

Notat 2006–6

Automatiske melkingssystemer

– en gjennomgang av internasjonal forskning og status i Norge

Erland Kjesbu
Ola Flaten
Heidi Knutsen

Tittel	Automatiske melkingssystemer – en gjennomgang av internasjonal forskning og status i Norge
Forfattere	Erland Kjesbu, Ola Flaten, Heidi Knutsen
Prosjekt	Melkerobot (D524)
Utgiver	Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF)
Utgiversted	Oslo
Utgivelsesår	2006
Antall sider	39
ISBN	82-7077-641-6
ISSN	0805-9691
Emneord	melkerobot, melkingssystemer, AMS, melkeproduksjon, melk, effekter, konsekvenser

Litt om NILF

- Forskning og utredning angående landbrukspolitikk, matvaresektor og -marked, foretaksøkonomi, nærings- og bygdeutvikling.
- Utarbeider nærings- og foretaksøkonomisk dokumentasjon innen landbruket; dette omfatter bl.a. sekretariatsarbeidet for Budsjettnemnda for jordbruket og de årlige driftsgranskingene i jord- og skogbruk.
- Utvikler hjelpemidler for driftsplanlegging og regnskapsføring.
- Finansieres av Landbruks- og matdepartementet, Norges forskningsråd og gjennom oppdrag for offentlig og privat sektor.
- Hovedkontor i Oslo og distriktskontor i Bergen, Trondheim og Bodø.

Forord

Automatiske melkingssystemer (AMS) eller melkeroboter er en ny teknologi i melkeproduksjonen som kan få stor betydning for både bonde, buskap og bruksstruktur, og potensielt også kan påvirke landbrukspolitikken. Den første melkeroboten kom til Norge i år 2000, men det er først de to siste årene det har blitt et visst omfang av AMS i norsk melkeproduksjon. Fra 2004 og fram til i dag er det solgt i underkant av 150 AMS i Norge, og over 160 bruk har nå investert i denne teknologien. Det blir stadig flere.

Det er ikke gjennomført forskning på denne teknologien i Norge, men internasjonalt finnes en god del litteratur om effekter og konsekvenser av å ta i bruk AMS. I dette notatet er en del av den internasjonale litteraturen gjennomgått. Det er sett på hva den internasjonale forskningen sier om hvilke effekter og konsekvenser AMS gir på bruksnivå, for eksempel effekter og konsekvenser for bonde, buskap, beiting og driftsøkonomi. Presentasjonen av internasjonal forskning er ikke uttømmende, men gjennomgangen viser en rekke problemstillinger det også er interessant å se nærmere på i norsk melkeproduksjon. Notatet beskriver utviklingen av AMS i Norge så langt og, i korte trekk, enkelte landbrukspolitiske forhold som kan påvirke denne utviklingen.

Erland Kjesbu har gått gjennom internasjonal forskning på området og har skrevet notatet. Ola Flaten og Heidi Knutsen har lest gjennom notatet og bidratt med nyttige innspill underveis i arbeidet. Anne Bente Ellevold har klargjort notatet for trykking.

Oslo, mai 2006
Ivar Pettersen

Innhold

SAMMENDRAG	1
1 INNLEDNING.....	3
2 AUTOMATISKE MELKINGSSYSTEMER – AMS	5
2.1 Hva er AMS?.....	5
2.2 Historikk og utvikling	6
3 RAMMER FOR AMS I NORSK MELKEPRODUKSJON.....	11
3.1 Teknologisk utvikling	11
3.2 Strukturutviklingen.....	12
3.3 Produksjon og ytelse	15
3.4 Landbrukspolitikkenes betydning for utberedelsen av AMS.....	16
4 EFFEKTER OG KONSEKVENSER AV AMS PÅ BRUKSNIVÅ	19
4.1 Bonde	19
4.1.1 Motivasjon	19
4.1.2 Arbeidsforbruk.....	20
4.1.3 Livskvalitet	21
4.1.4 Driftsledelse	22
4.2 Buskap.....	24
4.2.1 Dyrevelferd, dyre- og jurhelse samt fruktbarhet.....	25
4.2.2 Melkekvalitet	25
4.2.3 Melkeavdrått	26
4.3 Beiting.....	27
4.4 Driftsøkonomi	28
4.4.1 Investeringskostnader	28
4.4.2 Vedlikeholds- og driftskostnader.....	28
4.4.3 Virkninger på inntektssiden	29
4.4.4 Totaløkonomi.....	29
5 OPPSUMMERING OG FORSLAG TIL VIDERE FORSKNING	31
5.1 Oppsummering.....	31
5.2 Forslag til videre forskning	32
REFERANSER.....	35

Sammendrag

I automatiske melkingssystemer (AMS) er melkinga fullstendig automatisert. Systemene med enkeltbokser kan melke besetninger på opptil 50–70 kyr med inntil 3 melkinger per dag. Det er også utviklet flerbokssystemer, samt at det kan monteres flere enkeltbokser i samme besetning. Systemene baserer seg på at kyrne frivillig oppsøker roboten. Danske undersøkelser viser at produksjonen i høgtytende besetninger ofte ligger på rundt 560 000 kg levert melk per enkeltboks, men enkelte besetninger kommer opp i 650 000–700 000 kg levert melk per enkeltboks.

Den første melkeroboten kom til Norge i år 2000. Per februar 2006 har over 160 brukere investert i AMS, noen få av dem sår i to roboter. Det er i første rekke de største melkeproduksjonsområdene, med Jæren i spissen, hvor investeringene i melkeroboter er mest utbredt. Strukturutviklingen i norsk melkeproduksjon har de siste årene skutt fart. Flere samdriftsetableringer og friere omsetning av melkekvoter har bidratt til dette.

Internasjonal forskning viser at både investeringskostnadene, driftskostnadene (sett bort fra kostnader til arbeidskraft) og vedlikeholdskostnadene er høyere ved bruk av AMS enn ved bruk av tradisjonelle melkingssystemer. Arbeidsforbruket ved melking går ned, men den sparte tida må være høgt verdsatt, for at en investering i AMS skal være mer lønnsom enn andre systemer for melking. Men også ikke-økonomiske forhold kan være viktige ved valg av melkingssystem. Ved bruk av AMS blir det mindre fysisk arbeid og mer overvåking og driftsledelsesbetonte oppgaver. Fleksibiliteten knyttet til når arbeidet må utføres øker. Enkelte undersøkelser konkluderer med at bondens livskvalitet bedres etter en investering i AMS.

De fleste undersøkelser fastslår at avdråttene øker ved bruk av AMS, ofte fra 2 til 10 prosent i forhold til mer tradisjonelle systemer. Studier har også påvist at en stor del av økningen i avdrått skyltes årlig økning pga. genetiske og kompetansemessige forhold. Det kan være en viss risiko for svekket jurhelse, spesielt i forhold til innkjøringsproblematikk. Fruktbarheten kan også svekkes. Nedsatt fruktbarhet på lang sikt kan henge sammen med økt melkeavdrått. Noen få studier har påvist svakere beinholdelse eller økt celletall i melka, men jamt over er det lite som tyder på at dyrehelsen svekkes ved innføring av AMS. Det kan se ut til at risikoen for at melkekvaliteten forringes ved en overgang til AMS er forholdsvis stor, og at det er en spesiell fare for dette den første tiden etter installasjonen. Beiting på innmark nær melkingssenteret og AMS lar seg kombinere, for lang avstand til beitet er ugunstig, men det kan gå bra med avstander opp til 1 km fra melkingssystemet til beitet.

Det er både positive og negative konsekvenser ved å ta i bruk AMS. Hva som i sum gjør at det kan være fornuftig for bonden å investere i denne teknologien vil variere. Dette avhenger av brukets ressurser, bondens kompetanse og alternativverdi på arbeidet, motivasjon og prioriteringer, egenskaper ved buskapen, samt en rekke andre forhold knyttet til den spesielle situasjonen på det enkelte bruket. Det er ikke gjennomført forskning på AMS i Norge, men det er mange tema knyttet til bl.a. driftsøkonomi og driftsledelse som burde vært belyst. Vi har funnet lite tverrfaglig forskning hvor kunnskap fra fagområder som økonomi – produksjonsfag og etologi – sosiologi – psykologi, kombineres for å se på effekter av ny teknologi. Det viktigste med ny forskning bør være at næringsutøverne får et tilstrekkelig beslutningsgrunnlag for å fatte de riktige strategiske valgene. Ny kunnskap bør også gi politikere og byråkrater et bedre beslutningsgrunnlag for løpende å utforme mål og virkemidler i landbrukspolitikken.

1 Innledning

I automatiske melkingssystemer (AMS) er melkinga fullstendig automatisert. De første ideene om AMS oppstod på 1970-tallet, mens gjennombruddet kom på slutten av 1990-tallet. Automatisert melking krever mindre arbeid, og er i første rekke et alternativ til tradisjonelle melkingssystemer i områder med dyr arbeidskraft eller knapphet på arbeidskraft. De førstemelkerobotene ble installert på bruk i Nordvest-Europa, og er fortsatt det området hvor AMS mest utbredt. Alle de store melkemarkingselskapene har inkludert AM-systemer i sitt produktspekter. Automatisert melking er i dag blitt en mulighet for de brukerfamilier som ikke ønsker å være bundet av selv å måtte melke kyrne til faste tider.

Flere forhold taler for at AMS også er aktuelt i norsk melkeproduksjon. Vi lever i et høykostland med dyr arbeidskraft. For å utnytte kapasiteten til en melkerobot, bør man ha 55–70 melkekyr. Dette er betydelig større enn en norsk gjennomsnittsbetsetning på 16–17 kyr. Men mange av bruksutbyggingene i det siste har blitt foretatt ved besetningsstørrelser opp mot 50–70 kyr, og salget av AMS i Norge har økt betydelig de 2 siste årene.

Melkeproduksjonen har blitt mer kapital- og kompetanseintensiv. AMS setter større krav til driftsleder- og husdyrkompetanse hos brukeren. AMS endrer arbeidsdagen til brukeren. Mindre tidsbundethet kan lette rekrutteringa til næringa.

En stor usikkerhet bøndene står ovenfor når de skal velge enten AMS eller et mer tradisjonelt melkingssystem, er om de positive og negative effektene ved systemet, både for brukerfamilien og buskapen, kan forsvareres driftsøkonomisk. Investerings- og vedlikeholdskostnadene er større enn i tradisjonelle melkingssystemer. Det er gjennomført lite internasjonal forskning i forhold til økonomiske konsekvenser ved innføring av AMS, og i Norge er det verken forsket på effekter for bonde, buskap, økonomiske konsekvenser eller andre forhold knyttet til AMS.

Et formål med dette notatet er derfor å gi en oversikt over internasjonal forskning på virkninger og konsekvenser av å ta i bruk automatiske melkingssystemer. I tillegg til driftsøkonomiske effekter, vil også forhold som arbeidssituasjonen, dyrevelferd, melkekvalitet og avdrått samt beitebruk drøftes.

Notatet gir først en innføring i hva automatiske melkingssystemer (AMS) er, samt hvor utbredt denne teknologien er i Norge og i verden for øvrig (kapittel 2). Deretter gis en kort og enkel oversikt over utviklingen innen melkingssystemer i Norge, og rammevilkår som kan få betydning for utbredelsen av AMS her til lands (kapittel 3). Kapittel 4 gir et sammendrag av internasjonal forskning knyttet til effekter og konsekvenser på bruksnivå av å ta i bruk denne teknologien. Til slutt, i kapittel 5, oppsummeres kunnskapsstatus om AMS og behov for videre forskning og diskusjon.

2 Automatiske melkingssystemer – AMS

2.1 Hva er AMS?

Automatiske melkingssystemer (AMS) eller melkeroboter representerer systemer hvor alle funksjoner omkring melkinga er automatisert (Jensen 2004).

AMS finnes i dag i form av enkeltbokser hvor en robot melker ei og ei ku av gangen. Disse systemene kan melke besetninger på opptil 50–70 kyr med inntil 3 melkinger per ku per dag, dvs. 150–200 melkinger per dag. Videre finnes systemer med 2–4 melkingsbokser hvor flere kyr håndteres samtidig. To-boks systemer kan melke inntil 90–100 kyr per dag, tre-boks systemer inntil 125–135 kyr og fire-boks systemer inntil 150–160 kyr (De Koning and Rodenburg 2004).

De automatiske melkingssystemene baserer seg på at kyrne frivillig oppsøker robotene og lar seg melke. For å motivere kyrne til å oppsøke robotene, kombineres melkingen dels med tildeling av kraftfôr. Kutrafikken kan også styres i forhold til grovfôrtildeling.

AMS tar over for røkterens øyne og hender. Kyrne bærer databrikker som systemene identifiserer elektronisk (de Koning et al. 2001). Noen typer AMS har egne vaskeenheter, mens andre benytter robotarmen til både vasking og påsett av melkeorganet. Vaskingen foregår prinsipielt på 4 forskjellige måter: Noen systemer har en separat vaskingsenhet med børster, valser og tromler som vasker juret stegvis, andre systemer har lignende systemer med roterende børster som vasker hele juret samtidig, noen vasker ved hjelp av robotarmen som benytter samme spenekopp som blir brukt under melkinga og noen vasker ved hjelp av robotarmen som benytter separate spenekopper som ikke benyttes under melkinga (de Koning et al. 2001).

Alle typene av AMS setter på spenekoppene etter tur. Roboten bruker fra 45 til 100 sekunder til å sette på en spenekopp, avhengig av kuas oppførsel, jurets karakteristika og melkeroboten (de Koning et al. 2001).

