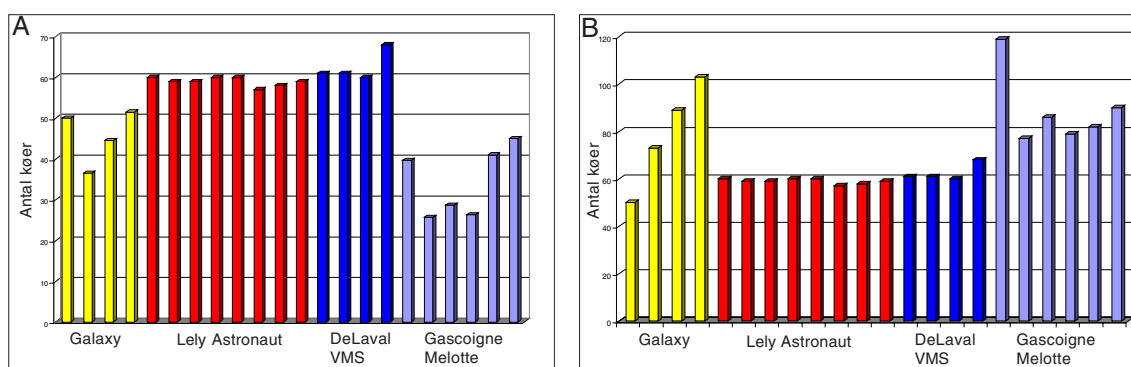
- Vandforbruget til gulvspuling udgjorde i gennemsnit 278 liter pr. døgn pr. malkeenhed.
- Der blev spulet gulv for hver femte ko i malkeboksen.

Gascoigne Melotte

- Kompressorerne brugte fra 6,4 til 23,3 kWh pr. døgn, mens malkeenhederne brugte fra 40,4 til 128,1 kWh pr. døgn.
- I besætning 11 var der monteret frekvensstyret vakuumpumpe, hvilket har vist et lavere energiforbrug.
- I besætning 12 blev der monteret én frekvensstyret vakuumpumpe til tre malkeenheder, hvilket har givet et lavere energiforbrug pr. malkeenhed.
- I besætning 13 var der monteret frekvensstyret vakuumpumpe, men målingerne viste ikke den store effekt af denne.

5.2 Malkende køer

I figur 13 vises antallet af malkende køer pr. malkeboks og pr. malkeenhed. Figuren viser, at der er flere køer pr. malkeboks i enkeltbokssystemer, mens der er flere køer pr. malkeenhed i flerbokssystemer.



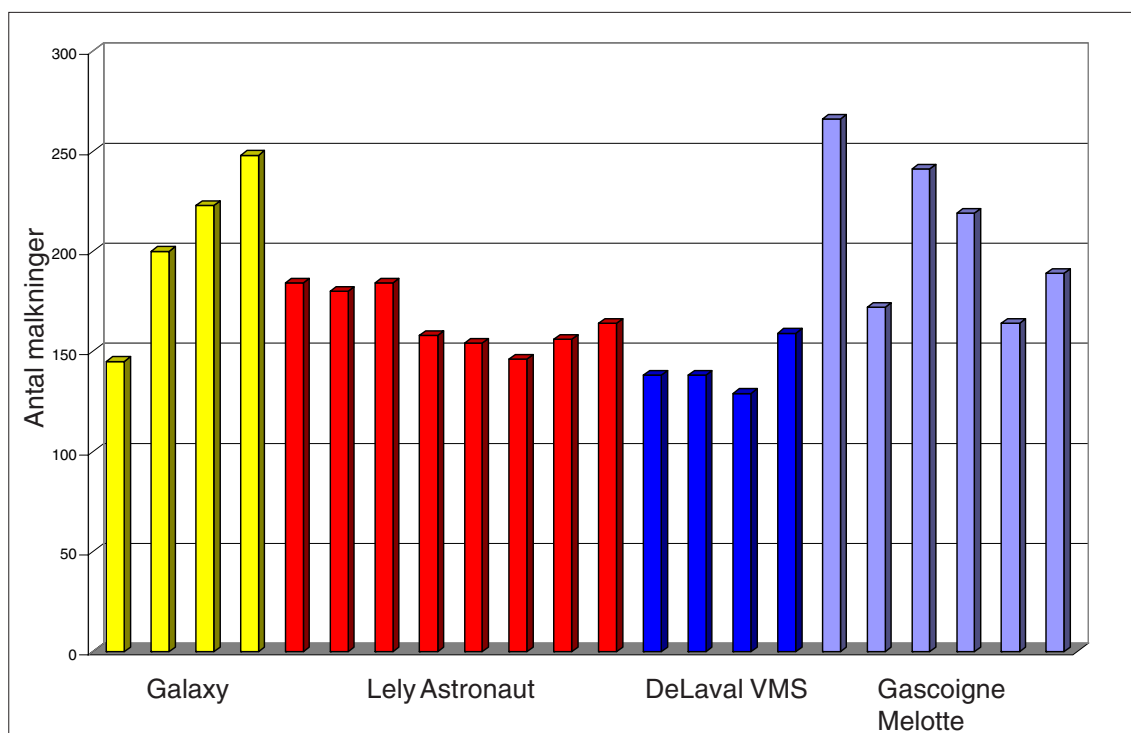
Figur 13. Antal malkende køer pr. malkeboks(A) og pr. malkeenhed(B).

5.3 Malkninger i døgn

I figur 14 er antal malkninger pr. døgn pr. malkeenhed angivet. For enkeltbokssystemer var der en væsentlig forskel, fra 129 til 184 malkninger pr. døgn. Gennemsnittet var 159 malkninger pr. døgn.

Flerbokssystemer med to malkebokse varierede mellem 164 og 248 malkninger pr. døgn. Flerbokssystemer med tre malkebokse havde henholdsvis 172 og 266 malkninger pr. døgn.

Resultaterne viser en stor spredning fra største til mindste antal malkninger pr. malkeenhed både blandt enkelt- og flerbokssystemer.

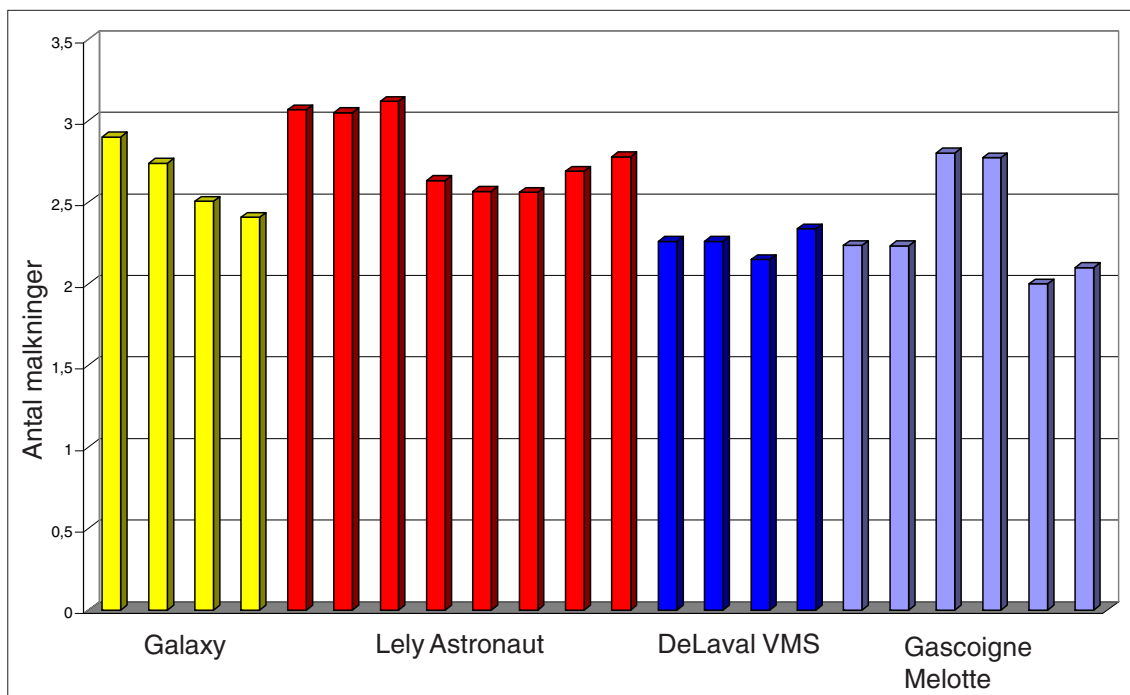


Figur 14. Antal malkninger pr. døgn pr. malkeenhed.

