

# Avl for livstidsydelse

---



Rapporten udarbejdet af:  
Rasmus Skovgaard Stephansen, Morten Kargo, Ulrik Sander  
Nielsen & Anders Fogh  
SEGES - HUSDYRINNOVATION | DECEMBER 2018

**Støttet af mælkeafgiftsfonden**

## **Forord**

Denne rapport er udarbejdet i forbindelse med projektet "avl for livstidsydelse", der er støttet af mælkeafgiftsfonden. Formålet med projektet er at fremavle køer med en højere livstidsproduktion, fordi dette potentielt kan mindske klimabelastningen per kg mælk, mindske behovet til opdræt og forbedre bundlinjen hos den danske kvægbruger.

Fremgangsmåden for dette projekt er et litteraturstudie for livstidsydelse og holdbarhed, derudover vil den genetiske sammenhæng mellem livstidsproduktion og egenskaber inkluderet i Nordic Total Merit (NTM) blive undersøgt.

# Indholdsfortegnelse

Forord .....	1
Baggrund .....	3
Litteraturstudie af holdbarhed og livstidsydelse .....	4
Materiale og metode .....	6
Data .....	6
For yderligere editering var det valgt at kræve data fra alle enkelt laktationer, hvor denne editering er vist i tabel 4.....	7
Egenskaber i undersøgelsen .....	8
Statistisk analyse .....	11
Sammenligning af avlsværdital for stambogsførte tyre.....	12
Korreleret respons i livstidsydelsen ved selektion for NTM .....	13
Resultat og diskussion.....	13
Varians komponenter .....	13
Sammenhængen mellem laktationsmæssige ændringer og livstidsproduktion.....	15
Sammenhængen mellem laktationsmæssige ændringer, NTM egenskaber og livstidsproduktion.....	16
Sammenhængen mellem livstidsproduktion og eksteriøregenskaber .....	18
Sammenhængen mellem laktationsmæssige ændringer og funktionelle egenskaber .....	20
Hvilke egenskaber har betydning for livstidsegenskaber?.....	22
Ændring af laktationssammensætningen.....	25
Respons i livstidsproduktion og indkomst ved selektion for NTM .....	27
Effekt af NTM på livstidsydelsen i praksis .....	28
Konklusion og perspektivering.....	29
Referencer .....	30
Bilag 1 – Beregning af omkostninger relateret til vedligehold .....	31
Bilag 2 - Beregning af prisen pr. foderdag for kvier .....	31
Bilag 3 – Beregning af kapacitetsomkostninger .....	32
Bilag 4 – Resultater fra bivariater .....	32
Bilag 5 – resultater fra single traits .....	33
Bilag 6 - Plots af egenskaber.....	33
Bilag 7 – plots af EBV'er.....	36

## Baggrund

Livstidsydelse har de seneste år i dansk mælkeproduktion været anvendt som et managementmæssigt nøgletal, der udtrykker malkekoens evne til at levere en stor mængde mælk i levetiden.

I kvægavlen er det overordnede avlsmål den vej vi ønsker at præge vores malkeko, groft sagt ønsker vi en malkeko, der giver maksimalt værdistof på kortest mulig levetid, men også holder sig sund og fertil. Herved opnår vi et højt dækningsbidrag per sengebås og får dækket vores omkostninger til opdræt. Projektets formål er et undersøge mulighederne for at fremavle køer med højere livstidsydelse igennem et målrettet avlsarbejde. Forfatterne i dette projekt har derfor valgt at undersøge følgende problemstilling:

### **Kan et indeks for livstidsydelse inddrages i, eller underbygge de nuværende indekser i NTM?**

Denne rapport vil undersøge problemstillingen ved (1) opstille mål for livstidsydelse, (2) undersøge genetiske korrelationer mellem nye og nuværende holdbarhedsmål samt livstidsproduktion og (3) undersøge korrelationer mellem avlsværdital for livstidsproduktion, laktationsmæssige ændringer og nuværende indekser i NTM.

I et scenarie hvor resultaterne viser en lav korrelation mellem livstidsproduktion, holdbarhed og Y-indekset, vil det muligvis være fordelagtigt at selekttere mod livstidsproduktion. I et sådant scenarie vil dette kræve en negativ vægt på antal produktionsdage for ikke, at favorisere længelevende og lavproduktive køer, som selektion for livstidsydelse potentielt kan aflede.

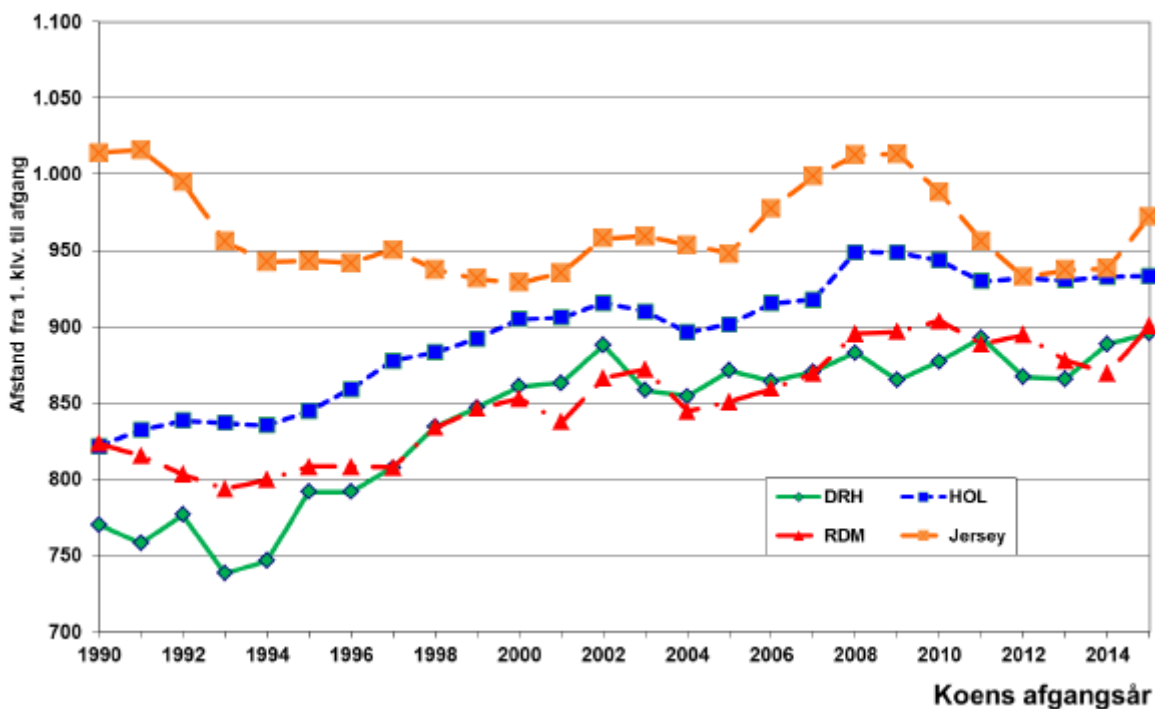
Et avlsværdital for livstidsydelse kan også underbygge det nuværende system i Nordisk Avlsværdivurdering (**NAV**) landende. I den forbindelse kan et avlsværdital for livstidsproduktion muligvis anvendes til at optimere dele af NTM, men dette må på ingen måde gå ud over fremgangen på profit! Et eksempel kunne være – i dag er halvdelen af laktationsvægten på produktion i første laktation, hvor et avlsværdital for livstidsydelse potentielt kunne anvendes til at justere disse vægte (figur 1).

Breed	Index	Combined index
All	Milk	$0.5 * RBV_{milk1} + 0.3 * RBV_{milk2} + 0.2 * RBV_{milk3}$
All	Fat	$0.5 * RBV_{fat1} + 0.3 * RBV_{fat2} + 0.2 * RBV_{fat3}$
All	Protein	$0.5 * RBV_{protein1} + 0.3 * RBV_{protein2} + 0.2 * RBV_{protein3}$
RDC	Yield	$-0.20 * \text{milk index} + 0.40 * \text{fat index} + 0.8 * \text{protein index}$
HOL	Yield	$-0.20 * \text{milk index} + 0.40 * \text{fat index} + 0.8 * \text{protein index}$
JER	Yield	$-0.30 * \text{milk index} + 0.50 * \text{fat index} + 0.8 * \text{protein index}$

Figur 1. Beregning af Y-indekset. RBV=relativ avlsværdi. (Evaluation., 2017)

## Litteraturstudie af holdbarhed og livstidsydelse

Den nuværende mål for holdbarhed i NAV er defineret som produktiv holdbarhed. Produktiv holdbarhed er holdbarheden set relativ til produktionsevnen af et givent dyr. Holdbarhed desuden i litteraturen også defineret som funktionel holdbarhed, hvor holdbarhed i stedet skal ses relativ til sundhed og frugtbarhed. En litteratur gennemgang for arvbarheden af produktiv og funktionel holdbarhed viser, at arvbarheden er lav (0,04-0,10) når der ikke korrigeres for faktorer, som påvirker holdbarheden (Jairath et al., 1998, Roxström and Strandberg, 2002, SEGES Cattle, 2015/16). Når holdbarhed korrigeres for faktorer, som påvirker holdbarheden i kvægbesætningerne øges arvbarheden (0,11-0,29) (Roxström and Strandberg, 2002, Pérez-Cabal et al., 2006). Dette betyder at når flere faktorer forklare holdbarheden (simplere modeller), så øges kompleksiteten af holdbarhed, hvorfor arvbarheden falder. Som tidligere beskrevet er produktiv holdbarhed valgt som mål i NAV uden korrektion for produktion, hvilket resulterer i en lav arvbarhed (0,04-0,07) (SEGES Cattle, 2015/16). Udviklingen i den fænotypiske levetid for de danske malkekøer er vist i figur 2, hvor det tydeligt ses for de store racer at der har været et plateau de seneste 6-10 år.



Figur 2. Udviklingen i produktiv levetid fra første kælvning til afgang, målt i antal dage (mod. e. SEGES Cattle (2015/16))

Udviklingen i mælkeydelsen er steget markant fra 1990 til 2015 fra ~6.700 til ~10.000 kg mælk (Hansen, 2015). Dermed er fremgangen for livstidsproduktion de seneste 10-20 år primært kommet fra ydelsesstigningen, fordi livstidsydelse er en funktion af ydelse og holdbarhed.