En rekke sensorer kontrollerer melkinga og skal oppdage unormale hendelser. Alle AMS er utstyrt med sensorer som kontrollerer hvordan systemet fungerer, kuidentifikasjon, spenelokalisering, vakum-nivå og start av melkinga etc. De fleste AMS

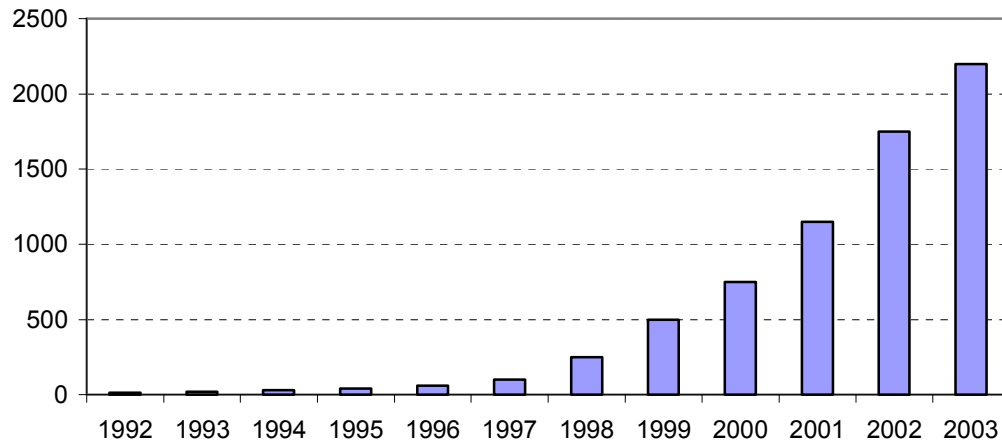
gir opplysninger om unormaliteter i melka, ytelse, melkas ledningsevne og temperatur, fôropptak, kuas kroppsvekt med mer. Alle observerte data registreres automatisk i en database og driftsledelsesprogrammer kan benyttes til å analysere og kontrollere data. Alarmlister og beskjeder for den enkelte ku kan skrives ut. Bonden kan også få varsles via mobiltelefon hvis det er noe som ikke fungerer. De store datamengdene gir nye muligheter for analyse, styring og driftsledelse i melkeproduksjonen.

Kapasiteten til robotene avhenger av strømmen av kyr som til enhver tid oppsøker roboten. God utnyttelse av kapasiteten er vesentlig i forhold til den kapital som er bundet i systemet, samtidig er stor grad av kapasitetsutnyttelse begrensende for fleksibiliteten i besetningen med tanke på eventuelle utvidelser og sesongvariasjoner (Jensen 2004). Hastigheten på melkestrømmen fra den enkelte ku og avdråten i besetningen har også stor betydning for kapasiteten til systemet (de Koning and Quweltjes 2000). Undersøkelser fra Danmark viser at kapasiteten for en AMS ligger på rundt 560 000 kg levert melk per enkeltboks per år, men at enkelte besetninger kommer opp i 650 000–700 000 kg levert melk per enkeltboks per år (Jensen 2004).

AMS skiller seg fra tradisjonell melking på flere praktiske områder, og fører til endringer i tilknytning til produksjonssystemet i den enkelte bedrift. AMS er en kapital- og driftsledelsesintensiv teknologi. Det daglige arbeidet endres vesentlig fra det fysiske arbeid knyttet til melking til mer overvåknings- og driftsledelsesbetonte oppgaver (Jensen 2004), men også å hente kyr som ikke lar seg frivillig melke ofte nok. Fleksibiliteten knyttet til når arbeidet må utføres øker, og bidrar sammen med endringen i type arbeidsoppgaver til at bonden får en annen hverdag. Med AMS krever ikke melkingsarbeidet lenger kontinuerlig overvåkning av mennesker. En blir mindre bundet av selve melkingsarbeidet, men fordi melking blir en 24-timers prosess, kan systemet svikte når som helst på døgnet og arbeidet kan bli mindre strukturert. Dersom man ikke ønsker å forlate arrangementer utenfor bruket er det derfor nødvendig at en person er tilgjengelig for raskt å kunne ta hånd om eventuell systemsvikt. Man må også finne avløsere som i tillegg til å stelle kyr, også kan passe på roboten.

2.2 Historikk og utvikling

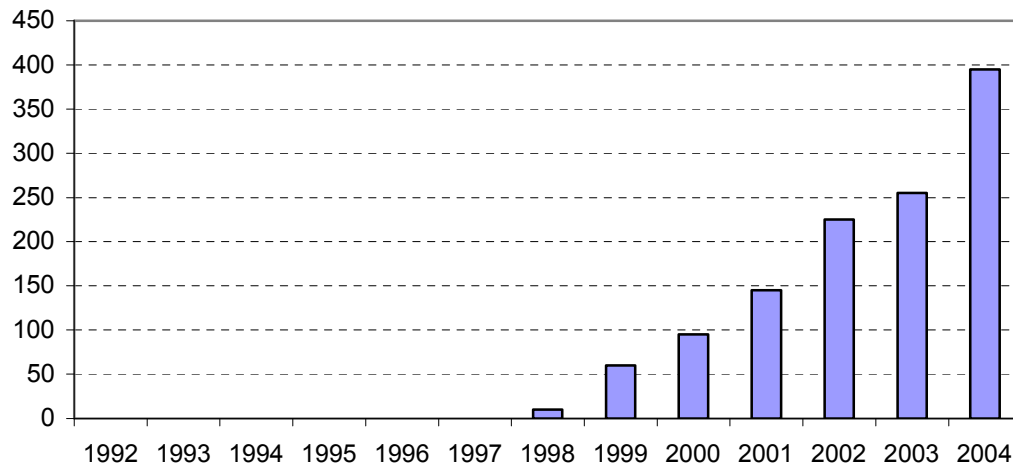
Interessen for AMS oppstod på midten av 1970-tallet, og var drevet av økende arbeidskraftkostnader i Europa. De første kommersielle robotsystemene kom i 1992, men det var først etter 1998 at utbredelsen økte (Figur 2.1). I 2003 hadde mer enn 2200 gårder i over 20 land tatt i bruk melkebot. Over 80 prosent av AMS-besetningene ligger i Nord-vest Europa. Den største AMS-besetningen finnes i California (USA) og inkluderer 20 melkingsbokser. Denne besetningen skal nå utvides og vil etter utvidelsen bestå av 32 melkingsbokser i 4 samkjørte fjøs med en sentral klynge av 8 melkingsenheter i hvert fjøs (De Koning og Rodenburg, 2004).



Kilde: Koning and Rodenburg (2004)

Figur 2.1 Antall besetninger som benytter automatiske melkingssystemer (AMS) rundt omkring i verden (1992–2003)

Figur 2.2 viser antall besetninger som benytter AMS i Danmark. Den første melkeroboten i Danmark ble installert i 1998, i 2004 var nesten 400 roboter var i bruk, Det var ca. 6600 melkebesetninger i Danmark i 2004¹, dvs. at ca. 6 prosent av alle danske melkebruk nytter AMS.



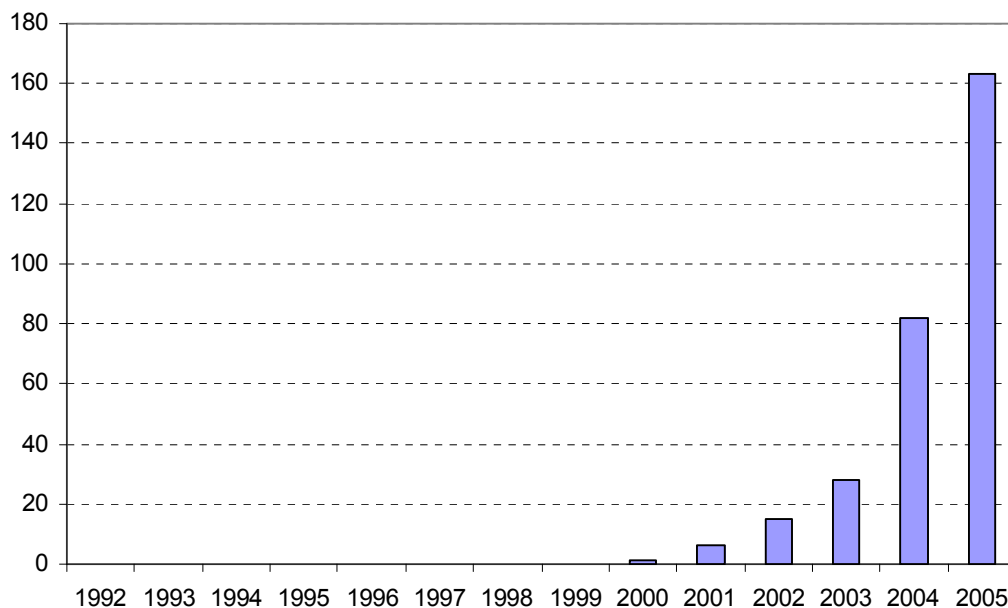
Kilde: Jensen (2004)

Figur 2.2 Antall besetninger som benytter automatiske melkingssystemer (AMS) i Danmark

¹ <http://www.mejeri.dk/view.asp?ID=3631>

Innføring av AMS i Norge

Den første AMS i Norge ble installert i 2000. Siden har utviklingen gått relativt raskt og økte betydelig i 2004. Som figur 2.3 viser fortsatte økningen i 2005.



Kilde: Tine BA, Delaval, Fjøssystemer, Nordby og Co AS

Figur 2.3 Antall besetninger som har investert i automatiske melkingssystemer (AMS) i Norge (2005 inkluderer solgte AMS per 1. februar 2006, ikke alle er satt i drift)

Per februar 2006 var det solgt ca. 170 AMS i Norge. Det er flest melkeroboter på Jæren. Tabell 2.1 viser en fylkesvis oversikt over AMS i Norge, tabellen viser også antall av hver type AMS i de respektive fylkene. En studie fra Finland viser at ca. 100 AMS er installert der, og i følge data fra FADN-bruk sine planer for framtida vil det trolig være ca. 1700 AMS på finske melkebruk i løpet av 10 år (Latvala og Pyykkönen, 2005).

Tabell 2.1 Fylkesvis fordeling av solgte AMS i Norge etter type (per januar 2006)

Fylkesfordeling	Delaval	Lely	Galaxy	Totalt
Østfold	4	4		8
Akershus	3	0		3
Hedemark	4	6	1	11
Oppland	14	10	4	28
Buskerud	3	4		7
Vestfold	2	3		5
Telemark	1	0		1
Aust-Agder	1	0		1
Vest-Agder	0	1		1
Rogaland	25	15	3	43
Hordaland	2	2		4
Sogn og Fjordane	2	0		2
Møre og Romsdal	6	6	1	13
Sør-Trøndelag	5	7		12
Nord-Trøndelag	14	7	2	23
Nordland	5	0		5
Troms	2	0		2
Finmark	0	0	1	1
Totalt	93	65	12	170

Kilde: Delaval, Fjøssystemer, Nordby og Co AS (2006)

1) Doble roboter teller 2 stk i tabellen

Tabell 2.2 viser at Oppland, Buskerud, Rogaland, Nord-Trøndelag, Østfold og Vestfold har en høy andel av AMS i forhold til antall melkebruk og andelen av produksjonen. I Nordland, Hordaland, Sogn og Fjordane, Telemark og Agder-fylkene er AMS relativt lite utbredt. Flere av disse fylkene har mange små melkebruk.

Tabell 2.2 Andel av melkeproduksjonen og antall melkebruk sett i forhold til andelen av AMS, fylkesvis i prosent

Fylke	Andel av melkeproduksjonen (%)	Andel av antall melkebruk (%)	Andel av antall AMS (%)
Østfold	2,1	1,5	4,7
Akershus/Oslo	1,9	1,4	1,8
Hedmark	5,7	5,3	6,5
Oppland	11,1	11,9	16,5
Buskerud	2,2	2,5	4,1
Vestfold	1,0	0,7	2,9
Telemark	0,9	1,2	0,6
Aust-Agder	0,8	1,0	0,6
Vest-Agder	2,1	2,7	0,6
Rogaland	18,2	14,9	25,3
Hordaland	5,5	6,5	2,4
Sogn og Fjordane	7,0	9,7	1,2
Møre og Romsdal	9,9	10,0	7,6
Sør-Trøndelag	9,9	9,9	7,1
Nord-Trøndelag	11,2	9,9	13,5
Nordland	6,9	7,4	2,9
Troms	2,3	2,3	1,2
Finnmark	1,2	1,1	0,6
TOTALT	100,0	100,0	100,0

Kilde: SLF, Delaval, Fjøssystemer, Nordby AS

3 Rammer for AMS i norsk melkeproduksjon

3.1 Teknologisk utvikling

Den teknologiske utviklingen knyttet til melking har gått raskt. Enkelte norske bønder kan ha vært med på alt fra handmelking via melking med melkemaskin, først i spann, så i rør, til melkerobot.

Kyrne har blitt handmelka i århundrer. På 1940-tallet kunne en person handmelke ca. 15 kyr, på 1970-tallet kunne en person med melkemaskin melke mer enn 70 kyr (Martin 2000). Pulsatoren og to-kamret spenekopp ble oppfunnet i 1903. Dermed var grunnlaget lagt for en melkemaskin som kunne lette det tunge melkingsarbeidet. Tabell 3.1 viser utviklingen i antall spann og rørmelkingsanlegg i Norge fra 1929 og fram til 1979. Ved jordbrukstellinga i 1929 fantes ingen melkemaskiner, i 1939 hadde nesten 1200 bruk anskaffet melkemaskinanlegg. Hos de fleste kom melkemaskina først til gards etter 2. verdenskrig, og vanligvis var det da snakk om spannmaskin (Alfnes et al. 2004). Vatn (1984) sier at en ikke kunne snakke om noe gjennombrudd for melkemaskina før krigen, elektrisiteten gjorde senere spredningen mulig.

Overgangen fra handmelking til melkemaskin med spannmelking og videre til rørmelking var en stor nyvinning for landbruket. Forsell (i Gjerdåker 1999) har antydnet at ny melkingsteknologi sammen med økte ytelser førte til ca. 30 000 færre årsverk i norsk melkeproduksjon. Det er ikke anslått hvor mye arbeidsforbruket vil synke ved en eventuell robotifisering av norsk melkeproduksjon.