5.4 Malkninger pr. ko

I figur 15 er det gennemsnitlige antal malkninger pr. ko pr. døgn angivet. Det gennemsnitlige antal malkninger varierede mellem 2,0 og 3,1 malkninger pr. ko pr. døgn.

Der var ingen umiddelbar sammenhæng mellem antal køer pr. malkeenhed og antal malkninger. Besætninger med Lely Astronaut og Galaxy havde i denne FarmTest generelt et højere gennemsnitligt antal malkninger end andre AMS. En enkelt besætning med Gascoigne Melotte lå betydeligt højere end de andre Gascoigne Melotte målt i antal malkninger pr. ko pr. døgn.



Figur 15. Gennemsnit af antal malkninger pr. ko pr. døgn.

5.5 Mælkeproduktion

I figur 16 er vist henholdsvis den totale mælkeproduktion pr. malkeenhed samt mælkeproduktion pr. døgn pr. ko.

Mælkeproduktionen pr. døgn pr. malkeenhed var i gennemsnit 1.551 liter og varierede mellem 1.052 og 1.967 for enkeltbokssystemer. Gennemsnit for flerbokssystemer var 2.219 liter med en variation mellem 1.521 og 2.846 liter.

Mælkeproduktionen pr. døgn pr. ko var i gennemsnit 26,7 liter med variation mellem 17,5 og 33,3 liter for enkeltbokssystemer, mens der i gennemsnit var 25,2 liter pr. ko for flerbokssystemer med en variation mellem 16,9 og 30,8 liter.

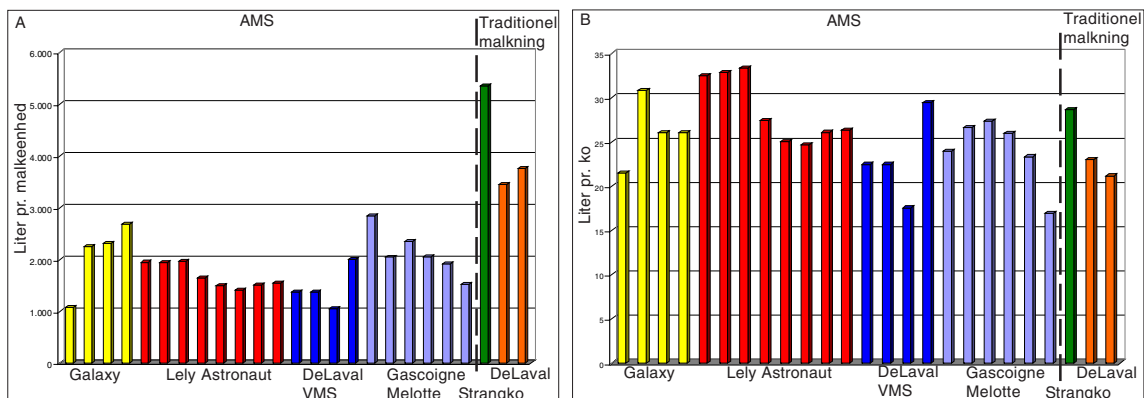
For mælkeproduktionen pr. malkeenhed og pr. ko pr. døgn er det gældende, at der var næsten 100 % forskel mellem laveste og højeste produktion.

Mælkeproduktion pr. malkeenhed:

- Enkeltbokssystemer: 1.551 liter i gennemsnit pr. malkeenhed pr. døgn.
- Flerbokssystemer (to og tre malkebokse): 2.219 liter i gennemsnit pr. malkeenhed pr. døgn.

Mælkeproduktion pr. ko:

- Enkeltbokssystemer: 26,7 liter i gennemsnit pr. ko pr. døgn.
- Flerbokssystemer (to og tre malkebokse): 25,2 liter i gennemsnit pr. ko pr. døgn.



Figur 16. Total mælkeproduktion pr. døgn pr. malkeenhed(A) og mælkeproduktion pr. døgn pr. ko(B).

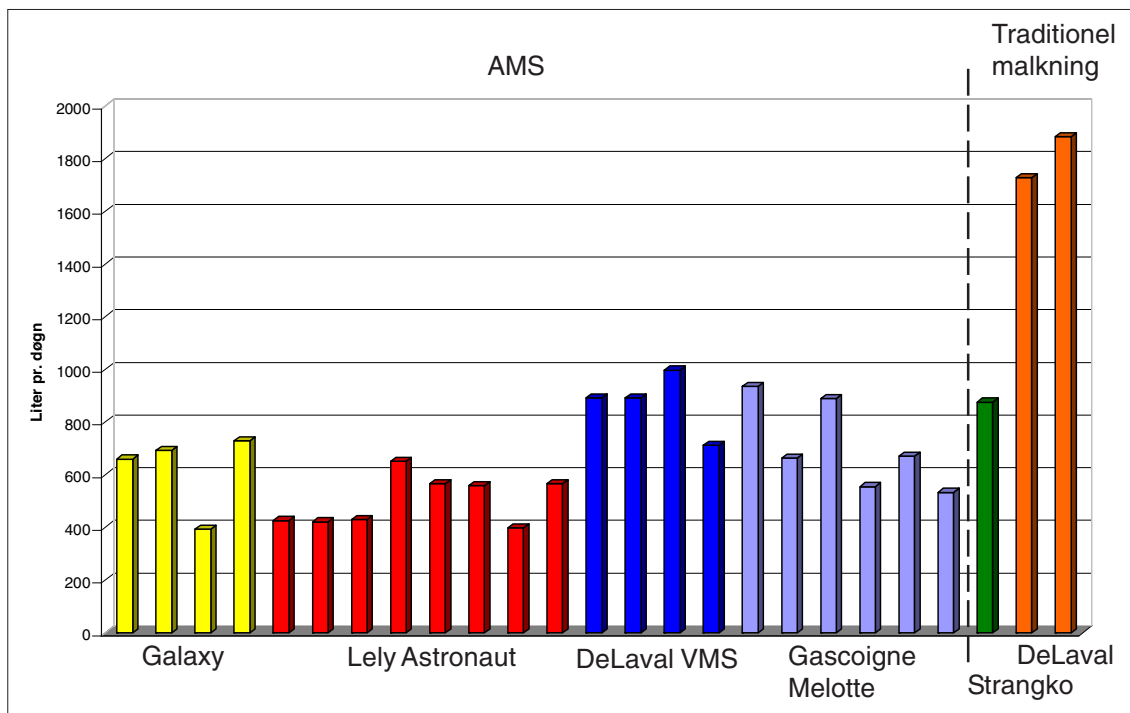
5.6 Døgnforbrug af vand og el

Vandforbrug

I figur 17 er vist det totale døgnforbrug af vand pr. malkeenhed.