Livstidsydelse er de seneste år anvendt i management øjemed for danske kvægbrugere, med henblik på at øge livstidsprofitten per ko for kvægbrugeren. Men livstidsydelse udtrykker ikke nødvendigvis god produktionsøkonomi. Dette skyldes at en høj livstidsydelse eksempelvis kan opnås med en lav ydelse og høj levetid og vice versa. Stadig er livstidsydelse en interessant egenskab at analysere genetisk, ved at egenskaben i nogen grad beskriver en ko's evne til at leve længe med en høj produktivitet. Den videnskabelige litteratur for livstidsproduktion er sparsom og det mest fyldest gørende studie er foretaget på malkefår. El-Saied et al. (2006) estimerede arvbarheden for total mælkeydelse (**TMY**) til 0,12, som var genetisk højt og gunstigt korreleret til produktiv levetid (**PL**) og total levetid (**LT**) (0,88) (tabel 1). Arvbarheden for livstidsydelse ved malkefår er på niveau med arvbarheden for livstidsydelse, målt som total fedt eller protein produktion, i et studie af Jairath et al. (1995) (tabel 2). I undersøgelsen af Jairath et al. (1995) estimerede de arvbarheden for PL til omtrent samme niveau i malkekvæg som for malkefår. For ydelses ratioegenskaberne per PL ad-

skiller de to studierne sig på arvbarhederne, hvor Jairath et al. (1995) estimerede arvbarheder på hhv. 0,28 og 0,30 og El-Saied et al. (2006) estimerede arvbarheden til 0,16 (Tabel 1 og 2).

**Tabel 1. Genetiske parametre for livstidsegenskaber ved spanske malkefår af racen Churra. (Mod. A. El-Saied et al. (2005)).** PL=Produktiv levetid, LT = Levetid, TMY = total mælkeydelse, M/dPL = mælk per dag i produktionslevetiden, M/dLT = mælk per dag i levetiden.

	<b>PL</b>	<b>LT</b>	<b>TMY</b>	<b>M/dPL</b>	<b>M/dLT</b>
<b>PL</b>	<b>0,05 (0,02)</b>	0,96 (0,03)	0,88 (0,05)	0,01 (0,25)	0,78 (0,09)
<b>LT</b>	0,89 (0,01)	<b>0,02 (0,01)</b>	0,88 (0,08)	0,14 (0,32)	0,79 (0,14)
<b>TMY</b>	0,87 (0,01)	0,77 (0,01)	<b>0,12 (0,03)</b>	0,61 (0,11)	0,98 (0,01)
<b>M/dPL</b>	-0,12 (0,02)	-0,12 (0,02)	0,90 (0,01)	<b>0,16 (0,03)</b>	0,78 (0,08)
<b>M/dLT</b>	0,68 (0,01)	0,50 (0,02)	0,25 (0,02)	0,43 (0,02)	<b>0,18 (0,04)</b>

**Tabel 2. Arvbarheder for livstidsegenskaber for canadiske Holstein køer (Mod. A. Jairath et al. (1995)).** PL=Produktiv levetid, LT = Levetid, TMY = total mælkeydelse, M/dPL = mælk per dag i produktionslevetiden, M/dLT = mælk per dag i levetiden.

	<b><math>h^2</math></b>
<b>PL</b>	<b>0,08<sup>1</sup></b>
<b>F_sum</b>	<b>0,11<sup>1</sup></b>
<b>P_sum</b>	<b>0,12<sup>1</sup></b>
<b>F/dPL</b>	<b>0,30<sup>1</sup></b>
<b>P/dPL</b>	<b>0,28<sup>1</sup></b>

<sup>1</sup>P ≤ 0,03.

I det efterfølgende afsnit vil materialer og metoder blive beskrevet for beregninger af genetiske parametre for livstidsproduktion og holdbarhed.

## Materiale og metode

### Data

Kørerne inkluderet i denne undersøgelse er født fra 2000-2007 og af racen Dansk Holstein. Ved varianskomponent analysen var det af beregningsmæssige grunde kun køer født mellem 2002-2007, der blev inkluderet. De anvendte editeringskrav for varianskomponent analysen og avlsværdivurderingen er vist i Tabel 3 og 4.

**Tabel 3. Editering af hoveddatasættet for holdbarhed til varianskomponent analyse. OBS der er flere registreringer per dyr i de første editeringssteps!**

	<i>Varianskomponent analysen</i>	<i>Avlsværdivurdering</i>
--	----------------------------------	---------------------------

<b>Holdbarheds data læst</b>	1.896.339	2.528.030
<i>Hvis dyr ikke er slagtet, død eller aflivet</i>	1.195.328	1.580.799
<i>Hvis køer har flyttet besætning</i>	38.961	55.639
<i>Fletning med livsydelse</i>	17.925	24.524
<i>Dyr med manglende livsydelse</i>	42	44
<b>Basic data består af</b>	644.083	867.024

For yderligere editering var det valgt at kræve data fra alle enkelt laktationer, hvor denne editering er vist i tabel 4.

**Tabel 4. Editering af holdbarhedsdatasæt til varianskomponent analyse af delvise holdbarhedsegenskaber. OBS der er flere registreringer per dyr i de første editeringssteps!**

	Varianskomponent analysen	Avlsværdivurdering
<b>Holdbarheds data læst</b>	1.896.339	2.528.030
<i>Hvis dyr er solgt til levebrug eller eksport</i>	64.835	89.846
<i>Hvis dyret en laktations længde over 900 dage</i>	41.826	55.771
<i>Fletning med laktationsydelse (skyldes flytninger)</i>	113.448	147.884
<i>Reduktion til en linje per dyr</i>	983.502	1.296.299
<i>Hvis dyret er levende og ikke passeret 1825 dage</i>	5	5
<i>Hvis dyret har skiftet besætning</i>	35.888	51.535
<i>Hvis usammenhængende pariteter</i>	10.138	11.322
<i>Fjerner dyr hvor det ikke er sidste laktation</i>	54.917	74.993
<i>Hvis sumydelse mangler</i>	36	38
<i>Fletning med livstidsydelsen for livstiden</i>	1.495	1.941
<i>Dobbelt registreringer</i>	176	222
<i>Fletning med oprindelig holdbarhedsdata</i>	997	1.712
<i>Ekstra editering af ophørsbesætninger</i>	166.016	206.020
<i>Fjerner besætninger med under 20 indsatte dyr per år</i>	37.172	3.481
<i>Fjerner besætninger med usammenhængende år</i>	38.475	21.453
<i>Fjerner hvis FP/dPL <math>\leq 0,5</math> og PL <math>&gt; 100</math></i>	1.052	2.002
<b>Basic data består af</b>	346.361	563.506

Efter editeringen var der hhv. 345.000 og 565.000 køer til varianskomponentanalyse og avlsværdivurdering.



## Egenskaber i undersøgelsen

Fra rutine avlsværdivurderingen er følgende holdbarhedsegenskab defineret og inkluderet i denne undersøgelse:

- **HOLD3**: Dage fra 1. kælvning til udgangen af 3. laktation - max 365 dage pr. laktation

I rutine avlsværdivurderingen er der udover HOLD3 fire lignende variabler, som alle køres i en multitrait model. HOLD3 er målet for holdbarhed i avlsværdivurderingen.

I denne undersøgelse var det desuden valgt at undersøge følgende holdbarhedsegenskaber:

- Produktiv levetid (**PL**) (Dage fra første kælvning til slagt/død/aflivning)
- Levetid (**LT**) (Dage fra fødsel til slagt/død/aflivning)

Hermed tillades lange laktationer igennem PL og LT modsat de nuværende anvendte variabler i avlsværdivurderingen, som har begrænsning på laktationslængden.

For livstidsproduktion var det valgt at undersøge følgende variabler:

- Summen af livstidsydelse målt som kg fedt+protein (**FP\_sum**)
- Livstidsproduktion i kg fedt+protein per leve dag som lakterende (**FP/dPL**)
- Livstidsproduktion i kg fedt+protein per leve dag i livstiden (**FP/dLT**)

De danske landmænd afregnes for værdistoffet i mælken med et fradrag på mængden af mælk (Arla, 2018). Derfor fokuserede vi i undersøgelsen på den totale produktion af kg fedt+protein. Derudover undersøgte vi ratio egenskaberne FP/dPL og FP/dLT for at estimere den genetiske korrelation til holdbarhed og total livstidsydelse.

Livstidsydelse afhænger i høj grad af PL, som El-Saied et al. (2005) demonstrerede. Derfor valgte vi også at undersøge livstidsydelse ud fra et økonomisk synspunkt for at øge den genetiske korrelationen til ydelse og mindske den genetiske korrelation til holdbarhed. Dette stemmer overens med den tidligere definition af avlsmålet i introduktionen; en malkeko, der giver maksimalt værdistof på kortest mulig levetid, derfor undersøgte vi egenskaberne:

- Livstidsindkomst (**LI**) =  $MS - (FO + VO + OO)$

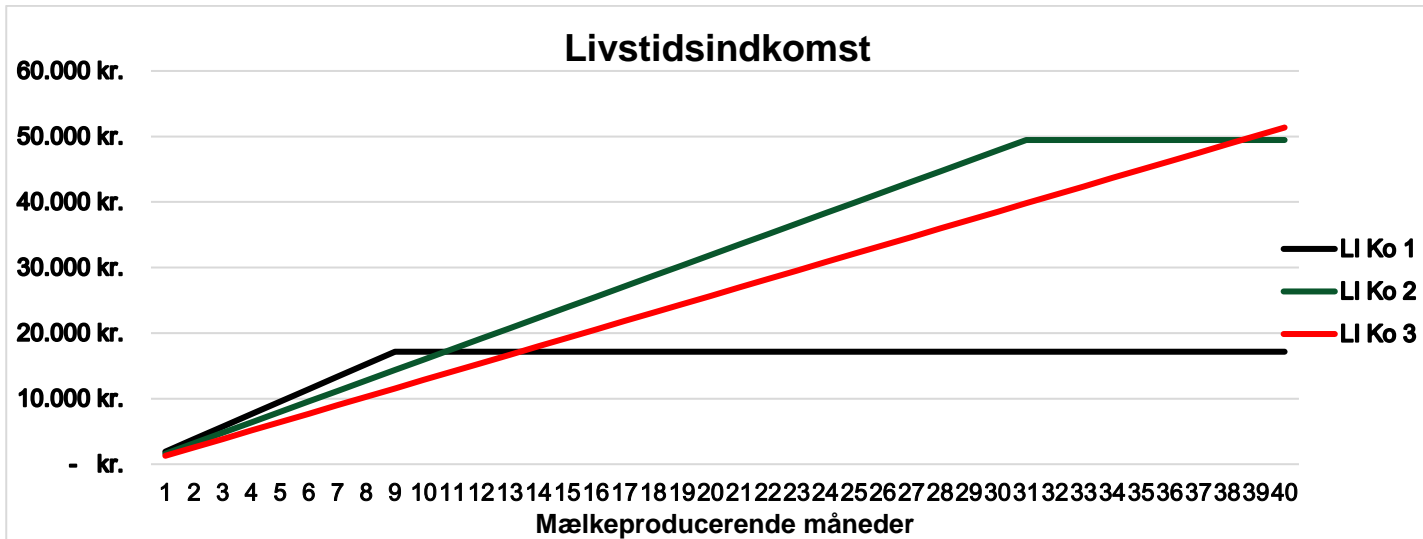
Hvor MS værdien af solgt mælk baseret på priserne; mælk -0,12 kr./kg, fedt 31,05 kr./kg og protein 44,75 kr./kg (Sørensen et al., 2018). Foderomkostninger (FO) relateret til ydelsen er beregnet ud fra energibehovet til produktionen af energikorrigeret mælk (**EKM**) (Volden, 2011). Energifkorrigeret mælk er beregnet jf. Christensen (2011). Vedligeholdelsesomkostninger (VO) er baseret på energinormer for en 700 kg's ko (Volden, 2011), med en antaget foderpris på 1,35 kr./kg tørstof (Sørensen et al., 2018) og en faktor 6,6 NE MJ/kg tørstof (Thøgersen, 2017), se beregninger bilag 1. Omkostninger til opdræt (OO), er vurderet på baggrund af Excel regnearket "Beregning af prisen pr. foderdag på kviehotel" (Martinussen, 2010), som tager højde for alle omkostninger, der er forbundet med opdrætsperioden. Omkostninger til opdræt er i undersøgelsen var 12,74 kr./dag (se beregninger i bilag 2), hvilket resulterer i en gennemsnitlig OO på ~10.400 kr. Prisen på OO er i overensstemmelse med en tidligere undersøgelse af Ancker and Martinussen (2017).

Livstidsindkomsten er ikke korrigeret kapacitetsomkostninger, hvor kapacitetsomkostninger repræsenterer de faste udgifter koen skal "betale" hver dag den står i stalden. Derfor undersøgte vi variabelen:

- Livstidsindkomst - kapacitets omk. (**LI\_kap**) =  $MS - (FO + VO + OO + KAP)$

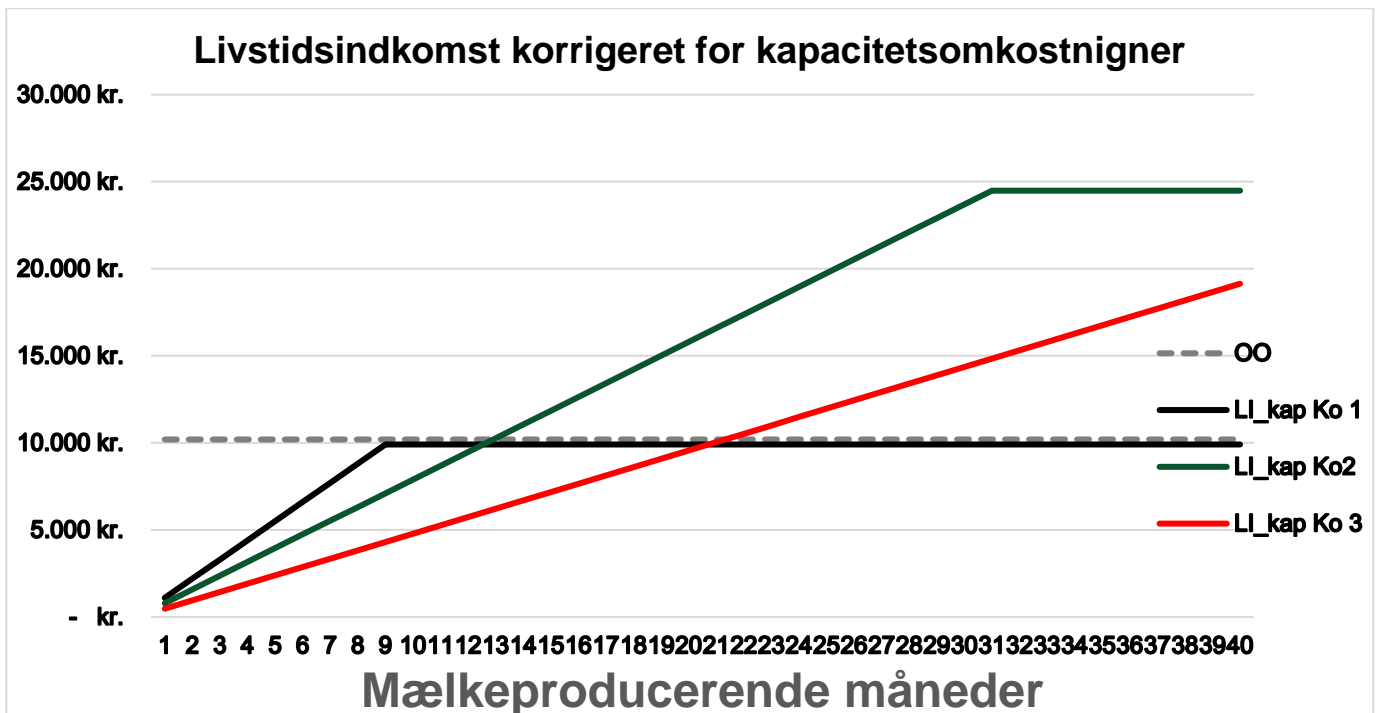
Hvor KAP er kapacitetsomkostninger relateret til malkekøerne på et kvægbrug, som var baseret på den gennemsnitlige krav til dækningsbidraget fra Business check kvæg 2012 til 2016 (Siriwadhanuraks and Oksen, 2017), se beregninger i bilag 3. Dermed ligger vi yderligere en negativ vægt på dage som ko, hvilket i teorien skulle favorisere produktion fremfor holdbarhed.

Til at illustrer forskellen mellem LI og LI\_kap er der opstillet to eksempler i figur 3 og 4. Ko 1 har høj produktion og lav PL, ko 2 med middel ydelse og middel PL og ko 3 med lav ydelse og høj levetid. Ko 3 har den højeste LI værdi på ~51.000 men er kun marginalt bedre end ko 2. Men hvilken ko vil kvægbrugeren helst have? Ko 1 har den laveste LI hvor ko 2 og 3 er på omtrent samme niveau. Til at give et svar på dette har vi beregnet livstidsindkomsten korrigeret for kapacitetsomkostninger for de samme køer i figur 4.



Figur 3. Eksempel på tre forskellige køer og deres livstidsindkomst. Ko 1 levede 9 måneder og ydede 35 kg mælk/dag, Ko 2 levede 31 måneder og ydede 30 kg mælk/dag, Ko 3 levede 40 måneder og ydede 25 kg mælk/dag. LI=livstidsindkomst. Det er forudsat at alle tre køer havde samme kælvningsalder.

Ko 2 har nu den højeste værdi på ~24.000, hvilket er ønskeligt for landmanden. Forskellen mellem LI og LI\_kap er en negativ vægt på PL. Desto højere denne negative vægt er, desto mere sammenhæng vil der være til produktion fremfor holdbarhed.



Figur 4. Eksempel på tre forskellige køer og deres livstidsindkomst korrigeret for kapacitetsomkostninger. Ko 1 levede 9 måneder og ydede 35 kg mælk/dag, Ko 2 levede 31 måneder og ydede 30 kg mælk/dag, Ko 3 levede 40 måneder og ydede 25 kg mælk/dag. OO= opdræts omkostninger, LI\_kap=livstidsindkomst korrigeret for kapacitetsomkostninger. Det er forudsat at alle tre køer havde samme kælvningsalder.

I gennemsnit levede kørerne i undersøgelsen 2,5 år i produktionen og havde en gennemsnitlig livstidsproduktion på 1.866 kg fedt+protein (tabel 5). Dette giver en gennemsnitlig livstidsindkomst på 31.434 kr. hvilket falder til 6.491 kr. når der korrigeres for kapacitetsomkostninger. Den gennemsnitlige pris for at lave et opdræt er 10.361 kr., men med en spredning på 1.083 kr., hvilket betyder at 95 % af dyrene er produceret i spændet fra 8.195 til 12.527 kr.

**Tabel 5. Deskriptiv statistik for variabler inkluderet i varianskomponentanalysen. Gns=gennemsnit, SD=Spredning, PL=Produktiv Levetid, LT=Levetid, FP\_sum=kg fedt+protein i levetiden, FP/dPL=fedt+protein produktionen pr PL, FP/dLT=fedt+protein produktionen pr LT, LI=livstidsindkomst, LI\_kap=LI korrigeret for kapacitetsomkostninger**

<b>Egenskab</b>	<b>Gns.</b>	<b>SD</b>	<b>Min</b>	<b>Maks</b>
<b>Hold3</b>	714	346	0	1.095
<b>PL</b>	941	583	0	4.944
<b>LT</b>	1.755	583	576	5.709
<b>FP_sum</b>	1.866	1.262	0	10854
<b>FP/dPL</b>	1,88	0,43	0	5,25
<b>FP/dLT</b>	0,95	0,41	0	2,54
<b>LI</b>	31.434	28.972	-16.523	245.947
<b>LI_kap</b>	6.491	14.763	-34.354	145.539
<b>Opdrætsomkostninger</b>	10.361	1.083	6.459	16.307
<b>Variable omkostninger, ko</b>	24.650	16.103	0	134.988
<b>Kapacitetsomkostninger, ko</b>	24.943	15.455	0	131.016

### Statistisk analyse

Til beregning af (ko)variens komponenter, anvendtes DMU med brug af en AI-REML proceduren (Madsen and Jensen, 2013). Til beregning af avlsværdital var DMU5 softwaren anvendt, (Madsen and Jensen, 2013).