Tabell 3.1 Melkeanlegg i jordbruket i Norge 1929–1979¹⁾

Type melkeanlegg	1929	1939	1949	1959	1969	1979
Spann	0	1 166	6 357	39 922	48 107	29 274
Rør ²⁾	0	0	0	0	3 432	15 791

Kilde: Vatn 1984

1) Tallene er basert på SSB sine jordbrukstellinger, i tellinger etter 1979 er antall melkeanlegg ikke registrert

2) I statistikken er tallene for 1939-1959 ført opp under rubrikken melkemaskinanlegg..

I følge Alfnes et al. (2004) monterte Alfa-Laval sitt første rørmelkanlegg i 1925. Noen rørmelkanlegg ble solgt i Norden utover 1930-tallet. Men kostnadene var store og arbeidsbesparelsen begrenset, arbeidskraften var billig og det manglet elektrisitet på gårdene. Utprøving av gårdstanksystemet kom på 1960-tallet og Norge fikk sin første gårdstank i 1962, først da tok interessen for rørmelkanlegg seg virkelig opp (Alfnes et al. 2004). Det var både tiltalende og besnærende at melka kunne gå i et lukket rørsystem helt fram til kjøle- og lagertanken. En gammel buedeie sa en gang at «*jeg trodde ikke at jeg skulle få oppleve at melka gikk ut i silbua av seg selv*».

I følge Jepsen (Alfnes et al. 2004) kom automatiske avtagere på markedet i slutten av 1970-tallet. Avtagerne gav en effektiviseringsgevinst spesielt i løsdriftsfjøs, men medførte samtidig at mer vekt skulle flyttes mellom kyrne i båsfjøs. Det første melkerobotfjøsset i Norge ble bygget i år 2000. I dag er det solgt over 160 roboter i Norge.

3.2 Strukturutviklingen

Norsk melkeproduksjon er en sterkt regulert næring. Strukturutviklingen i næringen er høyst betinget av politiske rammevilkår som kvoteordningen og tilskuddsystemet.

Tabell 3.2 viser en fylkesvis oversikt over utviklingen i gjennomsnittlig kvote per bruk i ulike fylker fra 1998 til 2005.

Tabell 3.2 Fylkesvis oversikt over gjennomsnittlig melkekvote 1998, 2001, 2003 og 2005. Liter per bruk

Fylke	1998	2001	2003	2005	% endring
					1998–2005
Østfold	97 512	108 606	124 310	136 198	39,7
Akershus	94 595	106 016	123 070	132 145	39,7
Oslo	200 000	149 795	159 533	159 533	-20,2
Hedmark	79 455	85 802	94 863	104 128	31,1
Oppland	67 022	73 481	81 248	90 577	35,1
Buskerud	64 551	69 549	79 378	88 478	37,1
Vestfold	97 949	107 759	135 198	152 298	55,5
Telemark	52 958	59 196	65 831	75 165	41,9
Aust-Agder	57 895	64 519	72 919	83 150	43,6
Vest-Agder	58 711	63 874	72 178	77 672	32,3
Rogaland	90 499	98 963	108 397	117 484	29,8
Hordaland	58 969	63 766	71 249	78 771	33,6
Sogn og Fjordane	56 955	61 307	66 908	71 730	25,9
Møre og Romsdal	71 686	77 834	88 997	96 794	35,0
Sør-Trøndelag	74 539	79 642	88 396	97 162	30,4
Nord-Trøndelag	81 552	88 019	99 598	109 078	33,8
Nordland	69 938	75 305	83 728	91 190	30,4
Troms	76 263	81 927	93 154	98 671	29,4
Finnmark	91 935	95 660	99 845	105 494	14,7
<i>Landet</i>	<i>73 246</i>	<i>79 479</i>	<i>88 819</i>	<i>97 166</i>	<i>32,7</i>

Kilde: Budsjettnemnda for jordbruket

Vi ser at kvotene per bruk er størst i Vestfold, Østfold, Akershus og Rogaland. Prosentvis økning i kvote per bruk i perioden 1998–2005 har vært størst på det sentrale Østlandet, samt i Agder-fylkene og Telemark.

Tabell 3.3 viser at kun 1 prosent av jordbruksbedriftene har mer enn 50 kyr. Mens 5 prosent av brukene har mellom 30 og 50 kyr. Over $\frac{3}{4}$ av brukene har mellom 10 og

30 kyr, og 17 prosent av brukene har færre enn 9 kyr. Tabellen viser også at antallet bruk over 30 kyr øker, mens antallet bruk under 30 kyr avtar. Gjennomsnittsbetsetningen i Norge i 2005 var 16,7 kyr.

Tabell 3.3 Strukturutvikling for bruk med melkeku¹⁾. Antall jordbruksbedrifter

Besetnings- størrelse	1979 ²⁾	1989	1999	2004	2005*	Årlig %-vis endring		
						79-89	89-99	99-05
1-9	23 147	11 610	6 047	2 954	2 750	-6,7	-6,3	-12,3
%	59	40	27	17	17			
10-14	7 980	9 711	7 979	5 034	4 597	2,0	-1,9	-8,8
%	21	33	35	30	29			
15-19	4 223	5 085	5 201	4 456	4 321	1,9	0,2	-3,0
%	11	17	23	27	27			
20-29	2 692	2 208	2 834	3 202	3 127	-2,0	2,5	1,7
%	7	8	13	19	20			
30-50	762	476	537	881	868	-4,6	1,2	8,3
%	2	2	2	5	5			
> 50	102	53	61	139	199	-6,3	1,4	21,8
%	0	0	0	1	1			
Antall bruk	38 906	29 143	22 659	16 666	15 862	-2,8	-2,5	-5,8
1 000 melkekyr	372	340	313	272	265	-0,9	-0,8	-2,8
Melkekyr per bruk	9,6	11,7	13,8	16,3	16,7	2,0	1,7	3,2

1) Samdrifter er med som en jordbruksbedrift

Kilde: Statistisk sentralbyrå. De fullstendige jordbrukstellingene 1979, 1989 og 1999, og beregna totalpopulasjon i 2004 og 2005

Strukturutviklingen de siste årene har vært sterkt påvirket av mange samdriftsetableringer. Bare siden 2001 er det blitt etablert nesten 800 samdrifter i melkeproduksjon. I 2005 var det nesten 1 500 samdrifter i norsk melkeproduksjon (Tabell 3.4). De fleste samdriftene består av 2 bruk, men det er også over 180 samdrifter med 3 bruk, 50 samdrifter med 4 bruk og i overkant av 30 samdrifter med 5 bruk eller mer. Det er flest samdrifter i Oppland, Rogaland og Nord-Trøndelag. Mange av de som har investert i AMS de siste årene er samdrifter.

Tabell 3.4 Antall samdrifter i melkeproduksjon og fordelingen av eiendommer som inngår i samdriftene

	2001	2003	2005	Antall samdrifter fordelt på antall eiendommer per samdrift 2005				Antall eiendommer i samdrift 2005
				2	3	4	≥ 5	
Østfold	7	12	17	16	1			35
Akershus	3	6	11	9	1	1		25
Hedmark	32	38	63	48	10	4	1	148
Oppland	183	249	323	271	36	8	8	728
Buskerud	6	14	20	11	5	4		53
Vestfold	4	7	10	7	2	1		24
Telemark	10	14	16	13	2	1		36
Aust-Agder	6	9	12	10	2			26
Vest-Agder	8	15	32	29	3			67
Rogaland	78	170	254	210	33	5	6	572
Hordaland	45	64	96	86	4	2	4	213
Sogn og Fjordane	50	75	118	96	19	1	2	267
Møre og Romsdal	61	86	124	97	18	7	2	289
Sør- Trøndelag	52	74	110	87	19	3	1	249
Nord- Trøndelag	109	163	198	159	21	11	7	463
Nordland	37	52	63	54	7	1	1	139
Troms	8	8	8	8				16
Finnmark	2	2	6	5		1		14
<i>Hele landet</i>	<i>701</i>	<i>1 058</i>	<i>1 481</i>	<i>1 216</i>	<i>183</i>	<i>50</i>	<i>32</i>	<i>3 364</i>

Kilde: Statens Landbruksforvaltning

Tabell 3.5 viser antall bruk fordelt på kvotestørrelser. De fleste AMS kan ta hånd om 60–70 kyr. Med slike besetningsstørrelser vil en kunne levere rundt 400 000 liter melk. Av tabellen ser vi at det finnes 103 besetninger med over 400 000 liter i kvote i Norge. Når vi tar i betraktning at over 160 bruk per i dag har investert i melkerobot er det grunn til å tro at det er mange som har investert i AMS ut fra andre årsaker enn rent bedriftsøkonomiske – eller at de planlegger å kjøpe kvote eller inngå i samdrift for eventuelt å utnytte robotens kapasitet.

Av tabellen ser vi også at det er stort sett samdrifter som har «robotstørrelse». Det er riktignok 41 enkeltbruk som har over 300 000 liter i kvote, men bare sju av dem har over 400 000 liter. Det blir imidlertid stadig flere som gjennom samdriftstableringer eller kvotekjøp kommer opp i disse kvotestørrelsene, hvor melkerobot er et aktuelt alternativ.

Tabell 3.5 Antall bruk med ulike kvotestørrelser per januar 2006

Kvotestørrelse (i tonn)	Antall enkelt-bruk	Andel av total produksjon	Antall samdrifter	Andel av total produksjon	Antall Totalt	Andel av total produksjon
under 100	9 009	39,2	103	0,6	9 112	39,8
over 100	4 605	40,2	1 458	20,0	6 063	60,2
over 200	331	5,3	604	11,8	935	17,1
over 300	41	1,0	243	6,3	284	7,3
over 400	7	0,3	96	3,1	103	3,4
over 500	6	0,2	35	1,4	41	1,7
over 600	6	0,2	20	0,9	26	1,1
over 700	1	0,0	10	0,5	11	0,5
over 800	-	-	2	0,1	2	0,1
Totalt	13 614	79,4	1 561	20,6	15 175	100,0

Kilde: Statens landbruksforvaltning 2006

3.3 Produksjon og ytelse

I 2005 ble det levert i overkant av 1 500 millioner liter melk til meieriene i Norge. Tabell 3.6 gir en oversikt over hvor i landet produksjonen foregår. Oppland, Rogaland og Midt-Norge med Møre og Romsdal, Sør-Trøndelag og Nord-Trøndelag står for ca. 60 prosent av produksjonen.

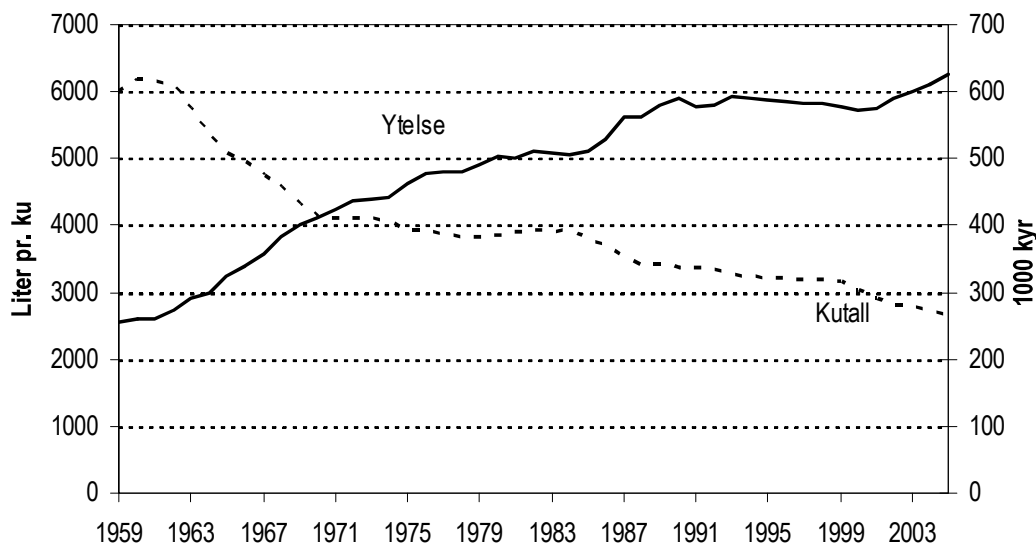
Tabell 3.6 Produksjon kumelk, meierileveranser inkl. gardsmør og gardsost beregnet som melk, fylker. Millioner liter

	1979	1989	1999	2004	2005*
Østfold	53,8	43,3	35,6	32,4	31,8
Akershus/Oslo	64,2	30,5	33,6	29,8	28,7
Hedmark	108,3	114,1	98,7	85,9	85,5
Oppland	193,1	198,0	183,5	169,3	167,9
Buskerud	46,1	44,9	37,7	34,4	33,8
Vestfold	23,2	18,0	17,9	15,1	15,1
Telemark	20,1	18,9	16,5	13,9	13,7
Aust-Agder	12,3	12,2	13,7	13,1	12,7
Vest-Agder	34,8	42,1	35,5	33,0	32,0
Rogaland	303,4	316,1	269,2	274,4	274,4
Hordaland	90,7	112,6	98,2	83,8	83,1
Sogn og Fjordane	99,3	119,9	123,9	106,9	106,4
Møre og Romsdal	173,1	190,3	163,0	150,2	150,3
Sør-Trøndelag	193,1	185,7	167,3	150,1	149,9
Nord-Trøndelag	158,5	201,0	180,6	169,6	169,0
Nordland	109,5	123,6	113,6	105,0	104,2
Troms	38,3	41,8	39,0	34,6	34,8
Finmark	20,1	22,4	19,8	18,6	18,0
Hele landet	1 741,9	1 835,4	1 647,3	1 520,3	1 511,4

Kilde: Norske Meierier, Jæren Gardsmeieri, Gausdalmeieriet AS, Omsetningsradet og SLF

Figur 3.1 viser utvikling i kutallet og ytelsen i liter per ku. Av figuren ser vi at ytelsen per ku har ligget på noenlunde samme nivå siden slutten på 1980-tallet. Forhold som oppkjøp av melkekvoter og nybygg kan gi en økning i avdråttene i åra som kommer. Grunnet flere melkinger per dag samt ønsket om å utnytte kapasitet kan også AMS gi økt ytelse per ku.

