

Rapport udarbejdet i projektet:

Højere fodereffektivitet gennem fodring og avl

Arbejdspakke 5 - Genetik



Rapport udarbejdet af:

Malene Vesterager Byskov, SEGES P/S, Kvæg

December 2016

STØTTET AF
mælkeafgiftsfonden

Den Europæiske Landbrugsfond for Udvikling af Landdistrikterne:
Danmark og Europa investerer i landdistrikterne



Miljø- og Fødevareministeriet
NaturErhvervstyrelsen

LDP 2020



Den Europæiske Landbrugsfond
for Udvikling af Landdistrikterne

Se EU-Kommissionen, Den Europæiske Landbrugsfond for Udvikling af Landdistrikterne

Forord

Denne rapport er udarbejdet som en del af projektet Højere fodereffektivitet gennem fodring og avl" og præsenterer resultaterne fra arbejds pakken "Genetik". Formålet er at undersøge potentialet i at bruge registreringer fra køernes vægt til at selekttere for bedre fodereffektivitet. Rapporten indeholder litteraturstudie som understøtter den efterfølgende dataanalyse og estimering af genetiske parametre.

Rapporten er udarbejdet i samarbejde med Anne Mette Kjeldsen, Teknologisk Institut, AgroTech, Nicolaj Ingemann Nielsen, Gert Pedersen Aamand og Anders Fogh. Der har i forbindelse med projektperioden været et tværgående samarbejde med Peter Løvendahl fra Aarhus Universitet, QGG.

SEGES P/S, Kvæg

Indholdsfortegnelse

Indholdsfortegnelse

FORORD	2
INDHOLDSFORTEGNELSE	3
BAGGRUND	4
FORMÅL.....	4
LITTERATURSTUDIE	6
HERITABILITET	6
KORRELATIONER MED ANDRE EGENSKABER RELATERET TIL FODEREFFEKTIVITET	7
<i>Mælkeydelse</i>	7
<i>Foderoptagelse</i>	8
<i>Reproduktion</i>	8
DATAANALYSE	8
DATAGRUNDLAG.....	8
VÆGTDATA.....	9
<i>Oprensning af vægtdata</i>	9
<i>Manglende vægtregistreringer</i>	9
<i>Vomfyldekorrektio</i> n	10
<i>Definitioner af variable</i>	11
RESULTATER.....	13
HERITABILITET	13
GENETISKE OG FÆNOTYPSKE KORRELATIONER	13
KORRELATIONER MELLEM AVLSVÆRDITAL.....	15
KONKLUSION OG PERSPEKTIVERING	17
LITTERATURLISTE	18

Baggrund

Størstedelen af de variable omkostninger i malkekvægsbesætninger vedrører foderomkostninger. Fodbedring af fodereffektiviteten er derfor altafgørende i forhold til at opnå en mere rentabel mælkeproduktion – specielt set i lyset af svingende og generelt faldende mælkepriser, samt fra et miljømæssigt perspektiv. Forbedring af fodereffektiviteten opnås gennem optimering af fodring og management. Indirekte forbedres fodereffektiviteten ligeledes gennem avlen, i form af selektion for sunde og højtydende malkekøer. Men i de senere år er der rettet fokus på hvordan et egentlig indeks for fodereffektivitet kan implementeres i avlsarbejdet, således at selektionen for køer med høj fodereffektivitet accelererer. Selektion for en bestemt egenskab i avlsmæssig sammenhæng kræver registreringer af den pågældende egenskab på mange køer. I avlsmæssig sammenhæng beregnes køernes fodereffektivitet som et residual foderindtag (RFI), som angiver den mængde tørstof som er tilbage når behovet for kg tørstof til vedligehold, vægtændring og ydelse er fratrullet. Et positivt RFI er ensbetydende med en ineffektiv ko, idet den bruger mere energi end forventet, mens et negativt RFI er ensbetydende med en effektiv ko, da den bruger mindre energi end forventet. Beregning af RFI kræver dog registrering af foderoptag på koniveau, hvilket kun er muligt på forsøgsstationer, hvilket er forbundet med store økonomiske omkostninger. Der er derfor stor fokus på at finde indirekte egenskaber som enten kan estimere foderoptag, eller som på anden vis kan relateres til de enkelte elementer i koens fodereffektivitet. Og vigtigst af alt – data fra disse egenskaber skal være tilgængelige i praktiske besætninger.