For alle variabler var følgende model opsætning valgt:

#### Systematiske effekter

- Alder ved 1. kælving (Ikke anvendt for LI og LI\_KAP)
- År x måned for 1. kælving
- Besætning x år for 1. kælving

#### Tilfældige effekter

- Dyr
- Residual

Alle egenskaber var analyseret i bivariat analyser for at bestemme korrelationsstrukturen mellem egenskaberne (større multitrait analyser kunne ikke udføres pga. pladsmangel på

NAV clusteret). Til beregning af input parametre til DMU5 var alle egenskaber kørt som single trait analyser.

**Note:** I opsætningen af DIR filer for LI og LI\_KAP opstod der et problem med og få egenskaben til at konvergere, pga. numeriske størrelser i matricen.

### **Sammenligning af avlsværdital for stambogsførte tyre**

Til at analysere laktationsmæssige ændringer og korrelationsstrukturen mellem NTM egenskaber og livstidsproduktion, anvendte vi avlsværdital fra afprøvede og stambogsførte tyre.

Kravet til de stambogsførte tyre var:

- Minimum sikkerhed på protein indekset 60 %
- Minimum 10 døtre havde passeret 100 dage i første laktation
- Minimum sikkerhed på indeks for metabolisk sygdomme, interval fra kælvning til første inseminering og kropskapacitet på 35 %
- Tyrenes fødselsår var i intervallet 2002-2004 (725 tyre)
- Kvægavlsforeningstyre fra Danmark

Følgende avlsværdital (**EBV**) fra de stambogsførte tyre var anvendt i undersøgelsen:

- NTM og de indekser der indgår i NTM
- Indeks for mælk (**M**), fedt (**F**) og protein (**P**) for første, anden og tredje laktation samt de vægtede indekser
- Ændring i EBV fra paritet til paritet for mælkeproduktionsegenskaberne (positivt tal betyder stigning i indeks til efterfølgende laktation)
  - **$\Delta(\text{MLK}/\text{FAT}/\text{PRO})_{12}$** : differencen i EBV for mælk/fedt/protein mellem første og anden laktation
  - **$\Delta(\text{MLK}/\text{FAT}/\text{PRO})_{23}$** : differencen i EBV for mælk/fedt/protein mellem anden og tredje laktation
- Livstidsegenskaberne **FP\_sum** og **LI\_KAP**
- Sekundære egenskaber på laktations niveau for frugtbarhed, mastitis, klovsundhed og generel sundhed.

## Korreleret respons i livstidsydelsen ved selektion for NTM

Det forventede respons for livstidsydelse ved selektion for NTM er beregnet ved (Falconer et al., 1996):

$$\Delta G_{(FP\_sum|NTM)\text{år}} = \frac{(\sum_{j=1}^{n=3} i \times r_{IA(NTM)}) \times r_{G(FP\_sum,NTM)} \times \sigma_A(FP\_sum)}{(\sum_{j=1}^{n=3} L_j)}$$

hvor:

$\Delta G_{(FP\_sum|NTM)\text{år}}$  er den avlsmæssige avlsfremgang per år,

$i$  er selektionsintensiteten for hhv. fædre til tyre/mødre, tyremødre og mødre til mødre på 1,76, 1,4 og 0,5.

$r_{IA(NTM)}$  er sikkerheden på genomiske avlsværdital (reliability var 0,7),

$r_{G(FP\_sum, NTM)}$  er den genetiske korrelation,

$\sigma_A(FP\_sum)$  er den additive genetiske spredning,

$L$  er generationsintervallet for hhv. fædre til tyre/mødre, tyremødre og mødre til mødre på 3, 3 og 4 år.

De anvendte parametre til beregning af den forventede genetiske fremgang for livstidsproduktion er baseret på Thomasen et al. (2016) og resultater fra dette studie.

## Resultat og diskussion

### Varians komponenter

Generelt er arvbarheden for alle egenskaber i undersøgelsen på et moderat lavt niveau (0,10 – 0,15) (tabel 6). Den genetiske korrelationsstruktur viser, at FP\_sum er genetisk højt korreleret til holdbarhedsegenskaberne HOLD3, PL og LT (0,93-0,96). Den genetiske korrelation mellem FP\_SUM og FP/dPL var moderat høj (0,65), og viser at FP\_sum både er genetisk korreleret til ydelse og holdbarhed. Livstidsindkomsten er næsten den samme egenskab som FP\_sum, idet den fænotypiske og genetiske korrelation er næsten 1. Korri-geres LI for kapacitetsomkostningerne, er der en høj genetisk korrelation til FP\_sum (0,92), men den genetiske korrelation fra LI\_kap til holdbarhedsegenskaberne er mindre (0,73-0,77) end mellem FP\_sum og holdbarhedsegenskaberne (0,93-0,96). I forlængelse er den genetiske korrelation mellem LI\_kap og FP/dPL højere (0,84) end den genetiske korrelation mellem FP\_sum og FP/dPL (0,65). Disse resultater indikerer at LI\_kap i højere grad fra et

genetisk synspunkt er påvirket af produktion sammenlignet med FP\_sum. Dette var forventet pga. definitionen af LI\_kap, hvor der er stor negativ vægt PL som illustreret i figur 3 & 4.

**Tabel 6. Heritabiliteter på diagonalen, fænotypisk korrelation under diagonalen og genetiske korrelationer over diagonalen. I parentes er middelfejlen præsenteret. HOLD3 = Holdbarhedsmålet i avlsværdiurderingen, PL= Produktionslevetid, LT=Levetid, F\_Psum = livsydelsen i kg værdistof, FP/dPL = produceret kg værdistof per dag i produktionslevetiden, FP/dLT = produceret kg værdistof per dag i levetiden.**

	<i>HOLD3</i>	<i>PL</i>	<i>LT</i>	<i>FP_sum</i>	<i>FP/dPL</i>	<i>FP/dLT</i>	<i>LI</i>	<i>LI_kap</i>
<i>HOLD3</i>	<b>0,10 (0,004)</b>	0,98 (0,003)	0,98 (0,003)	0,93 (0,006)	0,41 (0,02)	0,85 (0,008)	0,91 (0,006)	0,73 (0,01)
<i>PL</i>	0,87	<b>0,12 (0,005)</b>	0,99 (0,000)	0,96 (0,002)	0,44 (0,02)	0,88 (0,006)	0,94 (0,003)	0,77 (0,01)
<i>LT</i>	0,87	0,99	<b>0,12 (0,005)</b>	0,96 (0,002)	0,44 (0,02)	0,88 (0,006)	0,94 (0,003)	0,77 (0,01)
<i>FP_sum</i>	0,84	0,98	0,98	<b>0,12 (0,005)</b>	0,65 (0,02)	0,97 (0,02)	0,998 (0,0001)	0,92 (0,004)
<i>FP/dPL</i>	0,46	0,42	0,42	0,50	<b>0,15 (0,005)</b>	0,81 (0,01)	0,69 (0,02)	0,84 (0,01)
<i>FP/dLT</i>	0,89	0,89	0,89	0,92	0,68	<b>0,13 (0,005)</b>	0,98 (0,002)	0,97 (0,003)
<i>LI</i>	0,83	0,97	0,97	0,999	0,51	0,93	<b>0,13 (0,005)</b>	0,94 (0,003)
<i>LI_kap</i>	0,73	0,87	0,87	0,95	0,57	0,90	0,96	<b>0,15(0,005)</b>

Sammenlignes resultaterne fra denne undersøgelse med studierne af El-Saied et al. (2005) og Jairath et al. (1995) er der generelt set en god overensstemmelse på de genetiske parametre. Arvbarheden for FP\_sum er i denne undersøgelse 0,12, hvor Jairath et al. (1995) og El-Saied et al. (2005) estimerede arvbarheden til hhv. 0,11-0,12 og 0,12. Arvbarhederne for ratioegenskaberne produktion per PL eller LT er moderat lave (0,13–0,18) i denne undersøgelse, hvorimod Jairath et al. (1995) estimerede moderate arvbarheder for produktionen per PL (0,28-0,30), hvilket er på niveau med arvbarheden for ydelsesegenskaber i avlsværdiurderingen i NAV (SEGES Cattle, 2015/16). Arvbarheden for holdbarhed, defineret som PL, er i denne undersøgelse, Jairath et al. (1995) og El-Saied et al. (2005) på et lavt niveau (0,05 - 0,12).

Den genetiske korrelationsstruktur i denne undersøgelse og El-Saied et al. (2005), viser at livstidsproduktion er højt genetisk korreleret til holdbarhed (>0,88). Ydermere viser korrelationerne, at livstidsproduktion er genetisk korreleret til produktion per PL med 0,61-0,65. Den genetiske korrelation mellem livstidsproduktion og produktion per LT er >0,97. Denne forskel for ratioegenskabernes korrelation til FP\_sum skyldes, at produktionen per LT er højt genetisk korreleret til holdbarhedsegenskaberne (>0,85) hvilket ikke er tilfældet for produktionen per PL (0,41-0,44).

Resultaterne fra denne undersøgelse og studierne af Jairath et al. (1995) og El-Saied et al. (2005) viser store ligheder for arvbarhederne for livstidsproduktions-, holdbarheds- og produktionsegenskaber, samt den genetiske korrelationsstruktur mellem egenskaberne. Dette

til trods for at El-Saied et al. (2005) foretog analyserne på malkefår og Jairath et al. (1995) er et studie af ældre karakter. Det havde dog været ønskværdigt med flere genetisk relaterede studier for livstidsegenskaber på malkekvæg.

### **Sammenhængen mellem laktationsmæssig ændringer og livstidsproduktion**

Der er negative korrelationer mellem ændring i EBV fra første paritet til anden paritet for M, F og P-indekset til indekserne for M, F, og P i første laktation (-0,18 til -0,23) (Tabel 7). Dermed vil en tyr med et højt EBV for produktion i første laktation forventes og falde i EBV for M, F eller P til anden og tredje laktation.

Korrelationen mellem ændring i EBV'er fra første paritet til anden paritet for M, F og P-indekset til indekserne for M, F og P i anden laktation er moderat lave (0,21 til 0,26). Dermed har en stigning i EBV fra første til anden en gunstig sammenhæng til niveauet for M, F og P-indekset i anden laktation. Ændringen i EBV fra anden til tredje laktation er dog ikke korreleret til niveauet i anden laktation for fedt og protein.