Tilskuddsystemet i kombinasjon med kvoteordningen har noe å si for at ytelsen blant norske melkekyr er lavere enn blant svenske og danske kyr. Dessuten har betydelig vi betydelig høyere kraftfôrpriser og overskudd på grovfôrarealer i flere områder. Det har derfor ikke vært lønnsomt å utnytte det biologiske potensialet for melkeproduksjon (Flaten 2001).



Kilde: Budsjettnemnda for jordbruket (2005a)

Figur 3.1 Utviklingen i kutallet og ytelsen per ku 1959–2004

3.4 Landbrukspolitikkenes betydning for utberedelsen av AMS

Her vil vi kort peke på noen forhold ved landbrukspolitikken som kan ha hatt og vil ha betydning for utberedelsen av AMS i Norge. Fordi AMS er spesielt godt egnet for en viss type bruksstørrelse, vil utberedelsen av AMS i Norge bl.a. være avhengig av strukturen og størrelsen på norske melkebruk framover. Strukturen påvirkes av politiske forhold. Blant de viktige er:

1. Kvoteordningen
2. Tilskuddsystemet
3. Regelverket knyttet til samdrift
4. Regelverket knyttet til hold av storfe

Kvotordningen

En kvotordning basert på et toprissystem ble innført fra 1983. I 1997 ble det innført en ordning med statlig administrert kjøp og salg av kvoter.

Senere har det også blitt åpnet for direkte omsetning av kvoter mellom produsenter til markedspriser. Produsentene kan nå selge inntil 60 prosent av kvoten direkte til andre produsenter, mens de resterende 40 prosent må selges til staten.

Kjøp og salg av kvoter skjer innenfor fylkesgrensene. Fullstendig liberalisering av omsetningen med kvoter vil føre til at det settes ytterligere fart i strukturrasjonaliseringen (Oskam og Speijers 1992).

Tilskuddsystemet

Små og mellomstore bruk får mer støtte per produsert enhet enn store bruk, fordi en har ønsket å opprettholde drift på denne type bruk.

Husdyrtilskuddet er strukturdifferentiert. Det har vært en viss utflating av tilskuddsatsene i forhold til struktur (antall årskyr) de siste årene, men fortsatt får en mer tilskudd for de første kyrne. En får husdyrtilskudd for opptil 50 kyr. Videre er det et tak på produksjonstilskuddet. Avløsertilskuddet er utformet på samme måte som husdyrtilskuddet og har også et tak. Andre aspekter ved tilskuddsystemet som vil ha betydning for utbredelsen av AMS, er blant annet i hvilken grad det vil bli gitt investeringstilskudd og rentestøtte til slike investeringer. Videre vil regionale prioriteringer ha betydning, blant annet i forhold til BU-midlene.

Regelverket knyttet til samdrift

En samdrift kan defineres som to eller flere bruk som samarbeider om melkeproduksjonen på helårsbasis, og som fordeler overskuddet ut fra innsatt arbeids- og kapitalinnsats. Tilskuddsystemet for samdrifter har vært endret både i positiv og negativ retning for samdriftene, noe som har påvirket utbredelsen og etableringstakten av samdrifter. Det har vært et krav om aktiv arbeidsdeltagelse fra alle deltagerne i samdrifta. Fra og med 01.07.04 ble dette kravet opphevet, og det er nå tilstrekkelig at en går inn med passivt eierskap gjennom innskudd av kapital og melkekvote. Deltagere som skal inngå i samdrift kan ikke ligge mer enn 17 km fra hverandre. I forbindelse med at aktivitetskravet ble opphevet ble det også gjort endringer i tilskuddsystemet for samdrifter. Alle samdrifter etablert etter 01.07.04 får kun ett driftstilskudd.

Åpning for passivt eierskap i samdrifter kan gjøre det mer attraktivt å velge AMS fremfor tradisjonelle melkingssystemer, fordi arbeidspresset på de aktive deltakerne kan øke. Maksimal kvote for en samdrift er per april 2006 lik 750 000 liter.

Forskrift om hold av storfe

«Forskrift om hold av storfe» av 22.04.04, stiller krav om beiting eller slipp i luftegård for storfe som står i båsfjøs. For besetninger² i eksisterende løsdriftsfjøs er det krav om beiting eller luftegård fra 2013. Ved nybygg, gjelder kravet fra forskriftens ikrafttreden. Hvordan AMS vil innvirke på beiting, kan derfor ha betydning for hvor attraktivt det blir å benytte seg av denne teknologien. Det kreves at alle melkekyr skal ha løsdrift fra januar i 2024. Det er i dag ikke tillatt å bygge båsfjøs, eller å foreta omfattende restaurering av eksisterende båsfjøs. For alle som bygger fjøs framover vil det derfor være en aktuell problemstilling om det skal velges robot som melkingssystem.

² Hanndyr over 6 mnd. er unntatt fra kravet.

4 Effekter og konsekvenser av AMS på bruksniva

Internasjonalt er det gjennomført forskning som belyser effekter og konsekvenser av å ta i bruk AMS. Dette gjelder effekter og konsekvenser både for bonde, buskap, beiting og driftsøkonomiske forhold. I Norge er det ikke forsket på effekter og konsekvenser av å ta i bruk AMS.

4.1 Bonde

Det er ikke bare lønnsomhet som avgjør om bøndene foretrekker AMS framfor tradisjonelle melkingssystemer. Nedgangen i arbeidsforbruket er et forhold, type arbeidsoppgaver er et annet forhold som kan påvirke motivasjonen til bonden for å ta i bruk AMS.

4.1.1 Motivasjon

Resultater fra en undersøkelse blant 40 danske bedrifter som har investert i AMS i perioden 1998 til 2001, viste at ønsket om redusert arbeidsinnsats og mindre fysisk arbeid og økt fleksibilitet, var de viktigste motivasjonsfaktorer for å investere i AMS (Jensen 2004).

I en EU-undersøkelse blant 107 bedrifter svarte 67 prosent av de spurte at de primært valgte robot av personlige årsaker, mens 33 prosent var mest opptatt av økonomien (Meskens og Mathjis 2002). I Danmark investerte 86 prosent av personlige årsaker, mens 9 prosent installerte robot pga. økonomien, og blant danske og hollandske bønder er det også et ønske om å frigjøre seg fra leid arbeidskraft som gjør at det investeres i robot (Jensen 2004).

Hogeveen (2004) intervjuet 120 nederlandske bønder hvorav 60 hadde investert i tradisjonelt melkingssystem og 60 hadde investert i AMS. Bøndene ble spurt om de tre viktigste motivene for å investere i AMS. Følgende faktorer fikk størst oppslutning:

- 21 prosent - mindre arbeid
- 13 prosent - mer fleksibilitet

- 11 prosent - vil melke mer enn 2 ganger i døgnet
- 9 prosent - må ha et nytt melkingssystem
- 6 prosent - ønsker bedre jurhelse
- 6 prosent - ønsker høyere melkeproduksjon
- 4 prosent - bygging av nytt fjøs
- 4 prosent - framtidsutsikter
- 15 prosent - andre forhold

Hos bøndene som hadde investert i et tradisjonelt opplegg, var fordelingen på de 3 viktigste motivene for å velge et tradisjonelt opplegg som følger:

- 29 prosent - for høye kostnader ved AMS
- 15 prosent - for avhengig av teknologien ved AMS
- 9 prosent - for stor usikkerhet knyttet til AMS
- 8 prosent - små muligheter for vekst og økning i produksjonen
- 6 prosent - bedre tilpasning i fjøset
- 25 prosent - andre forhold

Denne undersøkelsen viste at forhold knyttet til arbeidssituasjonen er de sterkeste motivene for å investere i AMS. Mindre arbeid og mer fleksibilitet er motiver som til sammen ble valgt i mer enn 1/3 av tilfellene. På den andre siden, hos de som har valgt mer tradisjonelle systemer er kostnader og teknologiavhengighet de to viktigste motiver for ikke å ta i bruk AMS.

4.1.2 Arbeidsforbruk

Melkeproduksjonen er arbeidsintensiv, og den gir en lite fleksibel arbeidssituasjon på familiebruk. I tradisjonelle melkingssystemer melkes kyrne vanligvis minst 2 ganger i døgnet. Melkingsarbeidet er fysisk tungt og arbeidskrevende.

Bondens hverdag i et AMS-fjøs endrer seg betydelig sammenlignet med fjøs som har tradisjonelle melkingssystemer. Andelen fysisk arbeid knyttet til melking går ned og erstattes delvis av mer tilsynsarbeid og arbeid knyttet til styring og driftsledelse.

En modellstudie (Snock og Donkers 1995) viste at arbeidsforbruket knyttet til melking kunne reduseres med 30–40 prosent med AMS, sett i forhold til bruk av mer tradisjonelle melkingssystemer. En test foretatt av Dansk Landbruksrådgivning (Rasmussen, 2002) i 57 besetninger med AMS, viser en reduksjon i arbeidsforbruket på 43 prosent av den samlede tid brukt på fjøsarbeid. En finsk studie (Latvala og Pyykkönen 2005) slår fast at arbeidsforbruket knyttet til dyrestell går ned med 30 prosent ved bruk av AMS. Denne studien viste at arbeidsforbruket gikk ned fra 117 timer per ku per år til 73 timer per ku per år på bruk med ca. 40 melkekyr.

Arbeidsforbruket varierer mye mellom besetninger. En undersøkelse fra 13 besetninger med AMS i Nederland, Danmark og Tyskland slår fast at arbeidsforbruket relatert til roboten varierer fra ca. en halv time per dag til nesten 3 timer hver dag. Variasjonen i arbeid knyttet til roboten per ku per dag varierer fra 27 sekunder til 86 sekunder (Van't der Land et al. 2001). Andre undersøkelser som De Koning og Rodenburg (2004) viser til, har noenlunde samme resultat; det rapporteres om et arbeidskrav for AMS på mellom 32 minutter og 3 timer hver dag. De Koning og Rodenburg (2004) sier videre at en i gjennomsnitt kan regne med en reduksjon i arbeidsforbruket til melking på ca. 10 prosent i forhold til 2 melkinger per dag i et tradisjonelt opplegg, men at det er store variasjoner mellom besetninger. De framhever også at de største endringene kommer i form av endrede arbeidsoppgaver, det blir en overgang fra fysisk arbeid til mer oppgaver knyttet til driftsledelse.

De Koning og Rodenburg konkluderer med en arbeidsbesparelse knyttet til melkingsarbeidet på 10 prosent. I en undersøkelse blant 107 melkeprodusenter gjennomført i Belgia, Nederland, Danmark og Tyskland, kom Wauters og Mathjis (2004) fram til en arbeidsbesparelse på mellom 20 og 21 prosent. En tysk undersøkelse av 4 besetninger viste at nødvendig arbeidsmengde for AMS i forhold til konvensjonelle systemer variererte fra 127 prosent til 54 prosent. Årsaken til den store variasjonen var variasjonen i antall kyr som ikke lot seg melke med AMS, besetningsstørrelse og behovet for arbeid knyttet til styring av systemet. (Artmann og Bohlsen 2001). Et forhold som kan føre til liten innsparing i arbeidsforbruket, er arbeidet med å hente kyr som ikke oppsøker roboten frivillig (Trilk et al. 2005).

Selv om teknologien er noenlunde lik i de fleste AMS-besetninger kan det også være forhold knyttet til selve AMS'et som skaper merarbeid. De fleste typer AMS har imidlertid de senere årene blitt utbedret slik at driftssikkerheten er betydelig bedret i forhold til de første modellene som kom på markedet for over 10 år siden.

I forhold til den arbeidsinnsatsen som kreves fra bondens side vil det være forhold både knyttet til buskapen, fjøskonstruksjonen, føringssystemet og kustrømmen i fjøset som kan føre til at det i enkelte besetninger blir utført mer manuelt arbeid. Det har imidlertid vært gjennomført undersøkelser som har vist at ulike opplegg for ku-trafikk, tvunget, halvveis tvunget eller fri kutrafikk, ikke har noen innvirkning på arbeidsforbruket i besetningen (van't der Land et al. 2001).

Dette vil også ha en del å gjøre med bonden selv og han/hennes driftsledelse. Med god driftsledelse, vil arbeidsinnsatsen reduseres. Hvis en utranterer «problemkyr», og har et fjøs som er konstruert for AMS med et godt føringssystem og en optimal kustrøm, kan en utnytte det arbeidsbesparende elementet ved AMS.

En kan redusere arbeidsforbruket ved å iverksette tiltak gjennom god driftsledelse samt å investere i løsninger tilpasset AMS. Det siste er enklest ved nybygg, men kan også delvis gjøres i eksisterende bygninger. Både tiltak og investeringer representerer kostnader som må veies opp mot en eventuell arbeidsbesparelse og andre gevinster.

Når reduksjoner i arbeidsforbruket skal vurderes er viktig å være oppmerksom på hvilket sammenligningsgrunnlag som brukes, om en sammenligner med tidligere anlegg på samme bruk eller ny moderne melkestall på tilsvarende bruk.

4.1.3 Livskvalitet

I undersøkelsen til Wauters og Mathjis (2004) fremhevet to tredjedeler av bøndene at fritid var viktig, 50 prosent uttrykte at innovasjon var viktig og 8 prosent sa at andre sine meninger om AMS var viktig når de bestemte seg for å satse på AMS. Det var imidlertid store forskjeller mellom de ulike landene.

