



FRA STØJFYLDTE VEJNINGER TIL STABILT UDTRYK FOR KOENS ENERGIBALANCE

STØTTET AF

mælkeafgiftsfonden

For at anvende hyppige vejninger til produktionsstyring skal vægten korrigeres. Artiklen viser en model til korrektion af kropsvægten. Perspektivet er at anvende vægt til udpegning af kø

Vivi M. Thorup, Auning Data og VMT Consult, nu IceRobotics, Storbritannien

Dorte Bossen, KvægXperten

Nicolaj I. Nielsen, SEGES Kvæg

Martin R. Weisbjerg, Aarhus Universitet, Institut for Husdyrvidenskab

Nic C. Friggens, Université Paris-Saclay, INRA, Mosar, Frankrig

Muligheden for at bruge automatisk vejning af køer som et redskab i den daglige overvågning og styring på kvægbedriften, er rykket tættere på. Det sker med resultaterne af en målrettet bearbejdning af et omfattende datamateriale fra forsøg såvel som praksis i projektet "Vægt på fodereffektivitet". Hidtil har der været stor tvivl om målingernes anvendelighed som følge af stor usikkerhed på den enkelte måling. De nye resultater giver imidlertid konkrete anvisninger på, hvordan variationen i målt levende vægt kan udnyttes til at styrke informationsværdien af den enkelte vægtmåling.

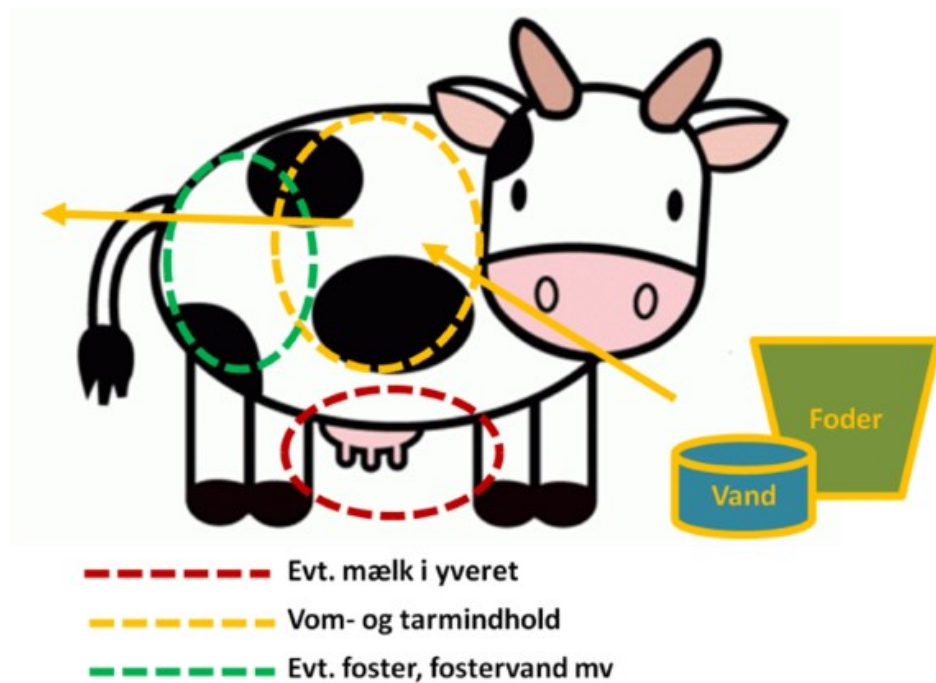
NØGLEORDET ER ENERGIBALANCE

En ko i negativ energibalace optager mindre energi, end hun bruger til vedligehold, bevægelse, mælke- og fosterproduktion. Til dækning af et dagligt energiunderskud henter koen energi fra kropsreserver gennem nedbrydning af især fedtvæv og i mindre grad muskulatur. For koen er en vis grad af negativ energibalace i tidlig laktation en helt naturlig tilstand, men

langvarig eller stor negativ energibalance der leder til store væggtab, kan imidlertid have negative følgevirkninger på sundhed og reproduktion. Derfor har det stor interesse at kunne overvåge ændringer i den enkelte kos energibalance, særligt i tidlig laktation – men for at udtrykke energibalancen, skal den målte vægt nedjusteres til tom kropsvægt.