Korrelation er moderat og gunstig mellem ændringer i EBV fra paritet til paritet for M, F og P til indekser for M, F og P i tredje laktation (0,26 til 0,38). Dermed er der en gunstig sammenhæng mellem ændring i EBV'er for produktionsegenskaberne og niveauet for indekserne i tredje laktation. Sammenhængen mellem ændring i EBV'er og de vægtede M, F og P-indekser viser ingen/lave sammenhænge.

Korrelationerne mellem EBV'er for FP\_sum og ændring i EBV'er for M, F og P-indekserne er moderate og gunstige (0,24-0,46). Dette betyder, at tyre med høje EBV'er for FP\_sum forventes at have stigning i EBV'er for M, F og P-indekserne til senere pariteter. En anden måde og betragte dette på, er korrelationerne mellem EBV'er for FP\_sum til M, F og P-indekserne på laktationsniveau. Disse korrelationer er stigende med stigende laktationsnummer, fra 0,20-0,34 i første laktation, 0,35-0,51 i anden laktation og 0,41-0,57 i tredje laktation.

I de vægtede indekser for M, F og P, er der hovedsageligt vægt på første laktations EBV'er (figur 1). De præsenterede resultater i Tabel 7 viser, at et højt niveau for produktion i første laktation er ugunstigt korreleret til ændring i EBV'er til senere laktationer. Derudover er korrelationerne mellem EBV'er for FP\_sum til EBV'er for M, F og P-indekserne på laktationsniveau stigende med stigende paritetsnummer. En øget vægt på anden og tredje laktations EBV'er i de vægtede indekser for M, F og P vil potentielt kunne øge korrelationen mellem produktion og FP\_sum.



Tabel 7. Korrelationer mellem ændringerne i EBV ( $\Delta$ MLK/FAT/PRO12 = ændring i EBV fra første til anden laktation,  $\Delta$ MLK/FAT/PRO13 = ændring i EBV fra første til tredje laktation,  $\Delta$ MLK/FAT/PRO23 = ændring i EBV fra anden til tredje laktation) til laktations EBV'er og FP\_sum = indeks for livstidsydelse i fedt+protein.

	1 lakt. Indeks	2 lakt. indeks	3 lakt. indeks	Vægtet indeks	FP_sum
<b><math>\Delta</math>MLK12</b>	-0,19***	0,22***	0,26***	0,03	0,37***
<b><math>\Delta</math>MLK13</b>	-0,13***	0,24***	0,36***	0,08*	0,46***
<b><math>\Delta</math>MLK23</b>	0,05	0,15***	0,35***	0,14***	0,38***
<b><math>\Delta</math>FAT12</b>	-0,23***	0,22***	0,27***	0,006	0,33***
<b><math>\Delta</math>FAT13</b>	-0,21***	0,21***	0,34***	0,03	0,37***
<b><math>\Delta</math>FAT23</b>	-0,05	0,06	0,28***	0,05	0,24***
<b><math>\Delta</math>PRO12</b>	-0,18***	0,26***	0,33***	0,06	0,42***
<b><math>\Delta</math>PRO13</b>	-0,18***	0,23***	0,38***	0,06	0,46***
<b><math>\Delta</math>PRO23</b>	-0,09*	0,07	0,30***	0,04	0,33***
<b>FP_sum</b>	0,20***	0,35***	0,41***	0,30***	1,00
	0,26***	0,42***	0,45***	0,36***	
	0,34***	0,51***	0,57***	0,45***	

\*P <0,05 \*\*P <0,01 \*\*\* P <0,001

### Sammenhængen mellem laktationsmæssige ændringer, NTM egenskaber og livstidsproduktion

Korrelationerne mellem EBV'er for laktationsmæssig ændringer, FP\_sum og LI\_kap til NTM egenskaberne er præsenteret i Tabel 8. Resultaterne viser, at sammenhængen mellem ændring i EBV'er fra paritet til paritet for M, F og P til NTM er moderate (0,23 til 0,40). Dermed har tyre med høje EBV'er for NTM en gunstig sammenhæng til positive ændringer i EBV'er fra paritet til paritet for M, F og P fra første til senere laktationer. Korrelationen mellem ændring i EBV'er for M, F og P til Y-indekset er lave hvilket var forventet, da korrelationerne mellem de vægtede M, F og P indekser og ændring i EBV'er er lave (Tabel 7). Dette er en konsekvens af den store vægt på første laktationsydelsen, hvor en større vægt på senere laktationer potentielt vil kunne øge korrelationen mellem ændring i EBV'er for M, F og P til Y-indekset.

Der er en moderat og gunstig korrelation mellem ændring i EBV'er fra paritet til paritet for M, F og P til indeks for mastitis, generel sundhed, holdbarhed og malkeorganer. Dette betyder, at tyre med høje EBV'er for mastitis, generel sundhed, holdbarhed og malkeorganer

forventes at stige i EBV for M, F og P til senere pariteter. Dermed kræves en sund og holdbar ko fra et genetisk synspunkt for at stige i produktion til senere pariteter.

I en dansk undersøgelse fra 1990 fandt Pedersen and Nielsen (1990) en moderat lav og gunstig korrelation mellem holdbarhed og ydelsesstigningen (i mælk, fedt og protein) fra 1. til 2. laktation (0,16-0,19) og ydelsesstigningen, fra 1. til 3. laktation (0,16-0,27). Disse resultater er i overensstemmelse med resultaterne fra denne undersøgelse (tabel 7), men er dog baseret på fænotypisk korrigeret data, hvorfor metoden ikke er 100 % identisk.

Der er en stærk og gunstig korrelation fra NTM til FP\_sum og LI\_kap (0,77-0,78), hvilket betyder, at selektion for NTM har et stærkt respons i FP\_sum og LI\_kap.

Korrelationen mellem FP\_sum og Holdbarhed er gunstig og højt korreleret (0,87), mens korrelationen mellem FP\_sum og Y-indekset er moderat (0,46). For LI\_kap er korrelationen over til holdbarhed høj og gunstig (0,75), mens korrelationen til Y-indekset også er høj og gunstig (0,68). Disse korrelationer var forventelige pga. definitionen af LI\_kap, hvor der er en negativ vægt på dage i mælkeproduktionen. Derfor vil dyr, som lever længe med lav produktion ikke favoriseres i lige så høj grad som for FP\_sum, som illustreret i figur 3 & 4. En interessant betragtning er den moderat lave og negative korrelation fra kropskapacitet til FP\_sum og LI\_kap (-0,11 til -0,18), der indikerer, at Holstein kørerne bør avles mindre ud fra et livstids perspektiv.

**Tabel 8. Korrelationer mellem ændringerne i EBV fra første paritet til senere pariteter for produktionsegenskaberne og egenskaber i avlsmålet.  $\Delta$ MLK/FAT/PRO12 = ændring i EBV fra første til anden laktation,  $\Delta$ MLK/FAT/PRO13 = ændring i EBV fra første til tredje laktation,  $\Delta$ MLK/FAT/PRO23 = ændring i EBV fra anden til tredje laktation, NTM=Nordic Total Merit, Y=Y-indeks, Frugt=Frugtbarhed, Fød=Fødsel, Kælv=Kælvning, Mast=Yversundhed, GH=generel sundhed, Klov=Klovsundhed, Hold=Holdbarhed, YS=ungdyroverlevelse, Krop=Kropskapacitet, Ben=Lemmer, MS=Malketid, Temp=Temperament, FP\_sum = indeks for livstidsydelse i fedt+protein, LI\_kap=indeks for livstidsindkomst korrigeret for kapacitetsomkostninger.**

	<b>NTM</b>	<b>Y</b>	<b>Vækst</b>	<b>Frugt</b>	<b>Fød</b>	<b>Kælv</b>	<b>Mast</b>	<b>GH</b>	<b>Klov</b>	<b>Hold</b>	<b>YS</b>	<b>Krop</b>	<b>Ben</b>	<b>Yver</b>	<b>MS</b>	<b>Temp</b>
<b><math>\Delta</math>MLK12</b>	0,27***	0,04	0,05	0,07	0,05	0,07	0,32***	0,19***	0,02	0,31***	0,07	-0,10**	0,12**	0,21***	-0,16***	-0,12**
<b><math>\Delta</math>MLK13</b>	0,36***	0,10**	0,03	0,10**	0,07	0,07	0,36***	0,26***	0,08*	0,41***	0,02	-0,08*	0,14***	0,25***	-0,15***	-0,07
<b><math>\Delta</math>MLK23</b>	0,32***	0,15***	-0,04	0,10**	0,07	0,03	0,25***	0,26***	0,15***	0,37***	-0,08*	-0,01	0,12***	0,18***	-0,05	0,05
<b><math>\Delta</math>FAT12</b>	0,25***	-0,02	0,02	0,07	0,06	0,03	0,35***	0,22***	0,06	0,29***	0,07	-0,14***	0,11**	0,26***	-0,15***	-0,09*
<b><math>\Delta</math>FAT13</b>	0,30***	0,0	-0,01	0,09*	0,08*	0,03	0,39***	0,28***	0,10**	0,35***	0,03	-0,11**	0,13***	0,29***	-0,14***	-0,04
<b><math>\Delta</math>FAT23</b>	0,23***	0,04	-0,05	0,08*	0,07	0,03	0,24***	0,25***	0,12***	0,27***	-0,07	0,01	0,10**	0,18***	-0,05	0,07*
<b><math>\Delta</math>PRO12</b>	0,34***	0,13***	0,06	0,07	0,08*	0,03	0,34***	0,23***	0,08*	0,34***	0,07	-0,14***	0,11**	0,21***	-0,11**	-0,10**
<b><math>\Delta</math>PRO13</b>	0,40***	0,15***	0,02	0,08*	0,09*	0,02	0,39***	0,28***	0,13***	0,40***	0,03	-0,12***	0,12***	0,26***	-0,08*	-0,05
<b><math>\Delta</math>PRO23</b>	0,33***	0,12**	-0,06	0,08*	0,08*	-0,01	0,30***	0,26***	0,18***	0,33***	-0,05	-0,03	0,10**	0,24***	0,01	0,06
<b>FP_sum</b>	0,77***	0,46***	0,10**	0,30***	0,23***	0,17***	0,39***	0,47***	0,30***	0,87***	0,15***	-0,18***	0,13***	0,18***	0,04	-0,08*
<b>LI_kap</b>	0,78***	0,68***	0,18***	0,20***	0,20***	0,11***	0,28***	0,38***	0,27***	0,75***	0,10**	-0,11**	0,06	0,10***	0,06	-0,07
<b>Hold</b>	0,77***	0,24***	0,04	0,47***	0,25***	0,21***	0,44***	0,57***	0,31***	1,00	0,20***	-0,22***	0,17***	0,25***	0,02	-0,03