Et eksempel på en af disse indirekte egenskaber kan være vægt og vægtændringer. Her stammer datagrundlaget fra besætninger som malke i malkebotter af mærket Lely A3. I denne robottype bliver køerne vejede i forbindelse med malkningen. Der foreligger derfor en vægtregistrering for hver gang koen er malket. Det er derved muligt at få indblik i køernes vægt og hvordan deres vægtudvikling udvikler sig igennem laktationen og på tværs af laktationen, samt undersøge hvorvidt der er en genetisk komponent i dette.

Formål

Formålet med rapporten er at:

Estimere heritabilitet for vægt og vægtændringer for 1. kalvs Holstein køer.

Estimere genetiske og fænotypiske korrelationer (eller korrelationer mellem avlsværdital) med egenskaber som direkte eller indirekte kan relateres til fodereffektivitet.

Undersøge om der er overensstemmelse mellem rapportens resultater og resultater fra videnskabelig litteratur.

Litteraturstudie

Heritabilitet

Heritabiliteten af køernes vægt i flere forskellige perioder hen over laktationen, er undersøgt i forskellige studier (Tabel 1). Resultaterne viser at heritabiliteten er moderat til høj. Men det ser også ud til at heritabiliteten varierer hen gennem laktationen. Resultaterne påpeger således at koens vægt i høj grad er en arvbar egenskab. Der ser ligeledes ud til at være en tendens til at heritabiliteten er størst i slutningen af laktationen. Koenen & Veerkamp (1998) estimerede genetiske korrelationer mellem vægt hen over laktationen. Resultaterne viser at vægt er mere eller mindre den samme egenskab gennem laktationen, idet de genetiske korrelationer mellem perioder i laktationen generelt var høje. Disse resultater er bekræftet af Manzanilla Pech et al., (2014). To studier har analyseret gentageligheden for vægt på hhv. 0,78 og 0,76 (Søndergaard et al., 2002; Toshniwal et al., 2008).

Tabel 1. Oversigt over heritabiliteter (h^2) for vægt hen over laktationen for forskellige studier

Reference	N	Race	Paritet	h^2
Manzanilla Pech et al., 2014	1.361	Holstein	Primi	0,25 (215 DIM) – 0,48 (49 DIM)
Veerkamp & Thomson, 1999	628	Holstein	Primi	0,11 (uge 2) – 0,35 (12)
Koenen & Veerkamp, 1998	469	Holstein	Primi	0,43 (uge 0) – 0,56 (uge 25)
Spurlock et al., 2012	402	Holstein	Primi- + multi	0,57 (måned 3) – 0,75 (måned 4)
Karacaören et al., 2006	?	Holstein	Primi	0,43 (fra 0,22 – 0,53)
Søndergaard et al., 2002	603	Holstein	Primi- + multi	0,56 (0 - 239 dage)
Berry et al., 2002	5.000	Holstein	Primi- + multi	0,39 – 0,50
Veerkamp et al., 2000	713	Holstein	Primi	0,48 – 0,61

Ud fra vægtregistreringerne er der ligeledes mulighed for at undersøge heritabiliteten af vægtændring over tid, og dermed undersøge den genetiske komponent i mobiliseringsgrad eller længde af mobiliseringsperioden. Denne egenskab er særlig interessant i forhold til sammenhængen mellem mobilisering og køernes sundhed, men også i forhold til fodereffektivitet da store udsving i vægtændringerne har en negativ effekt på fodereffektiviteten. Det skyldes at der kun udnyttes 80 % af nettoenergien fra mobiliseret væv i forhold til behovet af nettoenergi ved deponering (Nielsen & Volden, 2011). Tabel 2 viser en oversigt over resultater fra litteraturen på heritabilitet for vægtændring.

Tabel 2. Oversigt over heritabiliteter (h^2) for vægtændringer hen over laktationen for forskellige studier

Reference	Land	N	Race	Paritet	h^2
Berry et al., 2002	Irland	5.000	Holstein	Primi- + multi	0,03 – 0,09
Veerkamp et al., 2000	Holland	713	Holstein	Primi	0,17 – 0,24
Søndergaard et al., 2002	Danmark	603	Holstein	Primi- + multi	0,09

Resultaterne viser at heritabiliteten af vægtændringer er mindre end for vægt. Men egenskaben er stadig arvbar.