På de brukene hvor det ikke var innleid arbeid, brukte bøndene reduksjonen i arbeidsforbruket til å ta ut mer fritid i form av tid til familie- og fritidsaktiviteter. På grunn av dette opplevde bøndene i undersøkelsen økt livskvalitet. Det ble ikke funnet noen tegn på negative effekter som for eksempel økt stress som følge av bruken av AMS (Wauters og Mathjis 2004).

Ved å ta i bruk AMS må en også lære opp de som skal stelle dyra når en har fri. Kristensen og Noe (2004) sier det er viktig å ha et nettverk med dyktige folk rundt seg som kan ta seg av buskap og teknologi når en ikke er tilstede. AMS setter større krav til den som skal operere systemet og ta hånd om eventuelle alarmer enn mer tradisjonelle melkingsanlegg. I Norge har mange samdrifter installert AMS. Da kan flere parter med god kjennskap til dyra og teknologien avløse hverandre.

4.1.4 Driftsledelse

Det sies, blant annet av Jepsen (Alfnes 2004), at driftsledelse er den viktigste faktoren for å oppnå suksess ved bruk av AMS. Sensorer registrerer en mengde opplysninger og data lagres automatisk i en database, hvorfra eieren med et driftsledelsesprogram har mulighet til å kontrollere og justere innstillinger og betingelser for melkingen av den enkelte ku (Jensen 2004). Alarmlister og rapporter kan hentes ut. Ved å tolke og bruke disse kan korrektive tiltak hos maskiner og dyr gjennomføres på et tidlig stadium. Mange av disse mulighetene finnes også i andre moderne melkingssystemer. Quveltjes og de Koning (2004) fremhever imidlertid at en foreløpig bare i begrenset grad kan stole på alarmsystemene og at dette krever spesiell årvåkenhet og spesielle evner hos bonden. For å få utbytte av de muligheter som ligger i teknologien, er det viktig at bonden utnytter funksjoner knyttet til registreringer på buskaps- og individnivå. I hvilken grad en får utnyttet teknologien og muligheten i systemene i forhold til driftsledelse, påvirkes også av det øvrige opplegget for driftsledelse på gården (de Koning et al. 2001). Man har et bedre grunnlag for å investere i AMS hvis man har interesse av å bruke teknologiens styringsmuligheter. Å investere kun for å slippe unna melkingsarbeidet er ikke et like godt utgangspunkt (Jensen 2004)

Det er forsket lite på hvordan bonden kan utnytte data som blir registrert i forbindelse med driftsledelse, selv om flere fremhever viktigheten knyttet til driftsledelse i forbindelse med AMS (Bl.a. Jensen 2004, Jepsen (i Alfnes 2004), de Koning et al. 2001, van't Land et al. 2002). Enkelte har i tillegg fremhevet at alle data som registreres i AMS også kunne gi nyttig informasjon og være et viktig datagrunnlag for forskning (Bjerring et al. 2004). Etter hvert som systemene utvikles ytterligere vil mulighetene her øke, og vil danne grunnlaget for ny kunnskap og ytterligere utvikling. Leverandøren DeLaval reklamerer nå blant annet med at den siste utgaven av deres AMS nå kan skille ut unormal melk og blant annet blod i melken³. Det er også viktig at de data som registreres av AMS gjøres enkelt tilgjengelige og brukervennlige, slik de blir gode verktøy for bonden (Kristensen og Noe 2004).

AMS er ikke bare en ny måte å melke på, men AMS krever også en ny måte å tenke driftsledelse på. Tradisjonelle måter å tenke driftsledelse på kan føre til dårlig dyrevelferd og til økt arbeidsinnsats i en AMS-besetning (van't Land et al. 2002). Bønder som vil få mest mulig ut av AMS må være nøye med å observere dyrene og deres adferd, ved riktig tolkning av dyrenes atferd kan en sette inn riktige tiltak i rett tid og spare seg for mye merarbeid.

I en intervjuundersøkelse hos 25 melkeprodusenter i Nord-Amerika (Reinemann et al. 2004), ble ulike parametere som kan benyttes i forbindelse med driftsledelse studert. Undersøkelsen viste at nedgang i daglig melkeytelse (84 prosent), tid siden siste vellykkede melking (73 prosent) og melkens ledningsevne (47 prosent), var de mest vanlige parametrene som ble sett på når kyr ble skilt ut til nærmere undersøkelse.

Det blir viktig å kjenne individene i buskapsen. Bonden må endre sine rutiner i og med at en mister muligheten til nærkontakten med kyrne ved melking. Bonden må også lære seg å utnytte den informasjonen som systemet gir og nytte dette i beslutningsgrunnlaget ta beslutninger ut fra dette (Baines 2004).

Baines (2002) har kommet frem til 7 gode råd ved en overgang til AMS. Disse er gjengitt i boks 4.1.

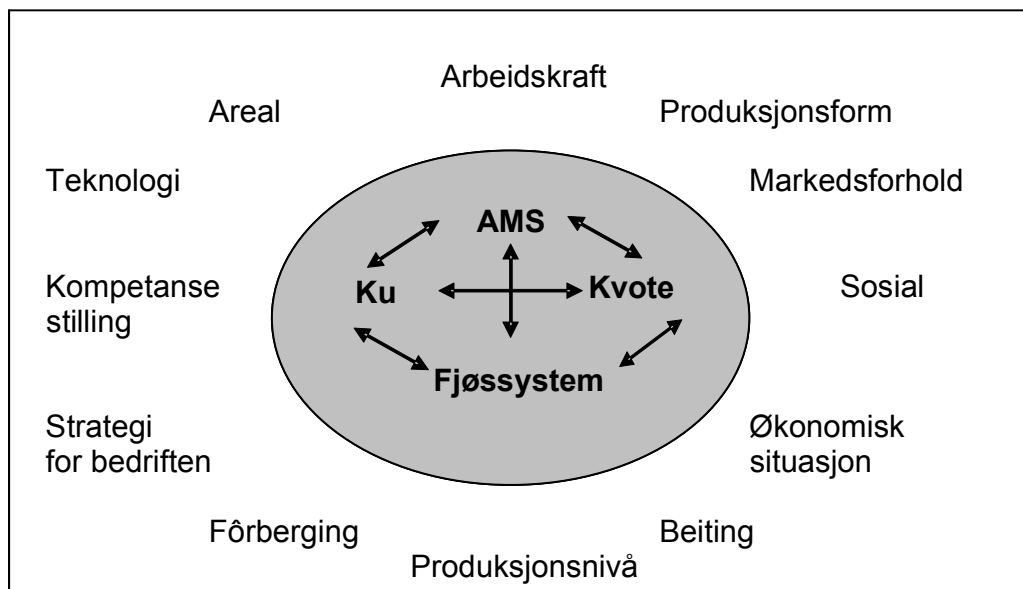
³ URL: <http://www.fk.no/article/articleview/3721/1/279/> 23.02.05

Boks 4.1

1. Å omstille buskapen til alle former for ny melkingsteknologi kan være krevende, for både buskap og bonde. Dette kan føre til dårligere melkekvalitet, dårligere jurehelse og nedgang i ytelse.
2. I hvilken grad denne overgangen går smertefritt, er i høyeste grad et resultat av hvor god driftsledelsen er på gården før, under og etter overgangsperioden.
3. Forbigående problemer kan minimeres med effektiv og god driftsledelse
4. Bonden må raskt lære seg å nytte data og rapporter fra overvåkningssystemet i roboten og ta hensyn til disse i sine beslutninger og handlinger.
5. Bonden må la automatikken «få en sjanse til å lære» og ha tålmodighet i forhold til at kyrne vil tilpasse seg. Å la roboten holde på for seg selv og "la det ordne seg selv" kan være vanskelig, men er ofte den beste taktikken.
6. En må hele tiden ha full oppmerksomhet mot all den informasjonen som er tilgjengelig, enten det er fra robotens sensorer og overvåkningssystem eller det er fra kilder utenfor gården, og være handlekraftig på bakgrunn av den informasjonen en har.
7. AMS er ikke et substitutt for god røkting og god driftsledelse. Det er helt nødvendig at all normal forebyggende aktivitet i forhold til mastitt, dyrehelse og fruktbarhet blir gjennomført på vanlig måte.

Kilde: Baines 2002

Kristensen og Noe (2004) har laget en modell som viser en del forhold som må komme i betraktning når en skal drive strategisk planlegging i forhold til en eventuell implementering av AMS. Modellen er tatt med som et eksempel (figur 4.1) for å vise at det er mange forhold en bør tenke gjennom hvis en vil finne ut om AMS er et reelt alternativ.



Kilde: Jensen (2004), Mod. e. Kristensen og Noe, 2004

Figur 4.1 Elementer som påvirker strategisk planlegging knyttet til AMS

AMS-teknologien bør inngå i en mer overordnet strategi for bruket, gir nye føringer for driftsledelse og skaper nye utfordringer for bonden. Ny kompetanse og erfaring må utvikles slik at en oppnår best mulig resultater. Denne prosessen stopper imidlertid ikke opp med AMS, teknologien vil utvikle seg videre og nye driftsledelsesstrategier vil måtte oppstå (Rodenburg og Wheeler, 2002).

4.2 Buskap

I tillegg til direkte konsekvenser for bonden, har også AMS betydning for besetningen. AMS påvirker dyras hverdag direkte og kan ha betydning for dyras trivsel, velferd og dyrehelse. AMS kan også ha betydning for produksjons- og produkttegenskaper som melke kvalitet og melkeavdrått. Nedenfor følger en gjennomgang av internasjonal forskning på disse feltene. Disse forholdene vil også indirekte virke inn på bondens hverdag og til sist økonomien på bruket.

Det er blitt forsket mye på ulike forhold knyttet til dyrehelse, jurhelse ulike produksjonsegenskaper som avdrått, og produkttegenskaper som melke kvalitet. Det er imidlertid gjort lite forskning hvor de økonomiske konsekvensene av slike forhold blir fastsatt. Det er heller ikke forsket noe særlig på hvordan ulike kuraser påvirkes av en overgang til automatisk melking. Vi kjenner ikke til at det har vært studert hvordan NRF-kyr takler en overgang til AMS.

4.2.1 Dyrevelferd, dyre- og jurhelse samt fruktbarhet

Det er vanskelig å måle dyrevelferd, men gjennom å se på produksjonsegenskaper, dyrehelse samt ved se på dyras atferd kan en indirekte si noe om dyrevelferden. Det later til å være lite forskning som berører denne problemstillingen direkte, men i en studie i Tyskland ble det blant annet sett på atferd, men Wenzel et al. (2003) fant mer sparking blant kyrne under melking ved AMS enn i tradisjonelle melkingssystemer. Den samme studien fastslo også at hjertefrekvensen til kyrne økte mer mellom 1. og 5. minutt etter inngang i melkingsboksen ved AMS i forhold til en tradisjonell melkingsstall. Videre kom det fram at det gjennomsnittlige innholdet av stresshormonet cortisol i melka var høyere ved AMS enn i kontrollgruppen med tradisjonelle systemer. Resultatene fra denne undersøkelsen viste forskjell i atferd, og i den psykologiske tilstanden, til de kyrne som ble melket med AMS og de som ble melket på tradisjonell måte.

I Storbritannia ble helsetilstand og fruktbarhet i 6 besetninger som hadde gått over til AMS studert (Dearing et al. 2004). I studien kunne det ikke påvises noen statistisk sikker effekt av AMS på fruktbarheten, selv om man kunne se at fruktbarheten ble noe dårligere etter at AMS ble installert. Den daglige melkeproduksjonen gikk noe opp, noe som i følge forskerne kan ha hatt negativ effekt på fruktbarheten.

Hillerton et al. (2004) bedømte dyrehelse hos 15 bruk i Nederland, 15 bruk i Danmark og 15 bruk i Storbritannia som hadde gått over til AMS. Det kunne ikke påvises noen uheldige virkninger av AMS på beinkvalitet eller jurhelse. Hillerton et al. (2004) sier imidlertid at det kan være en potensiell risiko for at fruktbarhet raskere kan svekkes i AMS besetninger sett i forhold til besetninger som benytter tradisjonelle systemer. Studien sier videre at en svekkelse i beinhelsen kan forekomme etter 12 måneder og at en må være oppmerksom på dette. Den eneste effekten Hillerton kunne påvise var en økning i celletallet.

Jurhelse

Det er forsket en del på jurhelse i AMS-besetninger. En nederlandsk studie konkluderte med at helsetilstanden til spenene ble forbedret etter innføring av AMS (Neijenhuis et al. 2004).

Rasmussen (2001) fant at danske besetninger med AMS hadde flere infeksjoner i løpet av det første året med AMS enn i det siste året før omleggingen. Andelen kyr med økning i celletallet gikk svakt ned 3 måneder etter omleggingen.

Perrson et al. (2003) undersøkte lekkasje hos svenske melkekyr. De kom fram til at 62 prosent av førstegangskalvede og 28 prosent av kyrne som hadde kalvet 2. eller flere ganger hadde lekkasje minst en gang i løpet av perioden. Lekkasjene oppstod oftere i bakspenene enn i framspenene. Omtrent 1/5 av disse lekkasjene oppstod mindre enn 4 timer etter melking, og halvparten av disse igjen var assosiert med forstyrrelser i løpet av den siste melkingen. De konkluderte med at tiltak for å redusere lekkasjer er viktig for å minske risikoen for mastitt ved bruk av AMS.

4.2.2 Melke kvalitet

I meieriindustrien har det vært en viss skepsis til AMS, grunnet frykt for svekket melkekvalitet. Det er forsket mye på spørsmål om melkekvalitet og AMS.

Forskning fra Nederland er også her godt representert. Med utgangspunkt i data fra det nederlandske melkekvalitetssystemet undersøkte van der Vorst et al. (2004) et utvalg på 62 AMS-besetninger, 60 brukere som melket 2 ganger daglig og 45 brukere som melket 3 ganger daglig med tradisjonelle melkingssystemer. De konkluderte med at i AMS-besetningene kunne en se en svak forbedring av melkekvaliteten, etter at AMS ble tatt i bruk kunne en se en forbedring på alle kvalitetsparametrene med unntak av en.