\*P <0,05 \*\*P <0,01 \*\*\* P <0,001

### **Sammenhængen mellem livstidsproduktion og eksteriøregenskaber**

For at kunne analysere hvilke eksteriøregenskaber, der har betydning for livstidsproduktionen, beregnede vi korrelationer mellem EBV'er for de lineære registreringer til FP\_sum, LI\_kap og holdbarhedsindekset. Alle EBV'er for de lineære egenskaber er plottet mod FP\_sum i bilag 7. For kropsegenskaberne er krydshøjde, kropsdybde og malkepræg ugunstig og moderat lavt korreleret til FP\_sum, LI\_kap og holdbarheds indekset. Korrelationerne mellem LI\_kap og de nævnte kropsegenskaber er lavere end for FP\_sum og holdbarhed. Dette kan formodentlig forklares af en større korrelation mellem EBV'er for Y-indekset og LI\_kap (tabel 8), hvor Y-indekset er moderat gunstigt korreleret til kropskapacitet (0,18) (SEGES Cattle, 2015/16). For lemmer er der kun fundet en mindre effekt af hasekvalitet og knoglebygning, hvilket betyder at der i nogen grad kræves rene og fine lemmer for at opnå en høj FP\_sum og LI\_kap.

Korrelationerne mellem EBV'er for FP\_sum og holdbarhed til indeks for malkeorganer er gunstig og moderat lav, hvor korrelationen er lavere mellem LI\_kap og malkeorganer. Denne forskel kan formodentlig forklares af korrelationen mellem Y-indekset og malkeorganer på -0,24 (SEGES Cattle, 2015/16). Ved at LI\_kap er højere korreleret til Y-indekset og lavere korreleret til holdbarheds indekset end FP\_sum, kan dette forklarer forskellen i korrelationen til indeks for malkeorganer.

De yveregenskaber, der har størst sammenhæng over til FP\_sum og holdbarhed er bagpattestand og yverdybde, hvor der er en gunstig og moderat lav korrelation. Dette betyder, at tyre der avler døtre med mere vidtstillet bagpattestilling og højere ansatte yvre har tendens til at avle mere holdbare døtre, der har en større livstidsproduktion.

Tabel 9. Korrelationer mellem EBV'er for lineære eksteriøregenskaber, FP\_sum, LI\_kap og holdbarhed. FP\_sum = indeks for livstidsydelse i fedt+protein, LI\_kap=indeks for livstidsindkomst korrigeret for kapacitetsomkostninger.

<b>Egenskab</b>	<b>FP_sum</b>	<b>LI_kap</b>	<b>Holdbarhed</b>
<b>Kropskapacitet</b>	<b>-0,18***</b>	<b>-0,11**</b>	<b>-0,22***</b>
Krydshøjde	-0,14 ***	-0,10**	-0,15***
Kropsdybde	-0,16***	-0,11**	-0,21***
Brystbredde	0,0	0,01	0,02
Malkepræg	-0,20***	-0,14***	-0,28***
Overlinje	0,0	0,0	0,0
Krydsbredde	-0,08*	-0,03	-0,08*
Krydsretning	0,06	0,05	0,06
<b>Lemmer</b>	<b>0,13***</b>	<b>0,06</b>	<b>0,17***</b>
Hasevinkel	-0,07	-0,07	-0,0
Hasestilling	-0,02	-0,06	0,02
Hasekvalitet	0,17***	0,12**	0,19***
Knoglebygning	0,16***	0,10**	0,16***
Klovhældning	-0,01	0,0	0,0
<b>Malkeorganer</b>	<b>0,18***</b>	<b>0,10**</b>	<b>0,25***</b>
Foryvertilhæftning	0,09*	0,06	0,14***
Bagyverbredde	-0,04	0,02	-0,05
Bagyverhøjde	0,04	0,06	0,02
Yverbånd	-0,06	-0,09*	-0,03
Yverdybde	0,15***	0,06	0,21***
Yverbalance	0,05	0,02	0,01
Pattelængde	0,07*	0,06	0,10**
Pattetykkelse	-0,08*	-0,05	-0,08*
Forpatteafstand	-0,06	-0,07	-0,06
Bagpatteafstand	-0,17***	-0,15***	-0,17***

\*P <0,05 \*\*P <0,01 \*\*\* P <0,001

### Sammenhængen mellem laktationsmæssige ændringer og funktionelle egenskaber

Af resultaterne i Tabel 8 ses, at frugtbarhed har lav sammenhæng til ændring i EBV fra paritet til paritet for M, F og P, men sammenhængen til FP\_sum og LI\_kap var moderat høj og gunstig. Dette er belyst nærmere i Tabel 10, hvor korrelationerne mellem ændring i EBV'er for M, F og P er sammenlignet med frugtbarhedsegenskaberne første til sidste inseminering (**FSI**) og kælvning til første inseminering (**KFI**) på laktationsniveau. Der er en lav og gunstig sammenhæng mellem EBV'er for FSI i første laktation og ændring i EBV fra paritet til paritet for M, F og P indekset (0,08 til 0,14). Denne effekt er ikke fundet mellem FSI i senere laktationer og ændring i EBV'er for M, F og P. Korrelationen mellem EBV'er for FP\_sum og LI\_kap til EBV'er FSI i første, anden og tredje laktation er moderat lave (0,19-0,34), hvilket resulterer i en korrelation mellem vægtede FSI indeks på hhv. 0,31 og 0,21 til FP\_sum og LI\_kap.

Sammenhængen mellem ændring i EBV'er fra paritet til paritet for M, F og P indekserne til KFI i første, anden og tredje laktation er gunstige og (moderat) lave (0,10 – 0,26). Dermed er der en gunstig sammenhæng mellem stigning i EBV fra paritet til paritet for produktionsegenskaberne og evnen til hurtigt at komme i brunst. Dette afspejles også i korrelationerne til det vægtede indeks for KFI og ændring i EBV'er for M, F og P indekserne (0,11 – 0,23). Som for FSI er der en gunstig og moderat lav korrelation mellem EBV'er for KFI til FP\_sum og LI\_kap på hhv. 0,29 og 0,20.

**Tabel 10. Korrelationer mellem ændringerne i EBV fra første paritet til senere pariteter for produktionsegenskaberne og frugtbarhedsegenskaber på laktationsniveau.  $\Delta$ MLK/FAT/PRO12 = ændring i EBV fra første til anden laktation,  $\Delta$ MLK/FAT/PRO13 = ændring i EBV fra første til tredje laktation,  $\Delta$ MLK/FAT/PRO23 = ændring i EBV fra anden til tredje laktation, FSI=dage fra første til sidste inseminering, KFI=dage fra kælvning til første inseminering, FP\_sum = indeks for livstidsydelse i fedt+protein, LI\_kap=indeks for livstidsindkomst korrigeret for kapacitetsomkostninger. 1,2,3 repræsenterer laktationsnummer for frugtbarhedsegenskaberne.**

	<b>FSI1</b>	<b>FSI2</b>	<b>FSI3</b>	<b>FSI indeks</b>	<b>KFI1</b>	<b>KFI2</b>	<b>KFI3</b>	<b>KFI indeks</b>
<b><math>\Delta</math>MLK12</b>	0,12**	0,02	-0,01	0,06	0,24***	0,13***	0,15***	0,19***
<b><math>\Delta</math>MLK13</b>	0,14***	0,04	0,02	0,09*	0,23***	0,15***	0,17***	0,20***
<b><math>\Delta</math>MLK23</b>	0,11**	0,07	0,07*	0,09*	0,10**	0,11**	0,12***	0,11**
<b><math>\Delta</math>FAT12</b>	0,11**	0,02	0,0	0,07	0,26***	0,17***	0,19***	0,23***
<b><math>\Delta</math>FAT13</b>	0,12**	0,04	0,03	0,08*	0,26***	0,19***	0,21***	0,23***
<b><math>\Delta</math>FAT23</b>	0,07	0,06	0,07	0,07	0,10**	0,12**	0,13***	0,11**
<b><math>\Delta</math>PRO12</b>	0,11**	0,02	0,0	0,07	0,23***	0,14***	0,17***	0,20***
<b><math>\Delta</math>PRO13</b>	0,12**	0,04	0,02	0,08*	0,23***	0,17***	0,20***	0,21***

<b><math>\Delta</math>PRO23</b>	0,08*	0,05	0,05	0,07	0,14***	0,15***	0,17***	0,15***
<b>FP_sum</b>	0,34***	0,28***	0,26***	0,31***	0,27***	0,30***	0,30***	0,29***
<b>LI_kap</b>	0,24***	0,19***	0,16***	0,21***	0,18***	0,20***	0,21***	0,20***

\*P <0,05 \*\*P <0,01 \*\*\* P <0,001

Korrelationerne mellem EBV'er for FP\_sum og EBV'er for mastitis på laktations niveau er moderate (0,36-0,39), hvor disse korrelationer er mindre mellem LI\_kap og mastitis (0,25-0,29) (Tabel 11). Korrelationerne mellem EBV'er for FP\_sum og EBV'er for general sundhedsegenskaber på laktationsniveau er gunstige og moderate (0,26-0,46).