JUSTERING AF AUTOMATISKE VÆGTMÅLINGER

Ændringer i koens egentlige tomme kropsvægt i form af øget tilvækst og væggtab, kan ses som et udtryk for energibalancen. Vejning er en objektiv målemetode, der kan gennemføres automatisk. Den målte vægt ved vejning er imidlertid ikke et direkte mål for den egentlige kropsvægt, idet den målte vægt som vist i figur 1, også inkluderer: a) mælk i yveret, b) vom- og tarmindehold samt c) foster og fostervand mv. For en Holstein malkeko der vejer 667 kg, kan de tre faktorer hver især udgøre hhv. 20-40 kg, 60-120 kg og 0-80 kg. Den målte vægt må derfor justeres for disse usikkerhedsfaktorer, før man kan bestemme tilvækst eller væggtab.



Figur 1. Når koen vejes kan den målte vægt være påvirket af tre meget væsentlige faktorer: mælk i yveret, vom- og tarmindehold samt foster, fostervand mv.

Tilvæksten grundet foster og fostervand følger et forholdsvis fast mønster, hvilket letter justeringsopgaven. Hvordan justering for foster m.v. foretages er beskrevet tidligere (Thorup m.fl., 2013), denne justering er dog ikke relevant i tidlig laktation, hvor koen ikke er drægtig. Mælken i yveret er ikke nødvendigt at korrigerer for, såfremt koen er vejet umiddelbart efter malkning, hvor yveret er tomt. Derimod har korrektion af vægtmålinger for vom- og tarmindehold været en meget stor udfordring, fordi vom- og tarmindeholdet svinger meget og ikke kan måles direkte. Det totale vom- og tarmindehold består af en måltidsrelateret andel og en restandel. Restandelen er den andel, som aldrig forlader vommen og tarmene, den er konstant i

hovedparten af laktationen, men stiger i tidlig laktation pga. koens stigende ædelyst. Den måltidsrelaterede andel varierer markant indenfor samme døgn hos den enkelte ko. Justering for vom- og tarmindhold er beskrevet nærmere nedenfor.