I en annen studie fra Nederland var 28 bruk med AMS med, og melke kvalitet ble sammenlignet med en gruppe på 49 bruk som melket 2 ganger daglig og en gruppe som melket 3 ganger daglig med tradisjonelle systemer (Klugel et al. 2000). Totalt bakterietall, frie fettsyrer og frysepunktet til melka var høyere i AMS-gruppen enn i de to kontrollgruppene. De konkluderte med at AMS førte til en dårligere melke kvalitet enn de tradisjonelle systemene.

De Koning og Rodenburg (2004) har gjennom gått forskning på området. i Europa og Nord-Amerika. De konkluderte med at melke kvaliteten påvirkes negativt etter en introduksjon av AMS. De fleste undersøkelser viste økt bakterietall, selv om bakterietallet vanligvis holder seg innenfor de grenser som meieriindustrien setter⁴. I Danmark er besetninger med AMS blitt analysert ett år før en overgang til AMS og ett år etter overgangen (Rasmussen et al. 2002). Undersøkelsen viste at bakterietall, celletall og frysepunkt økte ved overgang til AMS. Videre ble det påvist at tilfeller med dårlig melke kvalitet doblet seg etter introduksjonen av AMS i besetningen. Kvalitetsfeil var imidlertid mest fremtredende de første 3 månedene etter overgangen til AMS.

4.2.3 Melkeavdratt

De fleste undersøkelser om melkingsfrekvens i AM-systemer viser at kyrne blir melket mellom 2 og 3 ganger i døgnet. Økt melkingsfrekvens vil normalt gi høyere avdratt per årsku. Det meste av forskningen konkluderer med at en oppnår høyere avdratt ved overgang fra tradisjonelle systemer med to daglige melkinger til AMS.

I Nederland undersøkte Wade et al. (2004) forskjeller i avdratt mellom AMS og andre besetninger hvor de korrigerer for årlig økning i melkeavdratt pga. genetiske og kompetansemessige forhold. Studien viste at melkeproduksjonen økte med i gjennomsnitt 2 prosent etter introduksjonen av AMS. Uten korreksjonen var økningen på 10–12 prosent. Store deler av økningen kunne derfor forklares av andre forhold enn overgangen til AMS.

En gjennomgang av forskningen på dette feltet i Europa og Nord-Amerika (De Koning og Rodenburg 2004) viser at i hvilken grad en oppnår en avdrattsøkning ved å ta i bruk AMS varierer sterkt fra land til land, fra studie til studie og fra besetning til besetning. Dette har trolig noe med det Baines (2002) er inne på når han sier at; *«i hvilken grad denne overgangen går smertefritt, er i høyeste grad et resultat av hvor effektiv og god driftsledelse som har vært og er på gården før, under og etter overgangsperioden»* (Jf boks 4.1).

Avdrattsøkningen samsvarer sterkt med flere melkinger. Avdratten øker med mellom 6 og 25 prosent per laktasjon ved en overgang fra 2 til 3 melkinger per dag (Erdmann og Varner 1995). Franske studier viser at den gjennomsnittlige avdrattsøkningen ved overgang til AMS var på 3 prosent, mens den kunne være opp til 9 prosent i besetninger som hadde hatt AMS i mer enn 2 år (Veysse et al. 2001). Van der Vorst og Quweltjes (2003) påviste en gjennomsnittlig avdrattsøkning på 5 prosent, mens Rodenburg og De Koning (2004) påviste at i større besetninger i USA som melket 3 ganger daglig, ble det en nedgang i avdratten på mellom 5–10 prosent som følge av overgang til AMS.

I Danmark fant Jensen (2004) at bare 1/3 av besetningene oppnådde en avdrattsøkning på 10 prosent eller mer. Homberg og Hoffman (2003) sier gjennom sin forskning at økningen i ytelse er ubetydelig og at det ikke er noen garanti for økt ytelse ved bruk av AMS. Homberg og Hoffman mener årsaken til dette er at kortere melkingsintervall ikke forekommer regelmessig nok.

En studie utført av Wagner-Storch og Palmer (2003) i USA, viste at melkings- og spiseaktiviteten til kyr i AMS-besetninger økte etter at røkter kom inn i fjøset.

⁴ Det vises i denne gjennomgangen til forskning av Klugel et al. (2000), Van der Vorst og Hogeveen (2004), og Van der Vorst et al. (2002).

Vår gjennomgang av forskning knyttet til ytelse viser at avdråttene i besetninger som tar i bruk AMS øker med mellom 2 og 10 prosent i gjennomsnitt. Wade et al. (2004) beviste i sine studier at en stor del av økningen i avdrått skyltes årlig økning pga. genetiske og kompetansemessige forhold. Vi har også sett at i besetninger som melker 3 ganger daglig i utgangspunktet, så må en ved overgang til AMS måtte regne med en nedgang i avdråttene. Avdråttøkningen er generelt sett sterkt korrelert med en eventuell økning i antall melkinger per ku. Det kunne vært interessant å studere hvordan AMS påvirker avdråttene nærmere på norske AMS-besetninger.

4.3 Beiting

Generelt ser det ut til at AMS og beiting lar seg kombinere, men at beiting jevnt over fører til noe merarbeid for at en skal oppnå de samme resultatene som om kyrne går innendørs.

Sporndly et al. (2004) fant ingen forskjell på distanse mellom beite og robot og melkevalitet, melkeytelse og melkingsintervall. I undersøkelsen ble besetninger studert ved ulike avstander til beite, fra under 150 meter til over 500 meter.

Van Dooren et al. (2004a) undersøkte ulike måter for beiting i kombinasjon med AMS. Det ble delt inn i ulike grupper som beitet til ulike tider på døgnet, samt at en gruppe også beitet hele døgnet. Det viste seg at for å få høyest mulig melkeytelse var det mest gunstig å beite kun på dagtid, da beiting på nattetid og døgnet rundt krevde større arbeidsinnsats for å oppnå de samme resultatene.

Van Dooren et al. (2004b) undersøkte kapasiteten til AMS under beiting ved å sammenligne produksjonsresultater fra 14 bruk i Nederland i vintersesongen med beitesesongen. Ut fra undersøkelsen fikk forskerne ingen bevis for sin hypotese om kapasiteten til AMS går ned i beitesesongen. Men total daglig melkeproduksjon gikk ned 2,5 prosent, og antall melkinger gikk ned med 6 prosent. Det var også store forskjeller mellom de ulike brukene. Forskerne konkluderte med at beiting ikke har negative effekter for systemets ytelse og at bondens driftsledelse har mye mer å si for hvilke resultater besetningene oppnådde i beiteperioden.

En mindre case-studie fra Danmark (Sporndly et al. 2004) viser at en kan oppnå en relativt høy melkingsfrekvens også i forbindelse med beiting, men dette krever at kyrne blir jaget inn i roboten fra beite. I perioder hvor det var mange kyr som var på beite gikk melkingsfrekvensen en del ned. Det var imidlertid store variasjoner mellom kyr, variasjonene var på mellom 2,1 og 2,8 melkinger per dag.

I Danmark ble det også gjort en undersøkelse på 7 bruk for å se på ulike forhold knyttet til AMS og beiting, kyrne ble blant annet filmet, noe som gjorde at melkingsdata fra AMS kunne sammenlignes med beiteaktiviteten. Krohn (2004) viser i denne undersøkelsen at ved beiting 4–10 timer per dag kunne en oppnå relativt høy melkingsfrekvens selv ved lange avstander til beitet. For å oppnå en høy frekvens i antall melkinger så måtte imidlertid 10–80 prosent av kyrne hentes fra beitet.

Svenske forsøk viste at fri kutrafikk gav færre melkinger enn kontrollert trafikk. Videre ga beiting nær roboten (ca. 50 meter) høyere melkeytelse enn beiting langt fra roboten (ca. 260 meter) (Sporndly et al. 2004). Andre forskningsresultater fra Sverige viser at det er mulig å kombinere beiting med AMS med avstander mellom beite og AMS helt opp til 850 meter. I løpet av sesongen var det imidlertid en tendens til at beitetida til kyrne på beitene lengst unna roboten gikk ned. Det konkluderes her med at det er viktig at bonden hele tida er oppmerksom på endringer i dyrenes beiteadfærd og gjennomfører en form for driftsledelse hvor en løpende iverksetter nødvendige tiltak (Wredle og Sporndly 2002).

Det er også gjennomført en del undersøkelser i forhold til AMS og beiting på New Zealand og i Australia. Disse studiene tar i hovedsak for seg praktiske forhold knyttet til beiting og fordi buskapene her er betydelig større enn blant annet i Europa og spesielt Norge, går en ikke nærmere inn på disse undersøkelsene her. Det kan bare nevnes at det ikke er uvanlig at kyrne her beiter opp til 2 kilometer fra det stedet der de blir melket (Woolford et al. 2004).

Som med andre melkingssystemer vil en ved setring ikke kunne benytte AM-systemet. Vi kjenner ikke til systemer som enkelt kan flyttes rundt på beiteområder for at avstanden mellom beite og robot skal bli minst mulig. Så lenge en enkelt kan legge opp strøm og vann burde det imidlertid være mulig å utvikle løsninger som kunne stå i fjøset om vinteren og flyttes ut på beitene sommerstid.

4.4 Driftsøkonomi

Forhold knyttet til hvordan innføringen av AMS påvirker lønnsomheten i melkeproduksjonen samt hvordan AMS påvirker bondens driftsøkonomi, er det foreløpig forsket lite på. Noe er gjort på dette feltet, men det begrenser seg i stor grad til kalkyler, modellberegninger og simuleringer. Lite forskning er basert på faktiske tall og regnskapsdata.

4.4.1 Investeringskostnader

Utlegget ved å investere i AMS er større enn ved tradisjonelle melkingssystemer. Prisene på roboten varierer noe fra leverandør til leverandør, og alt etter hvilket utstyr som inkluderes (blant annet kraftførautomater, aktivitetsmåling, transpondere med mer). Grovt sett kan vi si at prisen fra norske leverandører på en ferdig montert robot ligger på mellom 1,1 og 1,35 mill. kroner, mens en melkestall (fiskebeinstall) med tilsvarende kapasitet kommer på mellom 650 og 900 tusen kroner⁵. Ved nybygg kan en klare seg med noe mindre areal til en robot enn til for eksempel en melkestall, og dermed kunne spare noe på bygningskostnader.

Systemets økonomiske levetid betyr mye for årlige kostnader til renter og avskrivninger. Engel (2002) kom fram til at den viktigste faktoren i forhold til i hvilken grad en investering i AMS blir lønnsom er nettopp robotens levetid. Vi har ikke funnet noen forskning som sier noe om faktisk levetid på melkeroboter. I en modellundersøkelse fra Nederland (Dijkhuizen et al. 1997) ble levetida på AMS satt til 7 år, mens de brukte 12 år for mer tradisjonelle systemer. Dijkhuizen et al. antok kortere levetid på AMS på grunn av at teknologien er mer kompleks. Jensen (2004) mener det er vanlig å benytte en avskrivningstid på 10 år og baserer dette tallet på forventet levetid som fastsettes i regnskapsmessig sammenheng, samt estimerer fra annen forskning. Jensen påpekte imidlertid at dette avskrivingsnivået var et uttrykk for forventninger da det enda ikke finnes erfarte tall.

De König et al. (2000) fremhever at skattesystemet i Nederland gjør det mer interessant å investere i AMS der enn i andre land. På grunn av de høye kapitalkostnadene kan skattesystemet ha mye å si for lønnsomheten ved bruk av AMS. Lønnsomheten i melkeproduksjon for de som velger AMS i stedet for rimeligere tradisjonelle systemer, vil også være mer følsom for endringer i rentenivået.

4.4.2 Vedlikeholds- og driftskostnader

Vedlikeholdskostnadene er også betydelig høyere enn ved tradisjonelle systemer. I Danmark viste en undersøkelse at årlige kostnader til vedlikehold og service per enkeltboks var på ca.

⁵ Pers.med: salgspersonell fra Delaval, Fjøsssystemer og Nordby og Co AS, 4. april 2006.

40 000 DKK. Dette er nesten dobbelt så mye som kostnadene til en vanlig melkestall eller melkekarusell (Jensen 2004). Dijkhuizen, et al. (1997) benyttet også betydelig høyere vedlikeholdskostnader i kalkylene for AMS enn for tradisjonelle systemer. For AMS ble det benyttet vedlikeholdskostnader lik 6 prosent av investeringskostnadene, mens det for tradisjonelle systemer ble regnet vedlikeholdskostnader på 3 prosent av investeringskostnadene.

Leverandørene av AMS tilbyr ofte også ulike vedlikeholdspakker. Bonden kan med andre ord velge ulike strategier knyttet til vedlikehold, noe som vil medføre ulik risiko knyttet driften og mulige driftsavbrudd. Kostnadene med slike vedlikeholdspakker er ofte et uttrykk for hva leverandøren forventer som kostnader ved utstyret.

Danske studier (bl.a. Jensen 2004) viser at forbruket av elektrisk strøm og vann øker til dels betydelig ved innførsel av AMS. Disse kostnadsøkningene blir neppe like store i Norge grunnet lavere priser på disse innsatsfaktorene. En kan ikke uten videre overføre resultater fra utenlandske kostnadsundersøkelser til norske forhold da både faktorinnsats og faktorpris kan variere mellom landene.

Besparelser i arbeidsforbruk gir lavere arbeidskostnader, men kan også gi inntektseffekter i form av alternativt bruk av arbeidskrafta.

4.4.3 Virkninger på inntektssiden

Det vil først og fremst være spørsmål knyttet til eventuell økning i avdrått som virker inn på inntektssiden.