**Tabel 11. Korrelationer mellem FP\_sum og LI\_kap til avlsværdital for sundhedsegenskaber på laktationsniveau. FP\_sum = indeks for livstidsydelse i fedt+protein, LI\_kap=indeks for livstidsindkomst korrigeret for kapacitetsomkostninger, Mast=yverbetændelse (binær), SCS= celletal, TRL=tidlig reproduktionslidelser, SRL= sene reproduktionslidelser, KET=ketose, MB=metaboliske lidelser uden ketose, LEL=lemmelidelser ikke relateret til klove.**

Egenskab	FP_sum				LI_kap			
	1	2	3	Indeks	1	2	3	Indeks
<b>Yversundhed</b>								
Mast	0,36***	0,38***	0,39***	0,39***	0,25***	0,28***	0,29***	0,28***
SCS				0,34***				0,26***
<b>GH</b>				0,47***				0,38***
TRL	0,35***	0,33***	0,33***	0,35***	0,29***	0,26***	0,26***	0,29***
SRL	0,35***	0,28***	0,24***	0,32***	0,25***	0,19***	0,16***	0,22***
KET	0,26***	0,37***	0,31***	0,32***	0,23***	0,36***	0,32***	0,31***
MB	0,41***	0,38***	0,26***	0,37***	0,35***	0,33***	0,22***	0,32***
LEL	0,46***	0,39***	0,43***	0,44***	0,35***	0,30***	0,33***	0,34***

\*P <0,05 \*\*P <0,01 \*\*\* P <0,001

Kan viden om korrelationsstrukturen mellem den laktationsmæssige ændring fra paritet til paritet for ydelsesegenskaberne, FP\_sum, LI\_kap og forskellige NTM egenskaber på laktationsniveau anvendes?

Overordnet set viser resultaterne, at den laktationsmæssige ændring og de funktionelle egenskaber er gunstigt korreleret til FP\_sum og LI\_kap. Ydermere giver resultaterne ikke umiddelbart anledning til at ændre ved det nuværende avlsmål pga. den høje korrelation mellem NTM, FP\_sum og LI\_kap. Resultaterne fra denne undersøgelse viser, at det nuværende avlsmål allerede resulterer i dyr med større livstidsproduktions og livstidsindkomsts potentiale. Ønskes en specifik forbedring af kan dette muligvis opnås ved at ændre vægtningen af EBV'er fra de forskellige pariteter. Desuden kan man også undersøge, hvilke egenskaber der bidrager til en høj livstidsydelse, og anvende den viden i insemineringsplanen, hvis kvægbrugeren ønsker dette.

### **Hvilke egenskaber har betydning for livstidsegenskaber?**

En regressions analyse på FP\_sum med alle NTM egenskaber som forklarende variabler (Tabel 12) viser hvilke NTM egenskaber, der har betydning for FP\_sum. Hvis alle NTM egenskaber inkluderes i modellen opnås en forklaringsgrad ( $r^2$ ) på 0,83 af modellen. Estimerne for holdbarhed og Y-indekset forklarer en meget stor andel af variationen for FP\_sum. De funktionelle egenskaber forklarer en mindre andel af FP\_sum. Dermed forklarer indeks for holdbarhed en stor del af variation mellem de funktionelle egenskaber og FP\_sum.

Denne problemstilling er også tilstede i fastsættelse af avlsmålet NTM, hvor løsningen er transformering af indekxvægt fra holdbarhedsindekset til de funktionelle egenskaber som er korreleret til holdbarhedsindekset. En regressionsanalyse uden holdbarhed resulterede i at  $r^2$  faldt til 0,60 for modellen. Y-indekset har nu den største effekt på FP\_sum, hvor indekserne for mastitis og generel sundhed har en relativ effekt til Y-indekset på hhv. 0,45 og 0,31. Med en lidt lavere effekt er frugtbarhed, klovsundhed, lemmer og malkeorganer, som variere fra 0,14-0,25 relativt Y-indekset. Et interessant resultat er den relative negative effekt af kropskapacitet på -0,22.

Resultaterne viser i tråd med andre resultater i denne undersøgelse at selektion baseret på NTM øger livstidsproduktion (Tabel 12). Grunden til der ikke er en effekt af eksempelvis vækst-indekset er, at denne ikke direkte bidrager til øget holdbarhed eller øget mælkeproduktion, men alligevel er med til at maksimere profitten. Hvis man ønsker at gøre noget



anderledes fra avlsmålet kunne man i insemineringsplanen tillægge kropskapacitet en negativ vægt. I forlængelse af den diskussion har vi i Tabel 13 beregnet effekten af de lineære egenskaber på FP\_sum.

**Tabel 12. Regressions analyse af FP\_sum med NTM egenskaberne som de uafhængige variabler. Analyserne er kørt hhv. med indeks for holdbarhed og uden indeks for holdbarhed.**

<b>Indekser</b>	<b>"Fuld" NTM model</b>	<b>Uden holdbarhed</b>
	<b>Estimat</b>	<b>Estimat</b>
<b>Y-indeks</b>	0,38***	0,71***
<b>Vækst</b>	0,0	0,01
<b>Frugtbarhed</b>	-0,07***	0,18***
<b>Fødsel</b>	0,01	0,05
<b>Kælvning</b>	0,02	0,09***
<b>Mastitis</b>	0,09***	0,32***
<b>Generel sundhed</b>	0,0	0,22***
<b>Klovsundhed</b>	0,03	0,15***
<b>Holdbarhed</b>	0,89***	-
<b>Ungdyroverlevelse</b>	-0,03	-0,01
<b>Kropskapacitet</b>	-0,04	-0,16***
<b>Lemmer</b>	0,01	0,10***
<b>Malkeorganer</b>	0,02	0,14***
<b>Malketid</b>	0,0	0,03
<b>Temperament</b>	-0,06**	-0,01
<b>r<sup>2</sup> for model</b>	0,84	0,60

\*P <0,05 \*\*P <0,01 \*\*\* P <0,001

De lineære egenskaber alene forklarer en meget lille del af variationen for FP\_sum ( $r^2=0,15$ ), hvor de mest betydende egenskaber er krydshøjde (større køer hænger giver mindre livs-ydelse), brystbredde, krydsretning, hasekvalitet, pattelængde, pattetykkelse og bagpatte-placering (Tabel 13). Inkluderes Y-indekset i modellen, stiger forklaringsgraden væsentligt ( $r^2=0,44$ ).

I den fulde model med alle NTM egenskaber og lineære egenskaber er  $r^2$  ( $r^2=0,84$ ) og marginalt større end den tilsvarende model i Tabel 12. I den fulde model er der kun mindre effekter af at inkludere yverdybde, yverbalance og en negativ vægt på krydshøjde. Dermed har de lineære eksteriøregenskaber kun en marginal indflydelse på FP\_sum, hvis alle NTM egenskaber er inkluderet i prædiktionen af FP\_sum.

Hvis holdbarhed udelades fra regressionsanalysen, som gjort ovenstående, er niveauet for estimerne for NTM egenskaberne omtrent på det samme som for den tilsvarende model i

Tabel 12. For de lineære egenskaber er der en større ugunstig effekt for krydshøjde og en større gunstig effekt af yverdybde sammenlignet med den fulde model. Desuden var der mindre effekter af krydsretning, hase kvalitet, pattelængde og bagpatteplacering sammenlignet med den fulde model. De større effekter af krydshøjde og yverdybde var forventet pga. korrelationsstrukturen for holdbarhed til krydshøjde og yverdybde (Tabel 9).

Tabel 13. Regressions analyse af FP\_sum med NTM- og lineære egenskaber som de uafhængige variable. Analyserne er kørt hhv. med indeks for holdbarhed og uden indeks for holdbarhed.

Indekser	Ingen NTM egenskaber	Kun Y-indeks	"Fuld" NTM model	Uden holdbarhed
<b>Y-indeks</b>	-	0,80***	0,39***	0,73***
<b>Vækst</b>	-	-	0,02	0,01
<b>Frugtbarhed</b>	-	-	-0,06**	0,19***
<b>Fødsel</b>	-	-	0,00	0,02
<b>Kælvning</b>	-	-	0,04	0,09**
<b>Mastitis</b>	-	-	0,08**	0,30***
<b>Generel sundhed</b>	-	-	-0,01	0,20***
<b>Klovsundhed</b>	-	-	0,02	0,13***
<b>Holdbarhed</b>	-	-	0,89***	-
<b>Ungdyroverlevelse</b>	-	-	-0,04*	0,0
<b>Malketid</b>	-	-	0,00	0,02
<b>Temperament</b>	-	-	-0,06*	-0,01
<b>Krydshøjde</b>	-0,23**	-0,21***	-0,07*	-0,19***
<b>Kropsdybde</b>	-0,13	-0,05	0,00	-0,04
<b>Brystbredde</b>	0,20**	0,14*	0,02	0,04
<b>Malkepræg</b>	-0,05	-0,15*	0,05	0,04
<b>Overlinje</b>	0,03	0,04	0,02	-0,04
<b>Krydsbredde</b>	-0,01	-0,04	-0,03	-0,03
<b>Krydsretning</b>	0,09*	0,11**	0,03	0,10***
<b>Hasevinkel</b>	-0,06	-0,03	-0,02	-0,01
<b>Hasestilling</b>	-0,02	0,06	0,00	0,05
<b>Hasekvalitet</b>	0,19**	0,18***	0,01	0,09*
<b>Knoglebygning</b>	0,10	0,09	0,02	0,05
<b>Klovhældning</b>	-0,01	0,00	-0,01	0,0
<b>Foryver</b>	0,10	0,05	-0,05	0,02
<b>Bagyverhøjde</b>	0,14	-0,04	-0,02	-0,03
<b>Bagyverbredde</b>	-0,10	-0,03	0,02	0,0
<b>Yverbånd</b>	-0,02	0,08	-0,01	0,01
<b>Yverdybde</b>	0,08	0,35***	0,08*	0,18***
<b>Yverbalance</b>	-0,02	-0,02	0,04*	0,04
<b>Pattelængde</b>	0,17**	0,15***	-0,01	0,08*
<b>Pattetykkelse</b>	-0,12**	-0,09**	0,00	-0,02
<b>Forpatteafstand</b>	0,07	0,08	0,04	0,05
<b>Bagpatteafstand</b>	-0,23**	-0,23***	-0,05	-0,10*
<b>r<sup>2</sup> for model</b>	<b>0,15</b>	<b>0,44</b>	<b>0,84</b>	<b>0,61</b>

\*P <0,05 \*\*P <0,01 \*\*\* P <0,001

Resultaterne i denne undersøgelse viser, at det nuværende avlsmål skaber fremgang for FP\_sum. Hvis der ønskes yderligere fremgang for livstidsproduktionen i besætningen, kan udvælgelseskriteriet suppleres med en negativ vægt på krydshøjde og en positiv vægt på yverdybde. Da krydshøjde (en del af kropskapacitet) ikke indgår i NTM, vil dette ikke have væsentlig betydning for avlsfremgangen i NTM, men tage forskud på en mulig fremtidig negativ vægt på kropsvægt i NTM, når fodereffektivitet inddrages i avlsmålet (Stephansen and Kargo, 2018). Yverdybde har allerede i dag en stor vægt i indeks for malkeorganer, hvorfor der allerede er stærk selektion mod denne. En større vægt på yverdybde i insemineringsplanen skal udføres med stor forsigtighed for ikke at tillægge yverdybde for stor værdi og dermed på bekostning af avlsfremgangen i NTM.