Korrelationer med andre egenskaber relateret til fodereffektivitet

Ud over at selekttere køer på baggrund af deres vægt, er det ligeledes vigtigt at tage højde for genetisk korrelerede egenskaber og måske udnytte sammenhængen til disse egenskaber i selektion efter effektive højdydende køer. Flere studier har analyseret genetiske sammenhænge til andre egenskaber, som potentielt set kan relateres direkte eller indirekte til køernes fodereffektivitet. Dette vedrører bl.a. ydelse, foderoptagelse, fodereffektivitet, reproduktion og sundhed.

Mælkeydelse

Selektion for bedre fodereffektivitet afhænger i høj grad af koens mælkeydelse. Implementering af koens vægt i selektion for bedre fodereffektivitet afhænger således i høj grad af hvordan vægt korrelerer med koens mælkeydelse. Karacaören et al., (2006) fandt en moderat positiv genetisk korrelation mellem mælkeydelse og vægt de først 150 dage af laktationen – resultater som bekræftes af Spurlock et al., (2012). For resten af laktationen var korrelationen moderat negativ. Berry et. al., (2003) fandt en lav men positiv korrelation mellem gennemsnitlig vægt og mælkeydelse, fedt- og proteinydelse. Manzanilla Pech et al., 2014 fandt lav negativ korrelation i starten af laktationen (< 60 DIM) og en moderat positiv genetisk korrelation i midt laktation, skiftende igen til en lav negativ genetisk korrelation imellem vægt og ydelse i senlaktation (>250 DIM). Veerkamp & Thompson (1999) fandt at mobilisering de første 15 uger af laktationen var moderat positivt genetisk korreleret med mælkeydelse. Dette er overensstemmende med resultater fra Veerkamp et al., 2000, som fandt en negativ moderat genetisk korrelation mellem vægtændring fra startvægt til vægtminimum og mælkeydelse.

Foderoptagelse

Flere studier (Veerkamp & Brotherstone, 1997; Veerkamp & Thompson, 1999; Manzanilla Pech et al., 2014) har vist at høj vægt generelt er genetisk positivt korreleret med højt foderoptag. Det skal dog understreges at der er variationer afhængig af laktationsstadiet. Det skyldes at koen kan have en stor foderoptagelse i tidlig laktation samtidig med at vægten falder som følge af mobilisering.

Reproduktion

Køer som mobiliserer meget i starten af laktationen kan have sværere ved at komme i brunst eller blive drægtige. Det skyldes at negativ energibalance er tæt relateret med hormonelle ændringer som styrer reproduktionsevnen. Der kan tænkes også at være en genetisk komponent i dette. Resultater fra studier viser at der er en negativ genetisk korrelation (-0,65) mellem dage fra kælvning til brunst og mobiliseret kropsvægt (Veerkamp et al., 2000).

Dataanalyse

Datagrundlag

Vægt registreres som regel i forbindelse med malkning, fodring eller ved gang mellem destinationer. Det betyder at egenskaben registreres uden større indvirkning på koens adfærd. Dertil kommer at der registreres vægt på mange køer, og der er derfor et solidt datagrundlag for at bruge vægt i avlsmæssig sammenhæng. Datagrundlaget for dataanalysen består af vejedata fra Lely A3 malkerobotter. I disse robotter er indbygget vægte som udover at veje køerne ved malkning, er med til at positionere koen i robotten, således at påsætning af malkekopperne effektiviseres. Koen identificeres gennem en responder placeret på koens hals. Koen vejes ved hver malkning. Data på køernes mælkeydelse er ligeledes fra malkerobotterne. Her registreres både køernes totalydelse, samt køernes kirtelydelse. Data på mælkenes sammensætning af fedt og protein, samt celletal stammer fra ydelseskontrol. Derudover er der trukket data fra Kvægdatabasen på registreringer af kælvningsdato, fødselsdato, laktationsnummer race og besætningsnummer.

Vægtdata

Oprensning af vægtdata

Der er behov for at editere data på vægtregistreringerne. Dataediteringen er opdelt i forskellige trin. Første trin i oprensningsproceduren består i at fjerne fejlregistreringerne som ikke er relateret til selve vejningen, men som vedrører dyrets id, tidspunkt for besøg, tilstedeværelse i besætningen, eller dobbeltobservationer. Derudover korrigeres for eventuelle robotforskelle, i de tilfælde hvor koen har adgang til to eller flere robotter i samme tidsperiode. I næste trin frasorteres data som vedrører den registrerede vægt på koen. Først og fremmest fjernes observationer som ligger under 300 kg eller over 1100 kg, hvilket anses som værende urealistiske registreringer. Derudover fjernes data hvor vægtregistreringerne for alle køer generelt afviger fra det forventede. Det kan eksempelvis skyldes frostvejr som kan påvirke vægten i robotten. Afvigende vægtregistreringer på koniveau frasorteres ved at fitte en model som udglatter vægtregistreringerne pr. ko pr. dag. Modellen fittes ved hjælp af Loess funktionen i SAS – en lokal regression model. Registreringer som ligger mere end 3 spredningsenheder fra gennemsnittet fjernes herefter. Efter frasortering af afvigelser dannes en gennemsnitlig vægt pr. ko pr. dag, både på baggrund af rå vægtregistreringer og på baggrund af fittede vægtregistreringer.