Enkelt- og flerbokssystemer fra Galaxy, Lely og Gascoigne Melotte viste et forbrug fra 400 til 700 liter pr. døgn pr. malkeenhed. To Gascoigne Melotte anlæg havde dog et forbrug, større henholdsvis 889 og 935 liter.

DeLaval VMS havde et forbrug mellem 900 og 1.000 liter pr. døgn pr. malkeenhed, men det skal bemærkes, at dette er inklusive vandforbrug til gulvspuling. Vandforbrug- et til gulvspuling udgør i gennemsnit 278 liter pr. døgn pr. VMS-enhed.



Figur 17. Vandforbrug pr. døgn pr. malkeenhed.

Sildebensmalkestalden havde et forbrug på 876 liter pr. døgn, primært på grund af at der blev vasket med et CIP-vaskeanlæg.

Malkekarrusellerne brugte 1.700-1.900 liter vand i døgnet, hvilket som total forbrug var væsentlig mere end de andre systemer. Specielt malkekarrusellen med 26 pladser viste i undersøgelsen et højt forbrug pr. malkeplads.

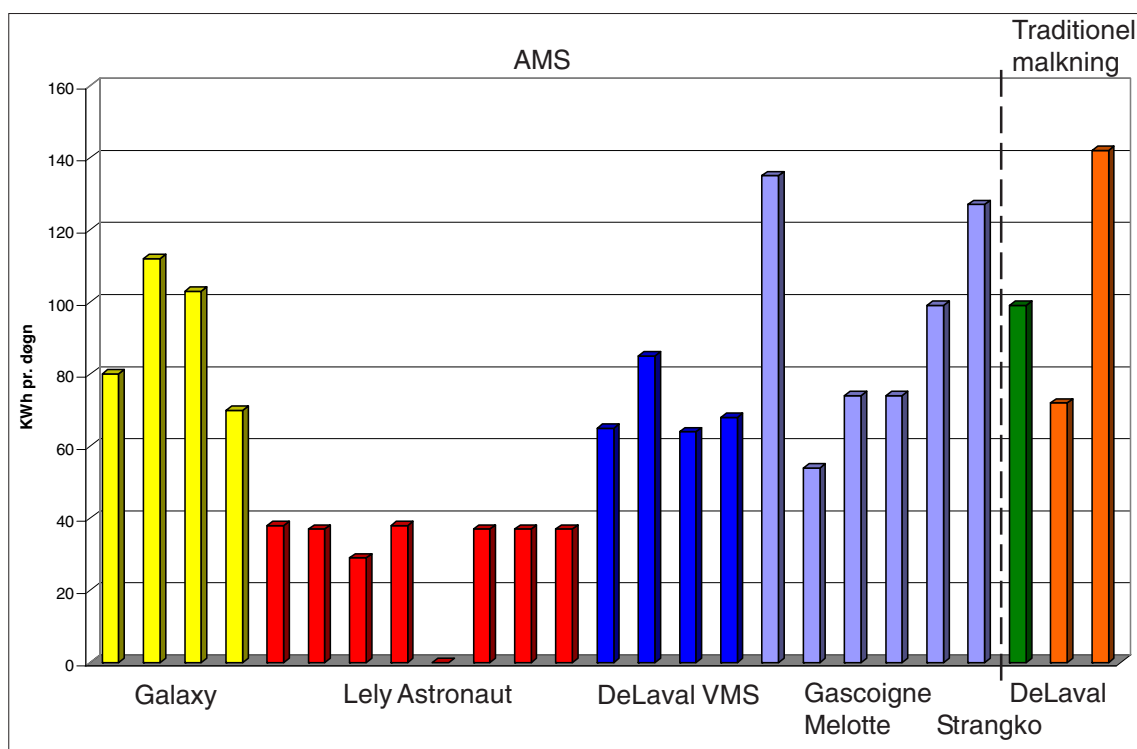
Elforbrug

I figur 18 er vist det totale døgnforbrug af el pr. malkeenhed. Figuren viser et stabilt lavt døgnforbrug pr. malkeenhed for Lely Astronaut (37-38 kWh pr. døgn pr. enhed). Alle enhederne var monteret med frekvensstyret vakuumpumpe og ny type børstetmotorer.

I besætning 5 blev der efter to målinger med type 2 vakuumpumpe monteret en ny type 3. Det viste en besparelse på 16 %. Foruden besparelse på elforbrug til vakuumpumpe var der ved den tredje måling også et lidt mindre forbrug på kompressor.

I besætning 8 og 9 med DeLaval VMS var der på alle tre malkeenheder frekvensstyrede vakuumpumper. Forbruget lå stabilt på 65-67 kWh pr. døgn pr. enhed. VMS 1 i besætning 8 havde et udfald på den frekvensstyrede vakuumpumpe, og der blev derfor målt både med og uden frekvensstyring. Undersøgelsen viste, at der ved brug af frekvensstyring opnås en besparelse på 20 kWh pr. døgn.

Målinger på Galaxy viste stor variation (70 – 112 kWh pr. døgn pr. enhed). Besætning 4 havde en frekvensstyret vakuumpumpe, og dette havde en positiv effekt og reducerede elforbruget.



Figur 18. Elforbrug pr. døgn pr. malkeenhed.

Gascoigne Melotte havde et meget varierende elforbrug (54 – 135 kWh pr. døgn pr. malkeenhed). Besætning 11, 12 og 13 havde alle frekvensstyret vakuumpumpe. I besætning 11 og 12 blev der påvist et lavere elforbrug end forventet, mens der i besætning 13 ikke blev fundet et lavere elforbrug. Endvidere skal bemærkes, at besætning 12 havde to malkeenheder til én vakuumpumpe, hvilket er med til at give besparelsen.

Malkekarrusellen i besætning 16 og 17 havde et døgnforbrug på henholdsvis 72 og 142 kWh, mens sildebensmalkestalden havde et døgnforbrug på 99 kWh.

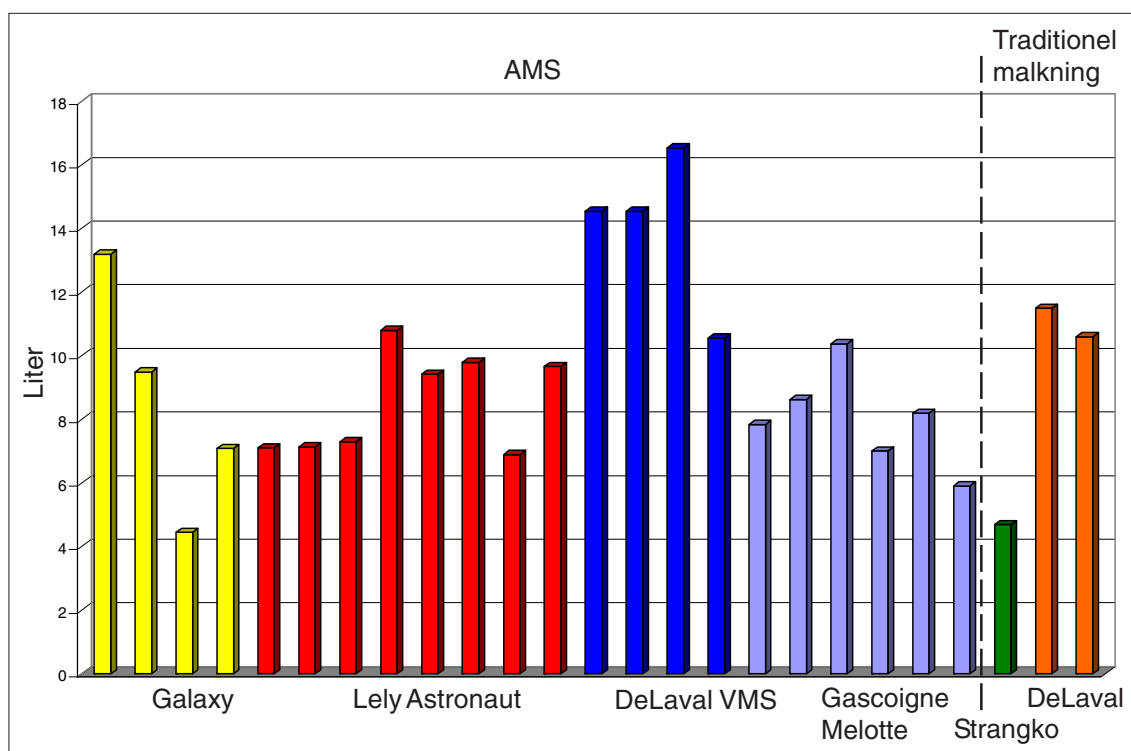
- Stabilt, lavt elforbrug pr. malkeenhed pr. døgn for Lely Astronaut.
- Mulig elbesparelse ved frekvensstyret vakuumpumpe.