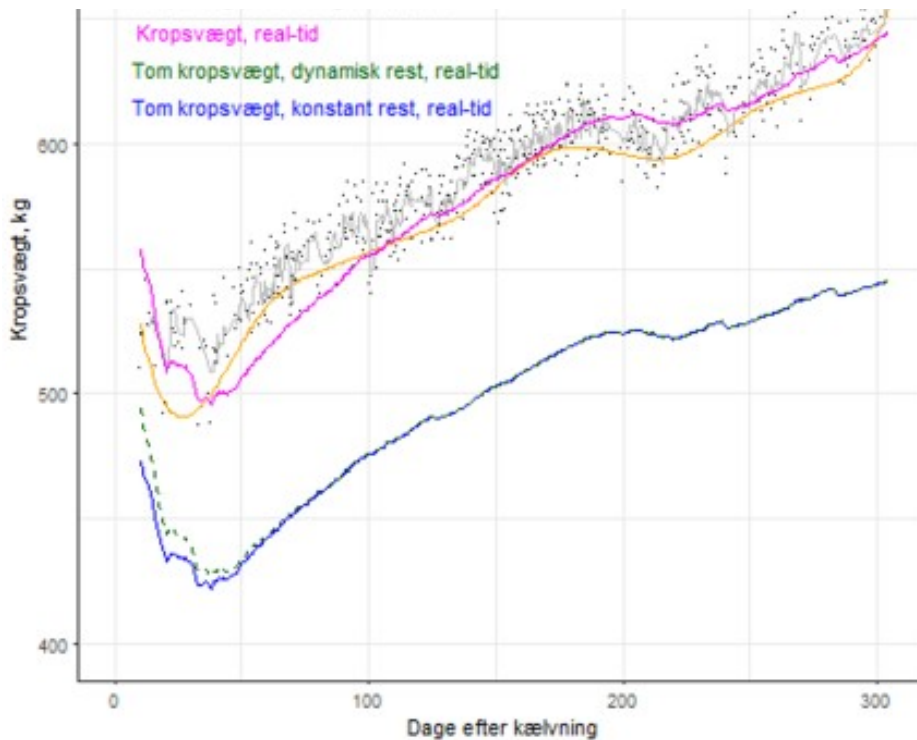
MÅLTIDSRELATERET VARIATION I VOM- OG TARMINDHOLD

Køer i løsdrift fodret ad libitum optager hovedparten af deres foder under 4-6 ædeperioder hen over døgnet. Ved automatisk vejning vejes den enkelte ko desuden på forskellige tidspunkter i forhold til, hvornår hun har ædt og drukket. Derfor vil den målte vægt i forskellig grad være påvirket af foder- og vandoptagelse. Denne måltidsrelaterede variation i vom- og tarmindhold afspejler sig i en variation i den målte vægt.

Systemer til automatisk vejning af køer tilvejebringer en meget stor datamængde i kraft af den frekvens, hvormed data indsamles. hvilket adskiller data fra de vejninger, vi kender fra forsøg eller fra manuelle stikprøvevejninger af køer i kommercielle besætninger. Hvis køerne vejes flere gange dagligt eller ugentligt, kan man sætte tal på variationen i vægtmålinger knyttet til variation i vom- og tarmindhold. På grundlag af bearbejdning af forsøgs- og praksisdata, er der udarbejdet anvisninger på, hvordan automatiske vejninger fra bedrifter i praksis kan omdannes trinvis fra målt ko vægt, via en udglattet vægtskurve korrigeret for måltidsrelateret vom- og tarmindhold, til en kurve som også er korrigeret for restandelen af mave- og tarmindhold. Herved får man et udtryk for koens tomme kropsvægt, som gør at vægttab og tilvækst kan bestemmes mere præcist.

Figur 2 viser med sorte prikker de enkelte automatiske vægtmålinger gennem laktationen for en dansk Holstein malkeko. Den måltidsrelaterede variation er illustreret ved båndbredden på de målte vægte (sorte prikker). Båndbredden varierer gennem laktationen mellem 25 og 50 kg hos den aktuelle ko. Med gul farve ses en udglattet vægtskurve, hvor den måltidsrelaterede variation i målt vægt i vid udstrækning er korrigeret væk via en bagudrettet udglatnings-metode, som giver de høje vægtmålinger en lav vægtning og de lave vægtmålinger en høj vægtning. Den udglattede kurve ligger derfor tættest på de laveste vægtmålinger. Metoden giver en fin glat kurve, men kan kun anvendes på historiske laktationsdata, idet man skal kende alle punkter, inden kurven kan tegnes. Den bagudrettede metode er derfor god til at lave laktationskurver for individuelle køer eller grupper af køer. Til sammenligning viser den grå kurve et rullende gennemsnit over de seneste 5 vægtobservationer. Af den grå kurve ses det tydeligt, at forløbet med denne form for udglatning er meget støjfyldt, samt at denne kurve placerer sig mere centralt i observationerne, og den måltidsrelaterede variation kan således *ikke* siges at være fjernet.