Manglende vægtregistreringer

I data fra malkerobotter kan der være problemer med manglende vægtregistreringer. Det kan skyldes at der ikke er indsamlet data i perioden, enten fordi den enkelte ko ikke er gået i robotten (gold, eller sygeboks), generel nedbrud af robotten eller at der ikke er indsamlet data i en periode. I forbindelse med definition af vægtminimum, vægtmaksimum og eksempelvis startvægt er det derfor vigtigt at sikre at der ikke er manglende vægtregistreringer lige omkring disse tidspunkter, da parametrene ellers vil være fejlestimerede. Der er derfor opsat følgende kriterier for ekskludering af data med manglende registreringer (datahul).

- Et datahul defineret som et hul hvor der mangler data fra mere end 10 dage i træk.
- Der foretages en opsummering af hvor mange dages data der mangler for hver enkelt ko i forskellige perioder. Der fastsættes en grænse for at der højst må mangle 20 % af registreringerne uafhængig af hvor meget data der findes på hver enkelt ko. Og dette er gældende for den samlede periode.
- Det defineres at data fra køer hvor der er datahul indenfor ± 10 dage fra vægtminimum får kode datamis1=1. På den måde identificeres køer hvor vægtminimum ligger tæt på eller på den dag hvor

dataopsamlingen stopper. Ved at identificere disse køer, kan data bibeholdes, således at det kan indgå i en samlet analyse. Men i tilfælde af at der skal estimeres et vægtminimum skal disse køer med kode datamis1=1 udelukkes da vægtminimum ikke anses for værende korrekt.

- Der defineres desuden en datamis2=1 kode, som angiver at der er et datahul ± 10 dage fra vægtmaksimum. På den måde identificeres køer hvor vægtmaksimum ligger tæt på den dag hvor dataopsamlingen stopper. Ved at identificere disse køer, kan data bibeholdes, således at det kan indgå i en samlet analyse. Men i tilfælde af at der skal estimeres et vægtmaksimum skal disse køer med kode datamis2=1 udelukkes da vægtminimum ikke anses for værende korrekt.
- Der defineres en datamis0=1 kode, som angiver at der for den enkelte ko er et eller flere datahuller som er over 10 dage. Denne kode kan anvendes til at frasortere køer, i tilfælde af at man ønsker at udføre analysen på komplette data.

Vomfyldekorrektur

I starten af laktationen vil der ske en gradvis udvikling af vommens indhold af foder, samt ændring i foderets sammensætning. Denne ændring vil betyde at vægten af koens vom og vomfylde vil stige indenfor de første ca. 35 dage af laktationen. I en situation hvor koens vægttab defineres, som minimumvægt fratrukket koens startvægt er det således vigtigt at der tages højde for koens vomfylde, da der ellers er risiko for at vægttabet underestimeres. I denne analyse er der taget udgangspunkt i funktionen angivet i tabel 3.

Tabel 3. Angivelse af funktion til beregning af vomkorrigeret vægt for hhv. 1. kalvs og ældre Holstein køer.