5.7 Forbrug af el og vand pr. ko

Vandforbrug

Besætning 3 med Galaxy havde et markant lavere vandforbrug pr. ko end de andre AMS. Det skyldes primært et meget lavt forbrug af varmt vand til vask. Der blev ikke registreret problemer med kimtallet i mælken på trods af det lave forbrug.

Forbruget af vand pr. ko varierede mellem 4,45 og 16,54 liter for AMS, hvilket er en meget stor variation. Generelt var der et større forbrug på DeLaval VMS på grund af forbrug af vand til gulvspuling. Besætninger med meget få køer pr. malkeenhed havde ligeledes et forholdsvist stort forbrug pr. ko.



Figur 19. Vandforbrug pr. ko pr. døgn.

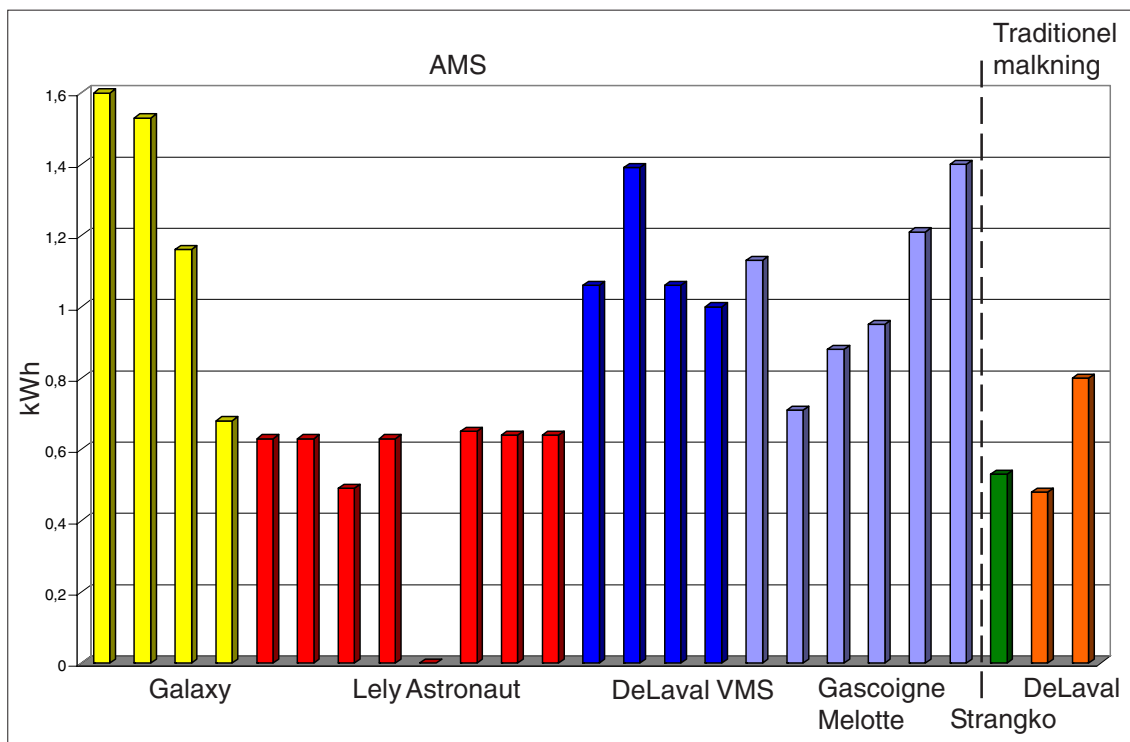
Sildebensmalkestalden havde et markant lavere forbrug af vand pr. ko end malkekarrusellerne.

Elforbrug

Besætning 4, 5, 6, 7 og 11 med frekvensstyrede vakuumpumper havde et lavt elforbrug pr. malkende ko.

Elforbruget pr. malkende ko varierede fra 0,49 til 1,60 kWh for AMS, hvilket var en meget stor variation.

Lely Astronaut lå stabilt lavt ligesom i døgnforbrug.



Figur 20. Elforbrug pr. ko pr. døgn

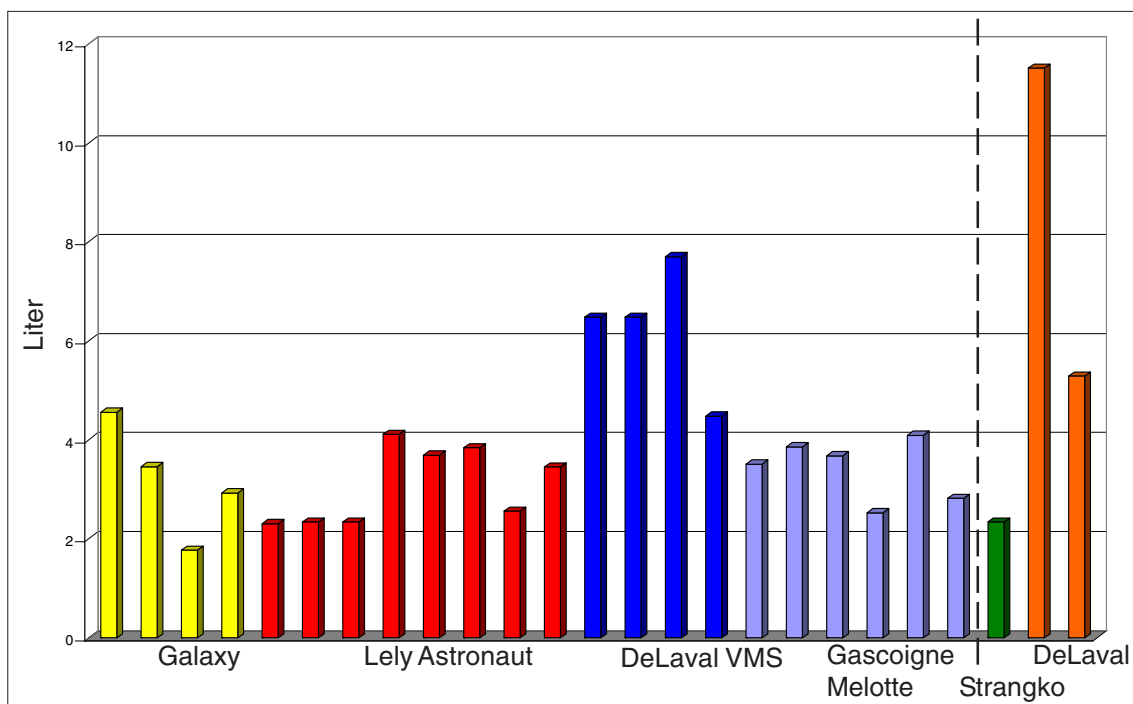
Elforbrug pr. ko ved sildebensmalkestalden og malkekarrusellen med 26 malkepladser var også lavt, henholdsvis 0,53 og 0,48 kWh pr. ko.