Figur 2. Vægtudviklingen gennem laktationen for en Holstein malkeko. Sort: målt vægt. Gul: udglattet vægtkurve (bagudrettet udglatning). Grå: rullende gennemsnit af de seneste 5 kropsvægte. Pink: vægtkurve korrigeret for måltidsrelateret vom- og tarmindhold (udglatning i real-tid). Grøn: koens tomme kropsvægt korrigeret for stigende restandel af vom- og tarmindhold i tidlig laktation (dynamisk restandel, real-tidsudglatning). Blå: koens tomme kropsvægt korrigeret for restandel af vom- og tarmindhold uafhængig af laktationsstadiet (konstant restandel, real-tidsudglatning). Se teksten for nærmere forklaring.

Vil man gerne følge udviklingen hos den enkelte ko fra dag til dag, kan de oprindelige vægte udglattes via en asymmetrisk dobbelt-eksponentiel metode (såkaldt real-tidsudglatning), som er illustreret med en pink kurve i figur 2. Når man vurderer forløbet af denne kurve, skal man forestille sig, at kurven i et givent punkt er tilpasset ved modellering af de foregående data, uden kendskab til de efterfølgende data. Den pink kurve har minimum på et senere tidspunkt end den gule kurve. Desuden er den pink kurve mindre glat end den gule, fordi den følger punkterne mere tæt og viser dermed en mere reel afspejling af ændringerne i koens egentlige vægt i tidlig laktation.

VOM- OG TARMINDHOLDETS STIGENDE RESTANDEL I TIDLIG LAKTATION

I hovedparten af midt og senlaktationen antages restandelen af vom- og tarmindhold normalt at være en konstant andel af den målte ko vægt (formel 1). Når man arbejder med data i real-tid og justerer de målte vægte for både måltidsrelateret og konstant restandel af vom- og tarmindhold, fremkommer den blå kurve i figur 2, som et udtryk for koens tomme kropsvægt,

dvs. målt vægt fraregnet mælk, foster samt vom- og tarmindehold. Men hos ad libitum fodrede køer stiger foderoptagelse og dermed vom- og tarmindehold imidlertid fra dag til dag i de første 50-100 laktationsdage. Derfor har projektet ved brug af forskellige forsøgsdata udviklet en formel, som beskriver foderoptagelsen hos køer i tidlig laktation som en andel af foderoptagelsen i perioden 100-200 d.e.k. (formel 2), ifølge hvilken restandelen af vom- og tarmindehold forventes at stige i samme relative takt som foderoptagelsen. Den grønne kurve i figur 2 viser koens kropsvægt, baseret på de målte vægte korrigeret for den samlede variation forårsaget af vom- og tarmindehold, idet der tages højde for, at restandelen af vom- og tarmindehold ændrer sig i tidlig laktation. Den grønne kurve viser en højere kropsvægt og et større vægttab (stejlere kurve) hos koen, end den blå kurve i de første 100 laktationsdage. Det viser, at koen taber sig betydeligt mere, end det den målte vægt viser, fordi den målte vægt kamufleres af stigende vom- og tarmindehold i tidlig laktation.

FORMEL 1:

Konstant restandel af vom- og tarmindehold = 0,26 kg/kg fedtfri tom kropsvægt

FORMEL 2:

Dynamisk restandel af vom- og tarmindehold = $0,1196 \times (1 - e^{-0,05 \times d.e.k}) + 0,1404$ kg/kg fedtfri tom kropsvægt

METODEN ER ROBUST PÅ MANGE OMRÅDER

En metode, der omdanner automatisk målte vægte til et udtryk for den enkelte kos daglige tomme kropsvægt, skal være robust på mange måder for at kunne implementeres i software, der kan bruges og give mening i en hvilken som helst besætning. Derfor er metodens robusthed blevet testet i forhold til: 1) hyppigheden af de automatiske vejninger, 2) foderskift i den enkelte besætning, og 3) variation mellem besætninger.