Laktationsnummer	DIM	Funktion
1. kalvs	0 – 14	Vomkorrigeret vægt = $(\text{vægt} + 15.3) + (((16.5 - 15.3) / \text{abs}(1 - 14)) * (\text{DIM} - 1))$
	14 – 21	Vomkorrigeret vægt = $(\text{vægt} + 16.5) + (((12.3 - 16.5) / \text{abs}(14 - 21)) * (\text{DIM} - 14))$
	21 – 27	Vomkorrigeret vægt = $(\text{vægt} + 12.3) + (((6.9 - 12.3) / \text{abs}(21 - 27)) * (\text{DIM} - 21))$
	27 – 32	Vomkorrigeret vægt = $(\text{vægt} + 6.9) + (((5.9 - 6.9) / \text{abs}(27 - 32)) * (\text{DIM} - 27))$
	32 – 35	Vomkorrigeret vægt = $(\text{vægt} + 5.9) + (((0 - 5.9) / \text{abs}(32 - 35)) * (\text{DIM} - 32))$
Ældre	0 – 14	Vomkorrigeret vægt = $((\text{vægt} + 34.3)) + (((29.9 - 34.3) / \text{abs}(1 - 14)) * (\text{DIM} - 1))$
	14 – 21	Vomkorrigeret vægt = $(\text{vægt} + 29.9) + (((26.3 - 29.9) / \text{abs}(14 - 21)) * (\text{DIM} - 14))$
	21 – 27	Vomkorrigeret vægt = $(\text{vægt} + 26.2) + (((15.2 - 26.2) / \text{abs}(21 - 27)) * (\text{DIM} - 21))$
	27 – 32	Vomkorrigeret vægt = $(\text{vægt} + 15.2) + (((5.2 - 15.2) / \text{abs}(27 - 32)) * (\text{DIM} - 27))$
	32 – 35	Vomkorrigeret vægt = $(\text{vægt} + 5.2) + (((0 - 5.2) / \text{abs}(32 - 35)) * (\text{DIM} - 32))$

Definitioner af variable

Koens vægt udvikles både hen over laktationen, men også på tværs af laktationer. Der er derfor behov for at definere forskellige vægtparametre som både repræsenterer koens generelle vægt udtrykt som størrelse men også repræsenterer koens vægtudvikling hen over laktationen. Derudover er der estimeret parametre for EKM ydelse som også er anvendt i analysen. Tabel 4 angiver definition af de udvalgte parametre som efterfølgende analyseres.

Tabel 4. Definition af udvalgte parametre til analysen

Parameter	Definition af vægtparameter	SAS navn
EKM/BW ₂₁₋₂₈	EKM- eller vægtgennemsnit mellem 21-28 dage efter kælvning	EKM2, BW2
EKM/BW ₄₂₋₄₉	EKM- eller vægtgennemsnit mellem 42-49 dage efter kælvning	EKM3, BW3
EKM/BW ₆₃₋₇₀	EKM- eller vægtgennemsnit mellem 63-70 dage efter kælvning	EKM4, BW4
EKM/BW ₈₄₋₉₁	EKM- eller vægtgennemsnit mellem 84-91 dage efter kælvning	EKM5, BW5
EKM/BW ₁₀₅₋₁₁₂	EKM- eller vægtgennemsnit mellem 105-112 dage efter kælvning	EKM6, BW6
EKM/BW ₁₄₀₋₁₄₇	EKM- eller vægtgennemsnit mellem 140-147 dage efter kælvning	EKM7, BW7
EKM/BW ₂₁₀₋₂₁₇	EKM- eller vægtgennemsnit mellem 210-217 dage efter kælvning	EKM8, BW8
EKM/BW ₂₉₈₋₃₀₅	EKM- eller vægtgennemsnit mellem 298-305 dage efter kælvning	EKM9, BW9
BW _{start}	Den første vægt registreret indenfor 7 dage efter kælvning	Startbw
BW _{min}	Vægtminimum	Minbw
BW _{mob}	Mobiliseret vægt - vægtændring fra BW _{start} til BW _{min}	Bw_loss
BW _{mob_dim}	Dage med mobilisering	Mobi_period
BW _{max}	Vægtmaksimum, som ligger efter BW _{min}	Maxbw
BW _{dep}	Deponeret vægt – vægtændring fra BW _{min} til BW _{max}	BW_dep
BW _{dep_dim}	Dage med deponering	Dep_period
MaxEKM	Maksimal ydelse opnået for hver enkelt ko	MaxEKM

Efter endt dataeditering udgør datagrundlaget registreringer fra 1. kalvs Holstein køer fra ca. 150 besætninger. Data er analyseret med en animal model hvor de systematiske effekter udgøres af besætningsnummer, år for registrering, sæson for registrering, alder ved første kælvning og tilfældig effekt af dyr.

Resultater

Heritabilitet

Vægten for 1. kalvs Holstein køerne varierer hen over laktationen (tabel 5), med lavest vægt omkring 42-49 dage efter kælvning. Det ses tydeligt at der er tale om 1. kalvs køer idet disse køer som forventet har en højere vægt i slutningen af laktationen i forhold til deres vægt i starten af laktationen, grundet en generel tilvækst og ikke kun deponering af fedtvæv. Heritabiliteten er på et moderat niveau (0,36 – 0,48) og forholdsvis stabil over hele laktationen. Det betyder således at det er muligt at selekttere for køernes vægt. Estimerne er i overensstemmelse med heritabiliteterne fundet i litteraturen.