5.8 Forbrug af vand og el pr. malkning

Vandforbrug

Besætning 3 med Galaxy havde et markant lavere vandforbrug pr. malkning. Det skyldes primært et meget lavt forbrug af varmt vand til vask.

Forbruget af vand pr. malkning varierede mellem 1,77 og 7,70 liter for AMS, hvilket var en meget stor variation. Generelt er der et større forbrug på DeLaval VMS på grund af forbrug af vand til gulvspuling. Besætninger med få malkninger pr. malkeenhed havde ligeledes et forholdsvist stort forbrug pr. malkning.



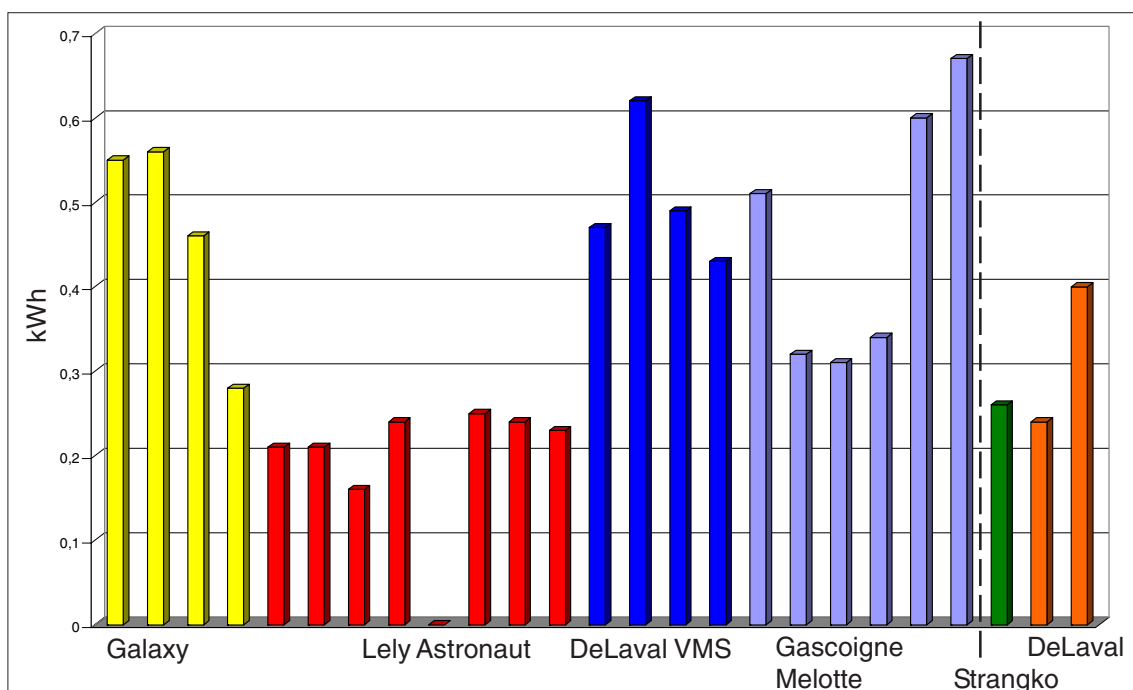
Figur 21. Vandforbrug pr. malkning.

Sildebensmalkestalden havde et markant lavere forbrug af vand pr. malkning end malkekarrusellerne.

Elforbrug

Elforbruget pr. malkning for AMS varierede mellem 0,16 og 0,67 kWh pr. malkning.

Elforbruget pr. malkning var stabilt lavt ved Lely Astronaut, hvilket skyldes et lavt døgnforbrug kombineret med forholdsvis mange malkninger pr. malkeenhed. Besætning 4 (Galaxy) og besætning 11 og 12 (Gascoigne Melotte) havde ligeledes et lavt forbrug sandsynligvis på grund af deres frekvensstyrede vakuumpumper.



Figur 22. Elforbrug pr. malkning.

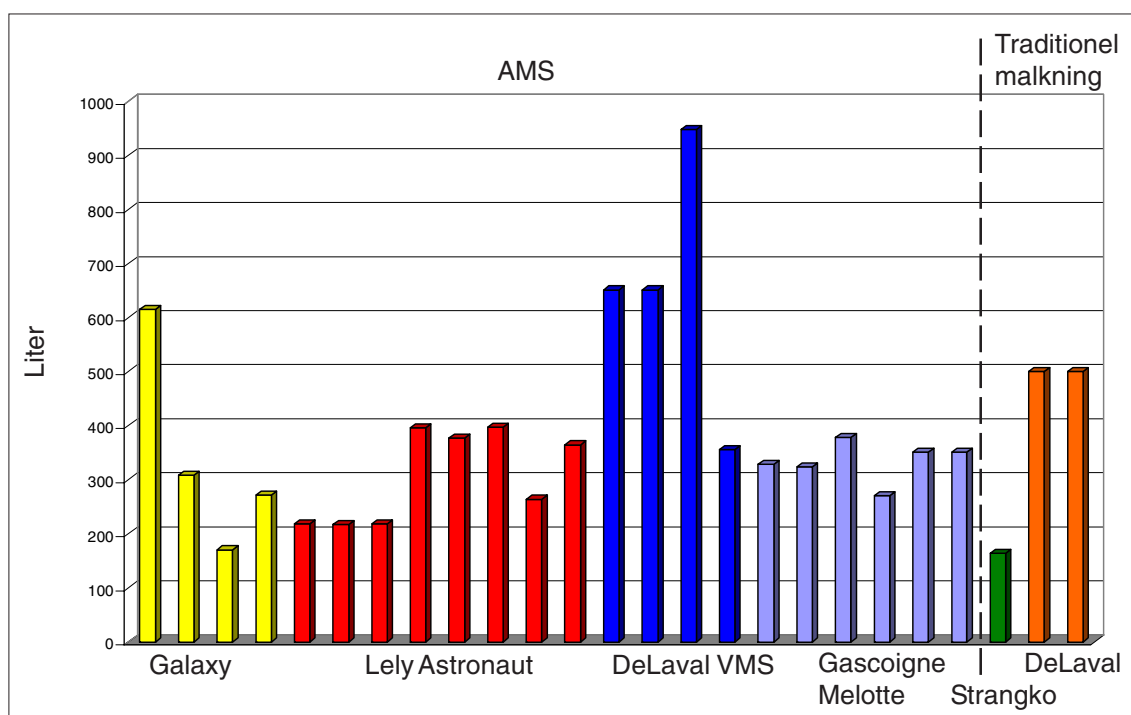
Sildebensmalkestalden og malkekarrusellen med 26 malkepladser havde et forbrug på henholdsvis 0,26 og 0,24 kWh pr. malkning, mens malkekarrusel med 40 pladser havde et markant højere forbrug (0,40 kWh pr. malkning).

5.9 Forbrug af el og vand pr. tons mælk

Vandforbrug

Besætning 3 med Galaxy havde et markant lavere vandforbrug pr. tons mælk. Det skyldes primært et meget lavt forbrug af varmt vand til vask.

Forbrug af vand pr. tons mælk varierede mellem 170,3 og 947,7 liter for AMS, hvilket var en meget stor variation. Der var et større forbrug på DeLaval VMS på grund af forbrug af vand til gulvspuling. Malkeenheder med en lille mælkemængde havde et forholdsvist stort forbrug af vand pr. tons mælk.