Andre forhold som vil være avgjørende for potensialet for merinntekter som følge av en investering i AMS, vil være situasjonen på bruket i forhold til muligheten for å levere mer melk. Enten i form av økt utnyttelse av eksisterende kvote eller gjennom erverv av mer kvote. Avdråttøkning kan i så måte være ønskelig og formålstjenlig. I hvilken grad en klarer å realisere potensialet for avdråttøkning og større produksjon vil blant annet være avhengig av dyrematerialet samt brukerens kompetanse og arbeidsinnsats.

4.4.4 Totaløkonomi

Rotz et al. (2003) har gjennom modellberegninger sett på økonomiske effekter for besetninger på mellom 30 og 270 kyr ved innføring av AMS. Rotz slår fast at det er i situasjoner hvor det er AMS med enkeltboks i besetninger med ca. 60 kyr, og hvor ytelsen er ca. 8600 kg per ku, at lønnsomheten med AMS er best sett i forhold til tradisjonelle melkingssystemer. Ved andre besetningsstørrelser hvor AMS med enkeltboks blir brukt, er årsinntekten 0 til 300 dollar mindre per ku. Reduksjonen i årsinntekt er størst i de største besetningene og der ytelsen er høy (opp til 10 600 kg per ku). I systemer der en robot tok hånd om flere bokser, var de i følge Rotz et al. konkurransedyktige med tradisjonelle løsninger ved en besetningsstørrelse på 50–130 kyr. Det økonomiske utbyttet økte med 100 dollar per ku hvis produksjonen økte med 5 prosent. Det økonomiske utbyttet økte også med 100 dollar per ku hvis investeringskostnadene ble redusert med 20 prosent eller arbeidskostnadene ble doblet. Videre viste Rotz's modellberegninger at det økonomiske utbyttet ble redusert med 110 dollar per ku hvis levetiden/avskrivningstiden til roboten ble redusert med 3 år sett i forhold til tradisjonelle anlegg.

Wauters og Mathijs (2004) simulerte økonomiske virkninger ved AMS på typiske tyske, danske, belgiske og nederlandske gårder. En 68-kyrs gård i Tyskland og en 80-kyrs gård i Belgia som hadde investert i enkeltboks, samt en 90-kyrs gård i Nederland og en 150-kyrs gård i Danmark som hadde investert i dobbelboks, ble brukt til simuleringen. Resultatene i denne studien viste at en investering i AMS lønnsom hvis familiens arbeidsfortjeneste per time blir brukt som lønnsomhetsmål. Beregningene var imidlertid følsomme i forhold til investeringskostnader og arbeidsforbruk.

Dijkhuizen et al. (1997) beregnet, gjennom å se på eksempelbruk i USA og Nederland, at nivået for break-even knyttet til en investering i AMS var dobbel så høyt som for en investering i mer tradisjonelle systemer. Dette var tilfellet både i USA og i Nederland. Deres resultater viste imidlertid betydelig følsomhet i forhold til endringer i forutsetningene, spesielt forutsetningene knyttet til lønnskostnadene.

En undersøkelse fra Tyskland (Homberg og Hoffman 2003), viste at arbeidsinnsatsen per ku per år sank med mellom 4,5 og 12 timer ved innføring av AMS, mens innføringen medførte en kostnadsøkning på mellom 230 og 400 Euro per år. Dette førte til at en trengte en inntekt på mellom 32 og 67 Euro per time for å tjene inn denne kostnadsøkningen. Selv med en økning i avdrått på 1000 liter per ku per år ville en måtte ha mellom 23 og 46 Euro per time for å tjene inn kostnadsøkningen. Homberg og Hoffman konkluderer i sin undersøkelse med at AM-systemer enda ikke er økonomisk lønnsomme. De mener det hadde vært annerledes hvis kapasiteten til AM-systemene hadde vært større og hvis levetida hadde vært tilnærmet lik mer tradisjonelle systemer. De to tyskerne mener videre at AMS uansett vil være mest kostnadseffektiv for bruk med ca. 60 kyr, da det er for denne bruksstørrelsen at reduksjonen i arbeidsforbruket er størst.

Trilk et al. (2005) antyder at AMS koster 10-15 øre mer per kg melk enn tradisjonell melkestall ved en årlig produksjon på 500 000 kg melk og arbeidsinnsats godtgjort med tarifflønn. Trilk undersøkte tall over flere år fra en forsøksgård.

Cooper og Parsons (1999) konkluderte, ved å ta utgangspunkt i en simuleringsmodell, med at hvis prisen på melkekvote er lav vil en melkerobot være konkurransedyktig med en tradisjonell melkestall. Dette forutsatt at melkeroboten er like driftsikker som det tradisjonelle systemet. De fremhever også at enhver reduksjon i investeringskostnadene for en melkerobot med £1000 vil øke profitten med £147.

AMS har ikke slått an blant melkeprodusentene i USA. Brukere med større besetninger har funnet det billigere å nytte gardsarbeidere fra innvandrer miljøer i melkegrava enn de automatiserte systemene (Huffman 2005).

Vi kan oppsummere med at internasjonal forskning så langt har konkludert med at eventuell lønnsom bruk av AMS forutsetter full kapasitetsutnyttning av melkesystemet (dvs. ved ca. 60–70 kyr) og en meget høy timepris på arbeidskrafta. Det meste av den driftsøkonomiske forskningen baserer seg på kalkyler, modellberegninger og simuleringer. Det er imidlertid få studier som baserer seg på etterkalkyler, erfaringstall, regnskap og andre produksjonsdata som viser «hvordan det gikk» i den enkelte besetning. Unntakene vi har funnet er Jensen (2004) og Trilk (2005).

5 Oppsummering og forslag til videre forskning

5.1 Oppsummering

Mye tyder på at AMS er en teknologi som er kommet for å bli. Teknologien ser foløpig ut til å være kostbar, men det er ikke bare økonomiske hensyn som teller ved investeringer i nytt melkingssystem.

Både investeringskostnadene og de fleste driftskostnadene kan se ut til å være betydelig høyere, ved bruk av AMS enn ved bruk av tradisjonelle melkingssystemer. Det er usikkert hvordan dette vil slå ut i Norge. Arbeidsforbruket knyttet til melkingsarbeidet går imidlertid betydelig ned, men det ser ut til at timeprisen på arbeidet må være høy for at AMS skal være lønnsomt.

I tillegg til besparelser i arbeidsforbruket fører bruk av AMS til en mer fleksibel arbeidsdag for bonden. En trenger ikke lenger gå i fjøset til faste tider morgen og kveld for å melke. En må imidlertid være tilgjengelig hele tiden. Videre fører AMS til at arbeidsoppgavene forandres. Fysisk melkingsarbeid skiftes ut med overvåking og observasjon i fjøset, kombinert med produksjonsstyring ved hjelp av pc-verktøy. Det stilles med andre ord større krav til kompetanse innen driftsledelse og produksjonsstyring. I noe av den internasjonale forskningen som er gjennomgått i dette notatet, konkluderes det med at bondens livskvalitet bedres etter en investering i AMS.

Når det gjelder effekter og konsekvenser av AMS for buskapen er resultatene blandet. De fleste undersøkelser fastslår at avdrått øker ved innføring av AMS. En del undersøkelser tyder på større fare for svekket jurhelse ved innførsel av AMS, særlig i innkjøringsperioden. Fruktbarheten kan svekkes, også på lengre sikt grunnet det negative forholdet mellom økt avdrått og fruktbarhet. Det samme kan en si i forhold til fruktbarhet. Nedsatt fruktbarhet på lang sikt kan skyldes økt avdrått, noe som ofte kan virke negativt inn på fruktbarheten. Noen få studier fant negative effekter på beinhelse eller økt celletall i melka, men for øvrig var det få indikasjoner på svekket dyrehelse ved innføring av AMS.

Det synes å være forholdsvis stor risiko for forringet melke kvalitet ved en overgang til AMS, og særlig den første tiden etter installasjonen av AMS. Hva forringet melke-

kvalitet og andre endringer i produksjonsegenskaper hos buskapen eventuelt kan ha å si for økonomien, er det forsket lite på.

Noen studier om beiting og AMS, viser at beiting på innmark nær melkingscenteret og AMS lar seg kombinere. Det er ugunstig at avstanden til beitet blir for lang. Det kan se ut som om beiting på dagtid opp mot 10 timer kan være bedre enn beiting døgnet rundt. Videre viser det seg at en del kyr må jages til melking for at en skal klare å opprettholde melkingsfrekvensen og ytelsen, noe som vil kreve mer arbeidsinnsats i beitesesongen.

Det er både positive og negative effekter og konsekvenser ved innføring av AMS. Hva som i sum eventuelt gjør at det kan være fornuftig for bonden å investere i denne teknologien vil være forskjellig fra bruk til bruk. Alt avhengig av brukets ressurser, bondens kompetanse og alternativ verdi på arbeidet, egenskaper ved buskapen, samt en rekke andre forhold knyttet til den spesielle situasjonen på det enkelte bruket i dag, og generelle framtidsutsikter for melkeproduksjon.

5.2 Forslag til videre forskning

Generelt

I dette notatet har vi lagt fram resultater fra internasjonal forskning om AMS. Det er ikke gjennomført noe forskning om AMS i Norge. Selv om teknologien er den samme som i andre land, kan det være til dels betydelige forskjeller på situasjonen i, og ulike rammebetingelser for, melkeproduksjon, og bøndernes evne og vilje til å ta i bruk ny teknologi. Det kan også være forskjeller på dyrematerialet som kan være avgjørende for om AMS blir en suksess eller ikke. Ulike besetningsstørrelser legger føringer for kapasitetsutnyttelsen og dermed driftsøkonomien. Ulik kapasitetsutnyttelse kan også legge føringer for buskapens helse, trivsel og ytelse. Også det høye lønns- og kostnadsnivået i Norge kan gjøre at norske bønder tilpasser seg annerledes enn bønder i land med lave kostnader. Den store interessen for AMS i Norge tyder på at det bør gjennomføres tilsvarende undersøkelser i Norge på foretaksnivå som det er gjort i andre land.

En kan starte med å se på hvilke konsekvenser AMS har på foretaksnivå. I neste omgang ville det vært interessant å se på hva konsekvensene på foretaksnivå kan ha å si for samfunnsmessige forhold. AMS og strukturutviklingen i norsk melkeproduksjon for øvrig kan få store følger for landbrukspolitiske målsettinger og virkemidler. Melkeproduksjonen er en av bærebjelkene i norsk landbruk og et av fundamentene for den landbrukspolitikken vi har i Norge i dag. Det er derfor viktig å følge med på hvilke konsekvenser ny teknologi kan ha for næringa og hva den kan bety utformingen av landbrukspolitiske virkemidler.

Spesielt

Det er flere problemstillinger en kan gå videre å forske på i Norge:

- Driftsøkonomiske studier basert på erfarte tall. Beregne og vurdere driftsøkonomiske forhold som lønnsomhet og likviditet ved å investere i AMS, samt sammenligne med tradisjonelle melkingssystemer.
- Utarbeiding av modeller for investeringsanalyser.
- Vurdere effekter av AMS for arbeidsmiljø- og hverdag til brukerfamilie og røktere, inkludert kunnskap om hva som kreves i forhold til driftsledelse og kunnskap, arbeidsforbruk og i hvilken grad AMS gjør arbeidet mer fleksibelt.

- Kartlegge hva eventuell frigjort arbeidskraft blir benyttet til, samt hvilken inntjening den gir. Kan AMS føre til innovasjoner innenfor andre næringsaktiviteter på gården?
- Vurdere melkeavdrått, melkekvalitet og helsetilstand i buskapen ved AMS, sammenlignet med tradisjonelle melkingssystemer.
- Studier av utfordringer og eventuelle innkjøringsproblemer ved å ta i bruk teknologien.
- Studier av risiko ved å ta i bruk teknologien (kartlegging av risiko, utarbeiding av verktøy for risikostyring)
- Utvikling av mer brukervennlige pc-verktøy for bedre driftsledelse og produksjonsstyring.
- Utvikling av system for å analysere data fra bruk med AMS samt andre melkings- og føringssystemer som registrerer data elektronisk.

Mange av temaene er knyttet til driftsøkonomi og driftsledelse. På samme måte kunne en også tenke seg en del produksjonsfaglige tema. I den sammenheng ville det vært spesielt interessant å kombinere en del produksjonsfaglige tema, med økonomi og driftsledelse, samt sosiologiske og psykologiske spørsmål knyttet til implementeringen av ny teknologi i landbruket. I denne gjennomgangen av den internasjonale forskningen om AMS, har vi funnet lite tverrfaglig forskning hvor kunnskap fra fagområder som økonomi – produksjonsfag og etologi – sosiologi – psykologi, kombineres for å se på effekter og konsekvenser av ny teknologi.