Tabel 5. Antal køer, gennemsnit og SD og heritabilitet (h^2) for vægtparametre som indgår i analysen

Parameter	Antal køer	Gennemsnit + SD	h^2
BW ₂₁₋₂₈	14.150	552 ± 56	0,36 (0,03)
BW ₄₂₋₄₉	14.356	540 ± 53	0,36 (0,03)
BW ₆₃₋₇₀	14.343	547 ± 52	0,36 (0,03)
BW ₈₄₋₉₁	14.361	556 ± 52	0,42 (0,05)
BW ₁₀₅₋₁₁₂	14.448	563 ± 52	0,40 (0,03)
BW ₁₄₀₋₁₄₇	14.540	575 ± 53	0,40 (0,03)
BW ₂₁₀₋₂₁₇	14.508	601 ± 56	0,48 (0,03)
BW ₂₉₈₋₃₀₅	10.409	636 ± 59	0,45 (0,04)
BW _{start}	12.832	582 ± 60	0,36 (0,03)
BW _{mob}	12.832	50 ± 33	0,20 (0,03)
BW _{mob_dim}	12.832	45 ± 27	0,06 (0,01)
BW _{dep}	2.689	134 ± 38	0,18 (0,05)
BW _{dep_dim}	2.689	283 ± 49	0,05 (0,03)

Genetiske og fænotypiske korrelationer

I tabel 6 vises hhv. de genetiske og fænotypiske korrelationer imellem vægt 21-28 dage efter kælvning og de resterende perioder. Generelt er der en høj genetisk korrelation mellem perioderne (0,89- 0,98) som illustrerer at vægt gennem hele laktationen kan betragtes som værende tilnærmelsesvis samme egenskab.

Det skal dog siges at en del af den potentielle variationen der kan være, er minimeret både pga. at vægtestimaterne er fittede værdier, men også at estimatet indenfor hver enkelt periode udgøres af et gennemsnit mellem 7 vægtregistreringer.

Tabel 6. Genetiske $\pm$ SE i parentes og fænotypiske korrelationer mellem vægt på forskellige tidspunkter i laktationen – 1. laktation.

		BW₄₂₋₄₉	BW₈₄₋₉₁	BW₁₀₅₋₁₁₂	BW₁₄₀₋₁₄₇	BW₂₁₀₋₂₁₇
Genetisk	BW₂₁₋₂₈	0,98 (0,004)	0,95 (0,009)	0,93 (0,01)	0,91 (0,01)	0,89 (0,02)
Fænotypisk		0,95	0,87	0,84	0,81	0,76

Tabel 7 viser de hhv. genetiske og fænotypiske korrelationer mellem vægt og EKM ydelse i de forskellige laktationsperioder. Der er en lav positiv genetisk sammenhæng mellem ydelse og vægt hen over laktationen. Størst er korrelationen i starten af laktationen.

Tabel 7. Genetisk $\pm$ SE i parentes og fænotypiske korrelationer mellem vægt og EKM-ydelse hen over laktationen

	Genetisk	Fænotypisk
BW-EKM₂₁₋₂₈	0,14 (0,09)	0,24
BW-EKM₄₂₋₄₉	0,14 (0,08)	0,23
BW-EKM₆₃₋₇₀	0,07 (0,08)	0,20
BW-EKM₈₄₋₉₁	0,06 (0,08)	0,18
BW-EKM₁₀₅₋₁₁₂	0,10 (0,07)	0,18
BW-EKM₁₄₀₋₁₄₇	0,14 (0,08)	0,17
BW-EKM₂₁₀₋₂₁₇	0,03 (0,07)	0,09
BW-EKM₂₉₈₋₃₀₅	0,06 (0,09)	-0,06

Tabel 8 viser de genetiske og fænotypiske korrelationer mellem hhv. mobiliseringsgrad (BW_{mob}) og hhv. startvægt (BW_{start}), mobiliseringslængde i dage (BW_{mob_dim}) og deponeringsgrad (BW_{dep}). Der er en moderat positiv genetisk og fænotypisk korrelation mellem mobiliseringsgrad og startvægt. Resultaterne viser at køer som vejer mere ved mobiliserer mere kropsvæv. Samtidig er der en moderat positiv genetisk og fænotypisk korrelation mellem startvægt og maksydelse. Dette kan skyldes at 1. kalvs køer med højere startvægt er mere udvoksede ved kælvning og dermed kan kanalisere mere energi til ydelse frem for