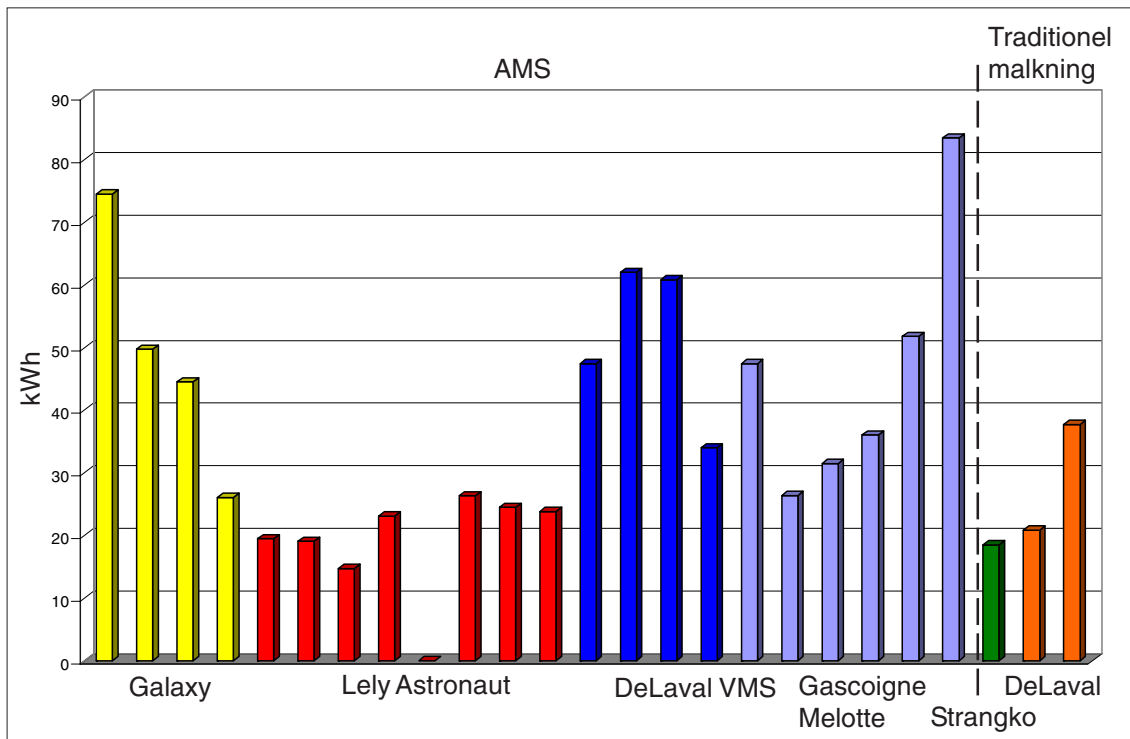
Figur 23. Vandforbrug pr. tons mælk.

Sildebensmalkestalden havde et markant lavere forbrug af vand pr. tons mælk end malkekarrusellerne.

Elforbrug

Elforbruget pr. tons udmalket mælk for AMS varierede mellem 14,8 og 83,5 kWh. Ved en elpris på 0,60 kr. pr. kWh (ekskl. moms og afgift) er prisen ca. 1 til 5 øre pr. kg mælk.

Elforbruget pr. tons mælk var stabilt lavt ved Lely Astronaut, hvilket skyldes et lavt døgnforbrug kombineret med forholdsvis meget mælk pr. malkeenhed. Besætning 4 (Galaxy), besætning 11 og 12 (Gascoigne Melotte) havde ligeledes et lavt forbrug på grund af deres frekvensstyrede vakuumpumper.



Figur 24. Elforbrug pr. tons mælk.

Elforbruget pr. tons mælk i sildebensmalkestalden og 26 pladser malkekarrusellen er meget lavt, henholdsvis 18,5 og 20,9 kWh. Malkekarrusel med 40 pladser havde et forbrug på 37,7 kWh pr. tons mælk.

5.10 De største forbrugere

Elforbrug

I tabel 3 er vist et eksempel på fordeling af elforbrug på de vigtigste komponenter ved forskellige malkesystemer. På nogle anlæg var enkeltkomponenter samlet på grupper i eltavlen, og er derfor i tabellen angivet som et forbrug på flere komponenter. Endvidere var systemerne meget forskelligt opbygget, hvor nogle havde alle komponenter fordelt som separate "forbrugere", mens andre var et samlet forbrug. For eksempel var der kun én tilslutning af el til Lely Astronaut malkeenheden, hertil kommer kompressor. Ved malkestalde og karruseller er vakuumpumpe, kompressor, mælkepumpe etc. typisk tilsluttet hver sin gruppe i eltavlen.

Tabel 3. Eksempel på fordeling af elforbrug på forskellige malkesystemer.

	Galaxy	Lely Astronaut	DeLaval VMS	Gascoigne Melotte	Strangko 2x12 sildebæn	DeLaval Malkekarrusel 26 pladser	DeLaval Malkekarrusel 40 pladser
Vakuumpumpe	20,0	18,7 ¹⁾	27,6	40,4 ¹⁾	44,3	52,0	58,7 ²⁾
Kompressor	17,1	17,8	22,2	13,4			
Vandvarmer	30,3		14,7			9,9	83 ³⁾
Styrestrøm etc.					8,6	0,4	
Mælkepumpe	2,85		0,8		0,75	1,1	
Luftaffugter/frysetørrer				0,5			
Vaskeautomat					43,7	8,7	
Spulepumpe + gearmotor til fast exit					1,4		
Kodriver					0,5		
Total⁴⁾	kWh 70,25	36,5	65,3	54,3	99,25	72,1	141,7

1): Total forbrug for hele malkeenheden.

2): Vakuumpumpe, vaskeautomat, mælkepumpe.

3): Kodriver, vandvarmer, spulepumpe.

4): Total forbrug pr. malkeenhed skal ses i sammenhæng med kapacitet.

Tabel 3 viser tydeligt, at de største enkeltforbrugere af el er vakuumpumpen, kompressoren, vandvarmeren og vaskeautomaten. Specielt vakuumpumpen er meget energiforbrugende.

Vandforbrug

Det har i denne undersøgelse ikke været muligt at registrere vandforbruget detaljeret på enkeltdele. Det har dog været muligt at registrere vandforbruget til automatisk gulvspuling på DeLaval VMS.

Hovedvask kræver en del vand, og dette kunne reduceres ved for eksempel at gå fra 5-trins vask til 3-trins vask eller ved at bruge et CIP-vaskeanlæg.

Antallet af korte vask giver endvidere en variation i vandforbruget, ligesom længden på rørledninger kan give en variation. Længere rørledninger vil ofte give et større forbrug.

5.11 Fejl på helt nye anlæg

Ved målingerne blev der fundet større og mindre fejl på anlæg af alle fabrikater. Fejl skal naturligvis undgås, så forbruget holdes på et så lavt niveau som muligt. Ved installation af et nyt anlæg skal forbruget kontrolleres fra start, så man er sikker på, at anlægget er rigtigt indstillet, og at der ikke er fejl.

De største fejl:

- I besætning 8 med DeLaval VMS svigtede frekvensstyringen til vakuumpumpen i en kort periode. Der blev registreret et fald i elforbruget på 20 kWh pr. døgn ved brug af den frekvensstyrede vakuumpumpe.
- Besætning 3 med Galaxy havde et meget lavt vandforbrug, som primært skyldes et meget lavt forbrug af varmt vand til vask.

- I besætning 7 med Lely Astronaut viste den første måling et meget højt forbrug af vand i forhold til de andre anlæg. Et for højt vandtryk bevirkede, at der blev lukket ekstra vand ind ved hovedvask og korte vask. Efter fejlen blev rettet, viste målinger samme niveau som tilsvarende systemer.
- I besætning 13 med Gascoigne Melotte blev der monteret frekvensstyret vakuumpumpe, men elmålingerne viste ikke den store effekt af denne.