Referanser

- Alfnes, T., G. Danielsson og L.Jepsen, (2004). Fra spand til robot – nordisk samarbeid til gagn for melkeproduksjonen. Krønike om NMSM-arbeidet 1967-2004. Nordiske Meieriorganissjoners Samarbeidsutvalg for Melke kvalitetsabreid, Århus.
- Artmann, R. og Bohlsen, E., (2001): Results from the implementation of Automatic Milking System (AMS) – multi-box facilities. Abstract 16. International symposium 17.–19. august 2000. International symposium on Robotic Milking.
<http://www.pv.wur.nl/english/research/projects/roboticmilking/general/>
- Baines, J. (2002): Managing the change to a robotic milking system. First North American Conference on Robotic Milking – March 20-22, 2002, III-9. Wageningen Pers. Wageningen The Netherlands, 2002.
- Baines, J.R., (2004): Management the change to automatic milking. I: Meijering, A., Hogeveen, H. og de Koning, C.J.A.M. (red.): Automatic Milking. s. 482 Wageningen Academic Publishers, Wageningen.
- Bjerring, M., Lind, T., Skjøth, F. og Rasmussen, M.D., (2004): Transfer of data from management systems to central databases. Meijering, A., Hogeveen, H. og de Koning, C.J.A.M. (red.) (2004): Automatic Milking. s. 483 Wageningen Academic Publishers, Wageningen.
- Cooper, K. og Parsons, D.J., (1999): An Economic Analysis of Automatic Milking using a Simulation Model. J. Agric. Engng. Roes. 74, 311–321.
- Dearing, J., Hillerton, J.E., Poelarends, J.J., Neijenhuis, F., Sampimon, O.C. og Fossing, C., (2004): Effects of automatic milking on body condition score and fertility of dairy cows. Meijering, A., Hogeveen, H. og de Koning, C.J.A.M. (red.): Automatic Milking. s. 135–140. Wageningen Academic Publishers, Wageningen
- De Koning, K, Y. van der Vorst og A. Meijering, (2001). Automatic milking: Experience and Development in Europe. Milkproduction.com 2001.
<http://www.milkproduction.com/article.asp?NSI0207>
- De Koning, K. og Ouweltjes, W., (2000): Maximising the milking capacity of an automatic milking system. Abstract 2. International symposium 17.–19. august 2000. International symposium on Robotic Milking.
<http://www.pv.wur.nl/english/research/projects/roboticmilking/abstracts/Koning.asp>
- De Koning, K. og Rodenburg, J., (2004): Automatic milking: State of the art in Europe and North Amerika. Meijering, A., Hogeveen, H. og de Koning, C.J.A.M. (red.): Automatic Milking. s. 27–37, Wageningen Academic Publishers, Wageningen.
- Dijkhuizen, A.A., Huirne, R.B.M., Harsh, S.B. og Gardner, R.W., (1997): Economics of robot application. Computers and Electronics in Agriculture 17, 111–121.
- Engel, P., (2002): An Ex Ante Real Options Analysis of Automatic Milking Systems in Pennsylvania and the Northeast. Recent Graduates. Agricultural, Environmental and Regional Economics. M.S Thesis, 2002.
- Erdmann, R. A. og M. Varner. (1995). Fixed yield response to increased milking frequency. Journal of Dairy Science 78: 1199-1203.
<http://coldfusion.aers.psu.edu/aerec/ab.cfm?nameyear=engel2002>

- Flaten, O., (2001): Økonomiske analyser av tilpassinger i norsk mjøleproduksjon. Department of Economics and Social Sciences, Agricultural University of Norway. Dissertation no. 2001:1.
- Gjerdåker, B., m.fl. 1999, Norges Landbrukshistorie – rapport fra programseminar 27.-28. nov. 1998, Stjørdal. Rapport nr 5/99, Senter for Bygdeforskning 1999.
- Hillerton, J.E., Dearing, J., Dale, J., Poelarends, J.J., Heijenhuis, F., Sampimon, O.C., Miltenburg, J.D.H.M. og Fossing, C.: Impact of automatic milking on animal health. Meijering, A., Hogeveen, H. og de Koning, C.J.A.M. (red.) (2004): Automatic Milking. s. 125–134 Wageningen Academic Publishers, Wageningen.
- Homberg, D. og H. Hoffman, (2003). Profitability of automatic compared to conventional milking systems. *Berichte uber Landwirtschaft* 81, 254-268.
- Hogeveen, H., Heemskerk, K. og Mathijs, E. (2004). Motivations of dutch farmers to invest in a automatic milking system or a conventional milking parlour. Meijering, A., Hogeveen, H. og de Koning, C.J.A.M. (red.): Automatic Milking. s. 56–61.
- Huffman, W.E., (2005). Trends, adjustments, and demographics, and income of agricultural workers. *Review of Agricultural Economics* 27, 351-360.
- Jensen, T. C., (2004): Ny teknologi i landbruget. Skift fra traditionelt til automatisk melkesystem – med fokus på ændring i arbejdssituation og økonomi. Spesialprosjekt, 48 ECTS point. Dansk Kvæg, Landbrugets Rådgivningscenter, Landcenter, juli 2004.
- Klungel, G.H., Slaghuis, B.A. og Hogeveen, H., (2000): The Effect of the Introduction of Automatic Milking Systems on Milk Quality. *Journal of Dairy Science* Vol 83, No. 9, 2000.
- Kristensen, T. og Noe, E.: Considerations at stablishment of automatic milking systems in existing herd facilities. Meijering, A., Hogeveen, H. og de Koning, C.J.A.M. (red.) (2004): Automatic Milking. s. 457–462 Wageningen Academic Publishers, Wageningen.
- Krohn, C.C.: Seven case studies about automatic milking and grazing in private herds. Meijering, A., Hogeveen, H. og de Koning, C.J.A.M. (red.) (2004): Automatic Milking. s. 304 Wageningen Academic Publishers, Wageningen.
- Latvala, T. og P. Pyykkönen, (2005): Profitability of and Reasons for Adopting Automatic Milking Systems. 11th EAAE Congress, Copenhagen, August 24-27, 2005.
- Martin, J., 2000. The development of modern agriculture – British Farming since 1931. MacMillian press LTD. London 2000.
- Mathijs, E.: Socio-economic aspects of automatic milking. Meijering, A., Hogeveen, H. og de Koning, C.J.A.M. (red.) (2004): Automatic Milking. s. 46–55 Wageningen Academic Publishers, Wageningen.
- Neijenhuis, F., K. Bos, O. C. Sampimon, J. Poelarends, J. E. Hillerton, C. Fossing og J. Dearing. (2004). Changes in teat condition in dutch herds converting from conventional to automated milking. Meijering, A., Hogeveen, H. og de Koning, C.J.A.M. (red.) (2004): Automatic Milking. s. 141–147 Wageningen Academic Publishers, Wageningen.
- Oskam, A.J., og Speijers, D.P., 1992. Quota mobility and quota values: influence on the structural development of dairy farming. *Food Policy* 17, 41-52.
- Ouweltjes, W. og de Koning, K.: Demands and opportunities for operational management support. Meijering, A., Hogeveen, H. og de Koning, C.J.A.M. (red.) (2004): Automatic Milking. s. 433–443, Wageningen Academic Publishers, Wageningen.

- Persson Waller, K., Westermarck, T., Ekman, T. og Svennersten-Sjaunja, K., (2003): Milk Leakage – An Increased Risk in Automatic Milking Systems. *Journal of Dairy Science* 86, 3488–3497.
- Rasmussen, J. (2002). Dansk Landbruksrådgivning Farm test nr 8. http://www.lr.dk/bygningerogmaskiner/informationsse-rier/Farmtest/arbejdsforbrug_AMS.htm.
- Rasmussen, M.D., Blom, J.Y., Hjort Nielsen, L.A. og Justesen, P., (2001): Udderhealth of cows milked automaticaly. *Livestock Production Science* 72, 147–156.
- Rasmussen, M.D., Bjerring, M., Justesen, P. og Jepsen, L., (2002): Milk Quality on Danish Farms with Automatic Milking Systems. *Journal of Dairy Science* 85, 2869–2878
- Reinemann, D.J., van der Vorst, Y., de Jong, W. og Finnema, A.: Survey of automatic milking systems management practices in North America. Meijering, A., Hogeveen, H. og de Koning, C.J.A.M. (red.) (2004): *Automatic Milking*. s. 508, Wageningen Academic Publishers, Wageningen.
- Reinemann, D. J., (2001): Evolution of automated milking in the USA. Paper presented at the First North American Conference on Robotic Milking. March 20–21, 2001, Toronto, Ontario, Canada. <http://www.pv.wur.nl/english/research/projects/roboticmilking/abstracts/Reineman-nn.asp>
- Rodenburg, J. og B. Wheeler. (2002). Strategies for incorporating robotic milking into North American herd management. First North American Conference on Robotic Milking – March 20-22, 2002, III-19. Wageningen Pers. Wageningen The Netherlands, 2002.
- Rotz, C., Coiner, C. og Soder, K., (2001): Economics of robotic milking on a dairy farm in the United States. *Proceedings Of The Xxviii International Congress Of Ciosta – Cigrv*. 1:115–120. http://www.ars.usda.gov/research/publications/publications.htm?SEQ_NO_115=134763
- Rotz, C.A., Coiner, C.U. og Soder, K.J., (2003): Automatic Milking systems, Farm Size, and Milk Production. *Journal of Dairy Science* 86:4167–4177.
- Snock, B.R and J.H.W. Donkers, (1995): The milking capacity of a milking robot. *Journal of Agricultural Engineering Research* 62: 25-38.
- Spörndly, E., Krohn, C., van Dooren, H.J. og Wiktorsson, H.: Automatic milking and grazing. Meijering, A., Hogeveen, H. og de Koning, C.J.A.M. (red.) (2004): *Automatic Milking*. s. 263–272, Wageningen Academic Publishers, Wageningen.
- Trilk, J., Zube, P. og May, D., 2005. Management expenses and economic efficiency of Automatic milking systems by evaluation of several years practical use. *Zuchtungskunde* 77, 256-270.
- Van Doreen, H.J.C., Heutinck, L.F.M., Biewenga, G. og Zonderland, J.L. (a): The influence of three grazing systøem on AMS performance. Meijering, A., Hogeveen, H. og de Koning, C.J.A.M. (red.) (2004): *Automatic Milking*. s. 292–297, Wageningen Academic Publishers, Wageningen.
- Van Dorren, H.J.C., Haarman, M.E., Metz, J.H.M. og Heutinck, L.F.M. (b): How pasturing influences the USA of AMS: A surway among 15 dairy farms in the Netherlands. Meijering, A., Hogeveen, H. og de Koning, C.J.A.M. (red.) (2004): *Automatic Milking*. s. 298–303, Wageningen Academic Publishers, Wageningen.
- Van Dorren, H.J.C., Heutinck, L.F.M. og Biewenga, G.: Cornbining automatic milking and grazing. *Practice in the Netherlands*. Meijering, A., Hogeveen, H. og de

- Koning, C.J.A.M. (red.) (2004): Automatic Milking. s. 305–306, Wageningen Academic Publishers, Wageningen.
- Van't Land, A., E. van Schooten, C. Bouwmans, D. J. Gravesteyn, P. Hink. (2002). Management issues in relation to optimal robotic dairy. First North American Conference on Robotic Milking – March 20-22, 2002, III-70. Wageningen Pers. Wageningen The Netherlands, 2002.
- Van't der Land, A., van Lenteren, C., Bouwmans, C., van Schooten, E., Hink, P. og Gravesteyn, D.J., (2001): Effects of husbandry systems on the efficiency and optimisation of robotic milking performance and management. Abstract 13. International symposium 17.–19. august 2000. International symposium on Robotic Milking. <http://www.pv.wur.nl/english/research/projects/roboticmilking/abstracts/Land.asp>
- Van der Vorst, Y. og Kees de Koning, (2002): Automatic milking and milk quality in three european countries. First North American Conference on Robotic Milking – March 20-22, 2002, V-1. Wageningen Pers. Wageningen The Netherlands, 2002.
- Van der Vorst, Y. og W. Queltjes. (2003). Milk quality and automatic milking; a risk inventory. Report 28, Research Institute for Animal Husbandry, Lelystad, the Netherlands.
- Van der Vorst, Y. og Hogeveen, H., (2004): Automatic milking systems and milk Quality in the Netherlands. Abstract 4. International symposium 17.–19. august 2000. International symposium on Robotic Milking. <http://www.pv.wur.nl/english/research/projects/roboticmilking/abstracts/Vorst.asp>
- Vatn, A., 1984. Teknologi og politikk – om framveksten av vitkige styringstiltak i norsk jordbruk 1920-1980. Landbruksforlaget 1984. Oslo.
- Veysset, P., P. Wallet og E. Prugnard. (2001) Automatic milking systems: characterisation of equipped farms, economic consequences, a few thoughts before investment. Production animales 14 (1): 51-61.
- Wade, K.M., van Asseldonk, M.A.P.M., Berentsen, P.B.M., Ouweltjes, W. og Hogeveen, H.: Economic efficiency of automatic milking systems with specific emphasis on increases in milk production. Meijering, A., Hogeveen, H. og de Koning, C.J.A.M. (red.) (2004): Automatic Milking. s. 62–67, Wageningen Academic Publishers, Wageningen.
- Wagner-Storch, A.M. og Palmer, R.W. (2003): Feeding Behavior, Milking Behavior, and Milk Yields of Cows Milked in a Parlor Versus and Automatic Milking System. Journal of Dairy Science 86, 1494–1502.
- Wauters, E. og Mathijs, E., (2004): Socio-economic aspects of automatic milking. Socio-economic implication of automatic milking systems. Centre for Agricultural and Environmental Economics. Katholieke Universiteit Leuven, april 2004.
- Wendel, G., Harms, J. og Schön, H., (2000): Analysis of milking behavior on automatic milking. Abstract 10. International symposium 17.–19. august 2000. International symposium on Robotic Milking. <http://www.pv.wur.nl/english/research/projects/roboticmilking/abstracts/Wendl.asp>
- Wenzel, C., Schönreiter – Fischer, S. og Unshelm, J., (2003): Studies on step-kick behavior and stress of cows during milking in an automatic milking system. Artikkel i Livestock Production Science 83 (2003) 237–246. <http://www.elsevier.com/locate/livprodsci>
- Woolford, M.W., Claycomb, R.W., Jago, J., Davis, K., Ohnstad, I., Wieliczko, R., Coperman, P.J.A. og Bright, K.: Automatic dairy farming in New Zealand using extensive grazing systems. Meijering, A., Hogeveen, H. og de Koning, C.J.A.M.

- (red.) (2004): Automatic Milking. s. 280–285, Wageningen Academic Publishers, Wageningen.
- Wredle, E. og E. Spordly. (2002). Grazing combined with automatic milking systems, Effect of distance to pasture and level of supplementary feeding on cow behaviour. First North American Conference on Robotic Milking – March 20-22, 2002, III-78. Wageningen Pers. Wageningen The Netherlands, 2002.