tilvækst hen over laktationen. Det kan også hænge sammen med den næste parameter, som viser, at køer som mobiliserer mere (som var tilfældet hos køer med høj startvægt) er genetisk og fænotypisk korreleret med en høj maksydelse. Derudover viser korrelationerne at lang mobiliseringsperiode er genetisk og fænotypisk korreleret med høj mobiliseringsgrad og maksydelse. Dette hænger sandsynligvis sammen med at køer som mobiliserer en stor mængde kropsvæv mobiliserer over længere tid end køer med en lav mobiliseringsgrad. Derudover findes en lav men positiv genetisk og fænotypisk korrelation mellem mobiliseringsgrad og mobiliseringslængde, således at køer som har tabt sig meget også tager mere på.

Tabel 8. Genetiske og fænotypiske korrelationer mellem udvalgte vægt- og vægtændringsparametre og maksimal ydelse.

	BW_{mob}		EKM_{max}	
	Genetisk	Fænotypisk	Genetisk	Fænotypisk
BW_{start}	0,34 (0,07)	0,39	0,49 (0,10)	0,34
BW_{mob}	-	-	0,53 (0,10)	0,22
BW_{mob_dim}	0,74 (0,08)	0,35	0,65 (0,14)	0,09
BW_{dep}	0,13 (0,16)	0,16	-	-

Korrelationer mellem avlsværdital

I analysen er der beregnet korrelationer mellem udvalgte avlsværdital som direkte eller indirekte kan relateres til fodereffektivitet, over til hhv. mobiliseringsgrad og mobiliseringslængde (Tabel 9). I analysen er der opsat kriterier om at der skal være mindst 50 døtre per tyr med vægtregistreringer. Dette resulterer i at der indgår 84 tyre i analysen. Resultaterne viser at der er en positiv korrelation mellem ydelsesindekset, samt mælk, fedt og protein indekset og både mobiliseringsgrad- og længde. Dette stemmer overens med resultaterne for de genetiske sammenhænge mellem hhv. vægt/vægtændring og ydelse (tabel 7 og 8). I relation til fodereffektivitet, har analysen fokuseret på at sunde køer med god reproduktion er mest effektive. Ikke overraskende er der en negativ sammenhæng mellem mobiliseringsgrad og hhv. frugtbarhed, sygdomme, mastitis og klovlidelser. Køer som mobiliserer meget vil ofte være i højere risiko for at udvikle ketose eller andre relaterede lidelser. Derudover vil en høj mobiliseringsgrad ofte være forbundet med dårligere reproduktion, i form af flere tom dage og længere periode til cyklisk aktivitet. Det omvendte billede gør sig dog gældende for korrelationerne mellem mobiliseringslængde og hhv. frugtbarhed og sygdomme. Det kan skyldes at køer som mobiliserer over længere tid i langt mindre grad mobiliserer kraftigt og dermed mindsker risikoen for at påvirke både sundhed og reproduktion.

Tabel 9. Pearsons korrelationer mellem udvalgte avlsværdital og hhv. mobiliseringsgrad (BW_{mob}) og mobiliseringslængde (BW_{mob_dim})

Indeks	Antal afkom pr. tyr	Antal tyre	BW_{mob} , kg	BW_{mob_dim} , dage
Ydelse	50	84	0,07	0,03
Frugtbarhed	50	84	-0,10	0,04
Sygdomme	50	84	-0,17	0,03
Mastitis	50	84	-0,12	-0,02
Klov	50	84	-0,04	0,00
Mælk	50	84	0,05	0,00
Protein	50	84	0,06	0,02
Fedt	50	84	0,08	0,04