6. Diskussion og anbefalinger

Målingerne i denne FarmTest viste en stor variation i el- og vandforbruget ved malkning. Det var variation i el- og vandforbruget mellem forskellige fabrikater og indbyrdes mellem enheder af samme fabrikat.

Endvidere varierede antallet af køer pr. malkeenhed, antallet af malkninger og mælke-mængden pr. malkeenhed, hvilket i nogle tilfælde giver endnu større variationer.

Det er vigtigt at optimere driften, så el- og vandforbruget ligger på et lavt niveau, kombineret med at udnyttelsesgraden af malkeenheden er høj.

6.1 Elforbruget

De største "forbrugere"

De største "forbrugere" af el ved malkning er vakuumpumpen, kompressoren, vandvarmeren og vaskeautomaten (i nævnte rækkefølge).

Frekvensstyret vakuumpumpe

Brugen af frekvensstyret vakuumpumpe giver en stor reduktion af energiforbruget. På for eksempel DeLaval VMS var der 20 kWh pr. døgn i forskel mellem frekvensstyret og ikke frekvensstyret vakuumpumpe.

Måling på vakuumpumpe type 2 og 3 ved Lely Astronaut viste en besparelse på 6 kWh pr. døgn ved skift fra type 2 til type 3, hvilket er 16 %.

Med en besparelse på 20 kWh pr. døgn, en pris på 15.000 kr. for en frekvensstyring og 7 % i rente, så er tilbagebetalingstiden ca. 4,8 år for frekvensstyringen.

Kompressor

Utætheder i luftsyste­met eller for højt arbejds­tryk kan være en af årsagerne til et stort elforbrug. Det er vigtigt løbende via manometer og timetæller på kompressor at kontrollere driftstid og eventuelle utætheder i systemet. Utætheder i systemet kan kontrolleres ved for eksempel at standse kompressor og forbrug på denne, når den er på dens maksimale arbejds­tryk. Efter kort tid kan det ses, om den kan fastholde trykket, eller om det falder. Et fald i trykket er lig med et utæt system. Dette kan suppleres med en decideret måling af utætheder i systemet, for eksempel foretaget af service­montør fra leverandøren.

Vandvarmer

Opvarmning af vand er energikrævende, og derfor skal systemet justeres. Dels så vandet ikke opvarmes mere end nødvendigt, og dels så den opvarmede vandmængde passer til forbruget.

En vakuumpumpe – to malkeender

I besætning 12 med to Gascoigne Melotte tre-bokssystemer er der kun én vakuumpumpe til begge malkeenheder. Dette kombineret med, at vakuumpumpen er frekvensstyret, giver naturligvis et mindre elforbrug på hver malkeenhed.

Investeringen i vakuumpumpe er mindre pr. malkeenhed, når den kan forsyne to malkeenheder, men det bevirker også, at driftstiden/udnyttelsesgraden er større. Længere driftstid øger behovet for service, og medfører større sårbarhed overfor driftsstop, og det kan endvidere bevirke en kortere afskrivningstid.

6.2 Vandforbrug

Vandforbruget bør optimeres og holdes på et så lavt niveau som muligt. Et stort vandforbrug medfører store udgifter til lagring og udkørsel af vandet, samt eventuelt også til vand, hvis det er vand fra offentlig vandforsyning. Lagring og udkørsel koster tilsammen ca. 29 kr. pr. m³.

6.2.1 Hovedvask og korte vask

Antallet af hovedvask og korte vask har stor indflydelse på vandforbruget. Hovedvask foretages typisk tre gange i døgnet, det vil sige for hver 8. time, men enkelte vælger kun at vaske to gange i døgnet. Færre vask betyder også større risiko for en reduceret kvalitet af mælken (kimtal). Det er vigtigt, at man ikke går på kompromis med mælkekvaliteten for at spare vand.

Selve vaskeproceduren for hovedvask kan enten være en 3- eller 5-trins vask. Et skifte fra en 5- til en 3-trins vask kan reducere vandforbruget. I Danmark er gældende regler, at der skal bruges en 5-trins vask, men der er planlagt forsøg med 3-trins vask. Målet er, at undersøge om 3-trins vask er tilstrækkeligt.

Brugen af CIP-anlæg (CIP="Cleaning In Place") kan reducere omkostningerne til hovedvask betydeligt. CIP-vaskeanlæg genbruger en del af skyllevandet, og der er dermed basis for at spare på blandt andet vandet. Denne form for hovedvask bør udvikles, så den kan bruges på AMS.

6.2.2 Gulvspuling

Automatisk gulvspuling af malkeboks kan være nødvendig for at opretholde en god hygiejne, men kræver samtidig også en del vand. Denne FarmTest har vist et forbrug på i gennemsnit 278 liter pr. døgn pr. malkeboks med gulvspuling.

Det er vigtigt at få finjusteret systemet, så gulvet kun spules, når det er nødvendigt. Typisk vil frekvensen af gulvspulingen være styret af antallet af malkninger, det vil sige for eksempel gulvspuling for hver 5. malkning.

6.3 Fejl på nye anlæg

Der blev i undersøgelsen fundet fejl på malkeenheder af alle fabrikater af AMS. Ved montering bør der installeres el- og vandmålere på alle tilslutninger, så forbruget allerede fra opstart kan kontrolleres.

Hvis et anlæg for eksempel har kørt med et for stort forbrug af vand på 500 liter pr. døgn i seks måneder og med en pris på 29 kr. pr. m³ (lager og udbringning), så koster det 2.610 kr.

Montering af en frekvensstyret vakuumpumpen foretages for at spare på energiforbruget og reducere støjen. Besætningerne med DeLaval VMS viste en stor elbesparelse ved brug af frekvensstyret vakuumpumper. I to besætninger med Gascoigne Melotte blev der påvist et lavere elforbrug end forventet ved frekvensstyrede vakuumpumper. En tredje besætning med Gascoigne Melotte viste ingen besparelse ved en frekvensstyret vakuumpumpe. Dette viser, at der bør foretages måling af forbruget på nye såvel som eksisterende frekvensstyrede vakuumpumper for at kontrollere om de fungerer efter hensigten.

6.4 Kontrol er godt!

Elforbruget kan registreres ved, at der monteres en elmåler på alle elektriske dele, som vedrører malkning, som for eksempel kompressor og vakuumpumpe. Vandforbruget registreres ved at montere vandure på alle vandforsyninger til malkning, som for eksempel hovedvask, pattevask og gulvspuling i malkeboks.

Ved løbende kontrol af el- og vandforbruget har man hele tiden ”fingeren på pulsen” og kan følge forbruget. En hurtig indgriben kan sikre, at udgifterne begrænses.

- Vandure monteres på vandforsyningen til malkeanlæg.
- Husk, at der kan være brug for flere vandure til for eksempel varmt vand, koldt vand, gulvspuling etc.
- På forsyning til varmt vand skal monteres vandur, som kan klare de høje temperaturer.

- Dit lokale elselskab kan montere en elmåler på malkeanlægget og måle elforbruget.
- Alternativt monteres en permanent elmåler i eltavlen, så forbruget altid kan følges.
- Ved ny- eller ombygning kan elmålere i eltavlen monteres for forholdsvis få penge i forbindelse med andet installationsarbejde. En ekstra elmåler koster ca. 2.000 kr. pr. stk. eksklusiv montering.

7. Litteraturliste

Bos, Kees. 2004. *Energy consumption on farms with an AM-system*. Automatic Milking – a better understanding. 75 pp. ISBN 9076998388.

Gjødesen, M. U. 2003. *CIP-vaskeanlæg*. FarmTest Kvæg nr. 11 - 2003. Dansk Landbrugsrådgivning. 33 pp.