Når man sammenligner data fra samme ko over tid, kan hyppigheden af vægtmålingerne på den enkelte ko spille en stor rolle for sikkerheden på resultatet. Derfor blev data fra 48 køer på Danmarks Kvægforskningscenter med hyppig automatisk måling af vægt, anvendt til at undersøge om den asymmetriske dobbelt-eksponentielle metode til reeltidsberegning af kropsvægt var følsom overfor vejehyppighed. Forskellen mellem målt vægt og beregnet kropsvægt var meget påvirket af vejefrekvensen. Undersøgelsen viste, at vægtminimum (nadir) blev sat for højt og fandt sted urealistisk tidligt, når vejefrekvensen var lavere end 1 vejning på 2 dage.

Metoden blev udviklet på køer der gennem laktationen tildeles en nogenlunde ensartet TMR. Men når køerne skifter ration - f.eks. fra afgræsning til staldfodring med TMR eller omvendt - hvordan håndterer metoden så data? Robustheden overfor foderskift blev undersøgt baseret på historisk data fra 157 laktationer med 60 dages vægtmålinger, omkring 192 foderskift med 30 dages data på hver side af foderskiftet. Foderskiftet bestod af at gå fra staldfodring med TMR til

afgræsning eller omvendt. Datasættet er tidligere blevet beskrevet i LandbrugsInfo (Thorup m.fl., 2016). Undersøgelsen viste, at metoden håndterer pludselige ændringer i absolut vægt knyttet til foderskift på en hensigtsmæssig måde.

Metoden er udviklet på data fra et begrænset antal besætninger i forskningsregi. Metodens anvendelighed på data fra andre besætninger er derfor også blevet undersøgt på baggrund af vægtmålinger over 1592 laktationer fra 9 danske kommercielle bedrifter med robotmalkning og automatisk vejning i robotten. Undersøgelsen viste, at metoden fungerer i kommercielle besætninger i det omfang, at der også her var mindst en vejning hver anden dag.

KONKLUSIONER

Vi har nu en robust metode til at konvertere koens rå og støjfyldte kropsvægt til en mere stabil, tom kropsvægt. Har man hyppig huldscore på koen, kan man desuden beregne energibalancen. Metoden forudsætter, at koen vejes automatisk mindst én gang hver anden dag. Fremtidsperspektivet for metoden er, at sætte ændringerne i den tomme kropsvægt eller i energibalancen i relation til forekomst af sygdom eller reproduktionsproblemer. Metoden er til fri afbenyttelse. De her omtalte justeringsmetoder, samt en opskrift på hvordan energibalancen udtrykkes i MJ/dag (i stedet for som her beskrevet som vægtændring/dag) beregnes med eller uden tilstedeværelse af huldscore er detaljeret beskrevet i en endnu ikke publiceret artikel (Thorup m.fl., under forberedelse).

KILDER

Thorup, V.M., D. Bossen, N.I. Nielsen. Vægt på energiudnyttelse. LandbrugsInfo, d. 15.12.2016. https://www.landbrugsinfo.dk/kvaeg/malkekoeer-og-opdraet/norfor/sider/kv-vaegt-paa-energiudnyttelse_4040.aspx

Thorup, V.M., M.G.G. Chagunda, A. Fischer, M.R. Weisbjerg, N.C. Friggens. Empowering consultants and farmers to estimate dairy cow energy balance (under forberedelse).

Thorup, V.M., S. Højsgaard, M.R. Weisbjerg, N.C. Friggens. 2013. Energy balance of cows can be estimated in real-time on-farm using frequent liveweight measures even in the absence of body condition score. *Animal* 7: 1631-39. <https://doi.org/10.1017/S1751731113001237>

Vi takker Mælkeafgiftsfonden for støtte til samarbejdsprojektet 'Vægt på Fodereffektivitet'. Vi vil også gerne takke Mizeck G.G. Chagunda, Scotland's Rural College, Storbritannien, og Amelie Fischer, INRA, PEGASE, Frankrig (nu US Department of Agriculture, USA) for at have bidraget med data og til diskussionen af metoderne og de opnåede resultater.