Konklusion og perspektivering

Formålet med nærværende analyse var at estimere heritabiliteter for vægt- og vægtændringer for 1. kalvs Holstein køer, ud fra vægtregistreringer foretaget i Lely A3 besætninger. Derudover var formålet at estimere genetiske og fænotypiske korrelationer til egenskaber som direkte eller indirekte kan relateres til fodereffektivitet. Resultaterne viste at vægt hen over laktationen er en moderat arvbar egenskab. Det er således muligt at selekttere for lettere køer, med henblik på at opnå en forbedring i fodereffektiviteten ved et mindre vedligeholdelsesbehov. Dog sås en positiv genetisk korrelation mellem vægt og ydelse hen gennem laktation. Dette aspekt vil formindske en eventuel positiv effekt ved at selekttere for lettere køer, idet det også vil have en negativ effekt på mælkeydelsen. Der fandtes høje genetiske korrelationer imellem perioder indenfor laktationen mellem vægt, hvilket illustrerer at der er tale om mere eller mindre den samme egenskab hen over laktationen. Det betyder at færre vejninger per ko også kan have værdi i et genetisk perspektiv. Dog skal der i fortolkningen af dette resultat gøres opmærksom på at de vægtdata som indgår i analysen er fittede data, som udgøres af et gennemsnit i perioderne. Dette kan have udlignet noget af den potentielle variation. Heritabiliteterne for vægtændringer var lavere end for vægtestimaterne, hvilket er overensstemmende med resultater fra litteraturen. I forhold til opnåelse af bedre fodereffektivitet, kan det argumenteres for at køer med lav mobiliseringsgrad over en længere periode er mere effektive end køer med høj mobiliseringsgrad. Det skyldes at energiindholdet i mobiliseret kropsvæv kun udnyttes 80 % i forhold til deponeringen af kropsvæv. Rent energimæssigt skal graden af mobilisering og deponering således begrænses for at opnå en højere fodereffektivitet. Resultaterne for heritabiliteterne på vægtændringerne, antyder således at det er muligt at selekttere efter dette. Resultaterne viste desuden at der var en moderat positiv genetisk sammenhæng mellem mobiliseringsgrad og startvægt, samt mobiliseringsgrad og maksydelse. Det antyder at køer som kælder ved en høj vægt både mobiliserer mere, hvilket er ugunstigt for fodereffektiviteten, men at den positive korrelation til ydelse modvirker denne effekt. Korrelationer mellem avlsværdital for fodereffektivitetsrelaterede egenskaber såsom reproduktion, andre sygdomme og klovlidelser antyder at høj mobiliseringsgrad er negativt korreleret med alle tre egenskaber. Dette taler ligeledes for selektion for mindre mobiliseringsgrad kan være med til at forbedre koens reproduktion og sundhed, hvilket i sig selv vil have en positiv effekt på foderudnyttelsen.

Litteraturliste

Berry, D. P., F. Buckley, P. Dillon, R. D. Evans, M. Rath, and R. F. Veerkamp. 2002. Genetic parameters for level and change of body condition score and body weight in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 85:2030-2039.

Karacaören, B., F. Jaffrézic, and H. N. Kadarmideen. 2006. Genetic parameters for functional traits in dairy cattle from daily random regression models. *J. Dairy Sci.* 89:791-798.

Koenen, E. P. C. & Veerkamp, R. F. 1998. Genetic covariance functions for live weight, condition score, and dry-matter intake measured at different lactation stages of Holstein Friesian heifers. *Livest. Prod. Sci.* 57:67-77.

Manzanilla Pech, C. I., R. F. Veerkamp, M. P. L. Calus, R. Zom, A. van Knebel, J. E. Pryce and Y. De Haas. 2014. Genetic parameters across lactation for feed intake, fat- and protein-corrected milk, and liveweight in first-parity Holstein cattle. *J. Dairy Sci.* 97:5851-5852.

Nielsen, N.I. and H. Volden. 2011. Animal requirements and recommendations. In: Harald Volden (Ed.), Chapter. 9, NorFor – The Nordic feed evaluation system. EAAP publication No. 130. Wageningen Academic Publishers, pp. 85-111.

Spurlock, D. M., J. C. M. Dekkers, R. Fernando, D. A. Koltes, and A. Wolc. 2012. Genetic parameters for energy balance, feed efficiency, and related traits in Holstein cattle. *J. Dairy Sci.* 95:5393-5402.

Søndergaard, E., M. K. Sørensen, I. L. Mao., and J. Jensen. 2002. Genetic parameters of production, feed intake, body weight, body composition, and udder health in lactating dairy cows. *Livest. Prod. Sci.* 77:23-34.

Veerkamp, R. F. & S. Brotherstone. 1997. Genetic correlations between linear type traits, food intake, live weight and condition score in Holstein Friesian dairy cattle. *Anim. Sci.* 64:385-392.

Veerkamp, R. F. & R. Thompson. 1999. A covariance function for feed intake, live weight, and milk yield estimated using random regression model. *J. Dairy Sci.* 82:1565-1573.

Veerkamp, R. F., J. K. Oldenbroek, H. J. Van Der Gaast, and J. H. J. Van Der Werf. 2000. Genetic correlation between days until start of luteal activity and milk yield, energy balance, and live weights. J. Dairy Sci. 83:577-583.