Rasmussen et al. *AMS - Automatiske malkesystemer*. Landbrugets Rådgivningscenter. 26 pp. ISBN 87-7470-738-6.

Rasmussen, J. B., M. D. Rasmussen. 2002. *The power consumption rises with AMS, the water consumption remains the same*. The first North American Conference on robotic Milking. p. VI-63.

Rasmussen, M. D. (red.). *Automatisk malkning i Danmark*. 2001. DJF-rapport nr. 24 Husdyrbrug. Danmarks JordbrugsForskning. 106 pp. ISSN 1397-9892.

Registreringskema

28. juni 2004

Bilag 1

Aflæsning i 14 dage i træk, samme tidspunkt hver dag.

Dato	Aflæsning -kold vand	Aflæsning -varm vand	Antal hovedvask	Antal kort vask	Antal malkende køer	Antal malkninger	Antal kg mælk	Bemærkninger
29.6.2004	2,8	1,3	2	5	100	250	2520	Eksempel

OBS. Alle aflæsninger udføres på nøjagtig samme tidspunkt hver dag!

Bilag 2 • El- og vandforbrug ved malkning

Alle tal i skemaet er afrundet til maksimum to decimaler. Under forbrug pr. malkning er de bedste resultater markeret med **fed** skrift.

Bes. nr.	Fabrikat	Type	Årgang	Hovedvask, type	Varmegenvinding ja/nej	Måleperiode antal døgn	Antal malkende køer pr. døgn, gennemsnit i måleperiode	Antal malkninger, gennemsnit i måleperiode	Kg mælk pr. døgn, gennemsnit i måleperiode	Antal hovedvask pr. døgn	Antal korte vask pr. døgn	Døgnforbrug		Forbrug pr. ko		Forbrug pr. malkning		Forbrug pr. tons mælk		
												Vand	El	Vand	El	Vand	El	Vand	El	
												liter	kWh	liter	kWh	liter	kWh	liter	kWh	
1.	Galaxy	Enkeltboks	2003	3-trin	Nej	7	50	145	1.073	3	-	660	80	13,19	1,60	4,56	0,55	615	75	
2.	Galaxy	To boks, parallel	2003	3-trin	Nej	21	73	200	2.250	3	-	693	112	9,49	1,53	3,46	0,56	308	50	
3.	Galaxy	To boks, V-formet ¹⁾	2003	3-trin	Nej	14	89	223	2.314	3	-	394	103	4,45	1,16	1,77	0,46	170	45	
4.	Galaxy	To boks, tandem ²⁾	2003	3-trin	Nej	7	103	248	2.682	2,86	10	728	70	7,08	0,68	2,93	0,28	271	26	
5.	Lely Astronaut	Enkeltboks	2001	3-trin	Ja, til korte skyl	17	60	184	1.948	2	3,6	426	38	7,10	0,63	2,31	0,21	219	20	
						7	59	180	1.938	2	3,4	421	37 ³⁾	7,13	0,63	2,34	0,21	217	19	
						7	59	184	1.967	2	3,6	430	29 ⁴⁾	7,29	0,49	2,34	0,16	219	15	
6.	Lely Astronaut 1	Enkeltboks	2002	3-trin	Ja, til korte skyl	21	60	158	1.644	2	2,3	651	38	10,79	0,63	4,11	0,24	396	23	
	Lely Astronaut 2		2002	3-trin	Ja, til korte skyl	14	60	154	1.502	2	1,9	566	-	9,42	-	3,69	-	377	25	
	Lely Astronaut 3		2002	3-trin	Ja, til korte skyl	14	57	146	1.406	2	1,9	559	37	9,79	0,65	3,84	0,25	398	26	
7.	Lely Astronaut 1	Enkeltboks	2002	3-trin	Ja, til korte skyl	14	58	156	1.511	3	4,2	399	37	6,89	0,64	2,56	0,24	264	24	
	Lely Astronaut 2		2002	3-trin	Ja, til korte skyl	14	59	164	1.552	3	8	566	37	9,66	0,64	3,45	0,23	365	24	
8.	DeLaval VMS 1	Enkeltboks ⁵⁾	2003	3-trin	Ja	23 dage for vand 8 dage for el		61	138	1.370	2	4,4	892	65	14,54	1,06	6,48	0,47	651	47
		Enkeltboks ⁶⁾	2003	3-trin	Ja	23 dage for vand 4 dage for el					2	4,2	892	85	14,54	1,39	6,48	0,62	651	62
	DeLaval VMS 2	Enkeltboks ⁷⁾	2003	3-trin	Ja	23 dage for vand 6 dage for el		60	129	1.052	2	2	997	64	16,54	1,06	7,70	0,49	948	61
9.	DeLaval VMS	Enkeltboks	2003		Nej	7	68	159	2.000	2	-	712	68	10,55	1,00	4,48	0,43	356	34	
10.	Gascoigne Melotte	Tre boks, tandem	2000	5-trin	Nej	7	119	266	2.846	3	12,2	935	135	7,84	1,13	3,51	0,51	329	47	
11.	Gascoigne Melotte	Tre boks, tandem	2002	5-trin	Nej	9	77	172	2.047	3	2,75	663	54	8,63	0,71	3,86	0,32	324	26	
12.	Gascoigne Melotte	Tre boks, tandem	2003	5-trin	Nej	7	86	241	2.349	2	2,2	889	74	10,37	0,88	3,68	0,31	378	32	
			2003	5-trin	Nej	6	79	219	2.051	2	1	555	74	7,00	0,95	2,53	0,34	271	36	
13.	Gascoigne Melotte	To boks, tandem	2000	5-trin	Nej	7	82	164	1.912	3	4,5	671	99	8,19	1,21	4,09	0,60	350	52	
14.	Gascoigne Melotte	To boks, tandem	2002	5-trin	Nej	6	90	189	1.521	3	0,33	533	127	5,90	1,40	2,82	0,67	350	83	
15.	Strangko ⁸⁾	Sildeben 2x12, Fast exit	2002	CIP 5-trin	-	11	187	374 (2 x malkning)	5.351	2	-	876	99	4,69	0,53	2,34	0,26	163	19	
16.	DeLaval	Karrusel 26 pladser, indvendig	2003	5-trin	Ja	10	150	300 (2 x malkning)	3.451	2	-	1.727	72	11,49	0,48	11,51	0,24	500	21	
17.	DeLaval	Karrusel 40 pladser, udvendig	2003	5-trin	-	6	178	356 (2 x malkning)	3.762	2	-	1.883	142	10,59	0,80	5,29	0,40	501	38	

1): Der er udført supplerende vandmålinger for at kontrollere forbruget. Alle målinger på vandforbrug har vist nøjagtigt samme resultat. Ud fra målingerne kan det ses, at der blandt andet er et meget lavt forbrug på varmt vand til vask. Der er ikke registreret problemer med kimtal på trods af det lave vandforbrug til vask.

2): Anlægget er monteret med frekvensstyret vakuumpumpe.

3): Der er foretaget ny supplerende elmåling, da der var en utæthed i luftsystem ved børstemotor i første målerunde. Utætheden blev lukket, og ny måling viser en besparelse på 1 kWh på kompressor.

4): Ny måling på samme malkeenhed, nu monteret med ny vakuumpumpe, type 3.

5): VMS 1 med frekvensstyret vakuumpumpe og med gulvspuling.

6): VMS 1 uden frekvensstyret vakuumpumpe og med gulvspuling.

7): VMS 2 med frekvensstyret vakuumpumpe og med gulvspuling.

8): Vandforbrug på 183 liter pr. døgn til spuling er ikke medregnet i døgnforbrug.