### Ændring af laktationssammensætningen

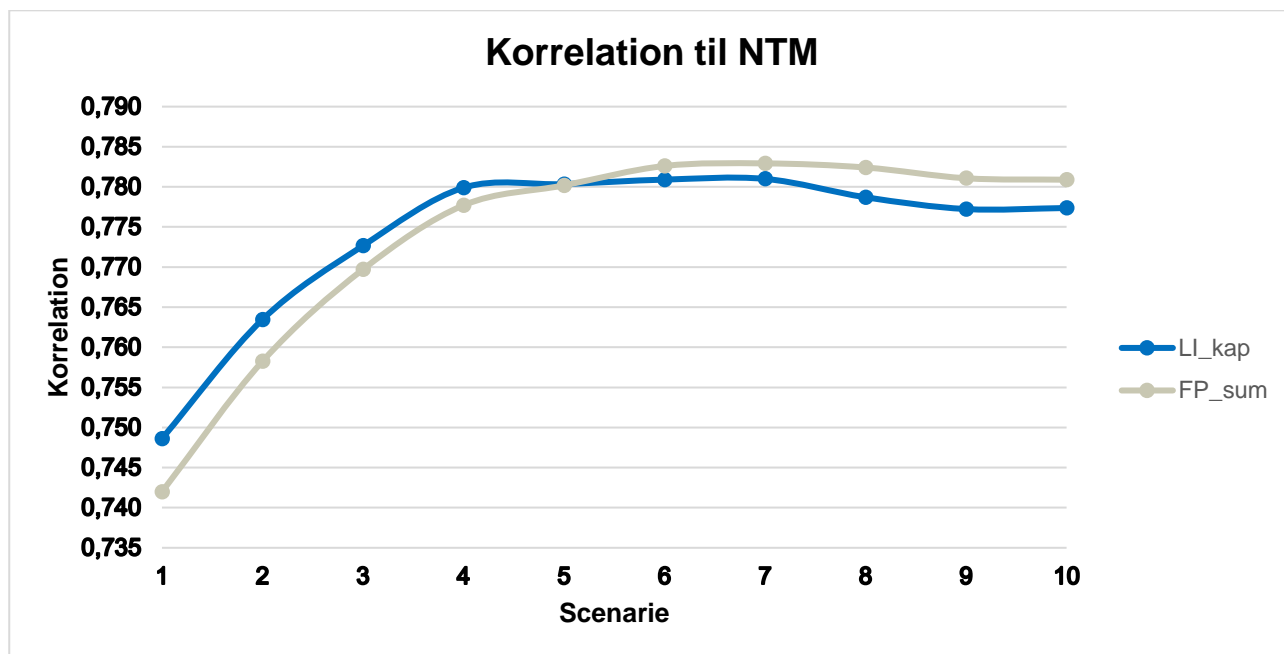
Resultaterne i tabel 7, 10 og 11 indikerer, at ændringer på laktationssammensætningen for Y-indekset, frugtbarhed, yversundhed og generel sundhed potentielt vil ændre korrelationerne fra NTM til FP\_sum og LI\_kap. I det nuværende system er der 50% vægt på første laktation, 30% på anden og 20% på tredje laktation jf. figur 1. Til at undersøge effekter af ændringer i laktationssammensætningen, opsatte vi 10 forskellige scenarier med forskellige vægte på laktationer for Y-indekset, frugtbarhed, yversundhed og generel sundhed (Tabel 14).

**Tabel 14. Følsomhedsanalyse for vægtning af laktationssammensætningen for Y-indekset, frugtbarhed, yversundhed og generel sundhed.**

<b>Scenarie</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>1. laktation</b>	100	80	60	40	20	0	0	0	0	0
<b>2. Laktation</b>	0	5	15	25	35	35	25	15	5	0
<b>3. Laktation</b>	0	15	25	35	45	65	75	85	95	100

I figur 5 er korrelationen imellem NTM og FP\_sum og LI\_kap vist for de opstillede scenarier i Tabel 14. Begge korrelationer stiger ved at tillægge senere laktationer større værdi i forhold til scenarie 1 med 100% vægt på første laktation. Efter scenarie 4 opnås imidlertid et plateau for begge korrelationer, og der er kun marginale ændringer ved have under 40 % vægt på

første laktation. Den ideelle sammensætning af laktationer set i forhold til livstidsproduktion vil være scenarie 4 eller 5.



Figur 5. Korrelation fra NTM til hhv. FP\_sum og LI\_kap, baseret på scenarier opstillet i tabel 14. NTM=Nordic total merit, FP\_sum = indeks for livstidsydelse i fedt+protein, LI\_kap=indeks for livstidsindkomst korrigeret for kapacitetsomkostninger.

Den bedste måde at fastsætte vægtningen af EBV'er i de enkelte pariteter er fra et økonomisk synspunkt, hvor der optimeres efter profit. I et notat fra NTM revisionen 2018 beregnede Pedersen et al. (2018) et forslag til laktationsvægtene i NTM, som maksimere profit. Resultaterne viste, at der aktuelt bør ligges 30% vægt på første laktation, 25 % på anden laktation og 45 % på tredje og senere laktationer. Resultaterne af Pedersen et al. (2018) er dermed næsten identisk med scenarie 5. Derfor valgte forfatterne i denne undersøgelse at anvende den profit maksimerende laktationssammensætning af Pedersen et al. (2018) videre i denne rapport.

Ved beregning af det genetiske respons for FP\_sum er korrelationen til NTM yderst vigtig. Korrelationen fra NTM til FP\_sum er 0,77 (tabel 15). Ved at ændre laktationsvægtningen til jf. Pedersen et al. (2018), øges korrelationerne marginalt til 0,78 for FP\_sum. Ændres indekxsvægtene for NTM egenskaberne til jf. Sørensen et al. (2018), er korrelationerne til NTM 0,75 for FP\_sum. Ændres både indekx- og laktationsvægtene er korrelationen mellem NTM og FP\_sum 0,76.

Dette illustrerer at når laktationsvægtene ændres, så øges korrelationen fra NTM til FP\_sum både med de nuværende og nye indeksevægte i NTM. Dermed er der en gunstig effekt af at ændre laktationsvægtene for livstidsproduktion jf. Pedersen et al. (2018).

**Tabel 15. Korrelationer mellem forskellige definitioner af NTM, Y-indekset, FP\_sum. Alle korrelationer havde en  $P < 0,0001$ .  $NTM_{2008}$ =NTM baseret på indeksevægte fra 2008,  $NTM_{adj\_lak}$ = $NTM_{original}$  baseret på laktationsvægte jf. Pedersen et al. (2018),  $NTM_{2018}$ =NTM baseret på indeksevægte for 2018 jf. (Sørensen et al., 2018),  $NTM_{kombi}$ = en kombination af  $NTM_{adj\_lak}$  og  $NTM_{2018}$ ,  $Y\text{-indeks}_{adj\_lak}$ =Y-indekset baseret på laktationsvægte jf. Pedersen et al. (2018),  $FP\_sum$  = indeks for livstidsydelse i fedt+protein.**

	$NTM_{adj\_Lak}$	$NTM_{2018}$	$NTM_{kombi}$	Y-indeks	$Y\text{-indeks}_{adj\_Lak}$	$FP\_sum$
$NTM_{2008}$	0,99	0,96	0,95	0,52	0,56	0,77
$NTM_{adj\_Lak}$	1	0,96	0,95	0,52	0,57	0,78
$NTM_{2018}$		1	0,99	0,65	0,68	0,75
$NTM_{kombi}$			1	0,70	0,74	0,76
Y-indeks				1	0,99	0,46
$Y\text{-indeks}_{adj\_Lak}$					1	0,50
$FP\_sum$						1

Det nedstående afsnit vil belyse effekterne af resultaterne i Tabel 15 for det genetiske respons for  $FP\_sum$  ved selektion for NTM.

### Respons i livstidsproduktion og indkomst ved selektion for NTM

Det fremgår derfor tydeligt af ligningen for genetisk respons, at det vigtigste element er korrelationen mellem NTM og livstidsproduktion. Der foreligger i dag en avlsplan for NTM, hvorfor selektionsintensiteten og sikkerheden for indekset NTM er bestemt, hvilket den additive spredning for livstidsegenskaberne også er. Det blev demonstreret i Tabel 16, at korrelationen kan øges ved at ændre laktationssammensætningen, til gunst for livstidsproduktionen.

**Tabel 16. Korreleret respons for FP\_sum ved selektion for NTM. Antagelser for nøgletal i avlsplanen for NTM er mod. e. Thomasen et al. (2016). NTM=Nordic total merit, NTM<sub>2008</sub>=NTM baseret på indekxvægte fra 2008, NTM<sub>adj\_lak</sub>=NTM<sub>original</sub> baseret på laktationsvægte jf. Pedersen et al. (2018), NTM<sub>2018</sub>=NTM baseret på indekxvægte for 2018 jf. (Sørensen et al., 2018), NTM<sub>kombi</sub>=NTM som en kombination af NTM<sub>adj\_lak</sub> og NTM<sub>2018</sub> FP\_sum = indeks for livstidsydelse i fedt+protein.**

<b>Scenarie</b>	<b><math>r_G(\text{NTM}; \text{FP\_sum})</math></b>	<b><math>\Delta G_{\text{FP\_sum}}/\text{år}</math></b>
<b>NTM<sub>2008</sub></b>	0,77	98
<b>NTM<sub>adj_Lak</sub></b>	0,78	99
<b>NTM<sub>2018</sub></b>	0,75	96
<b>NTM<sub>kombi</sub></b>	0,76	97

Effekten af og ændre laktationssammensætningen for FP\_sum er ~1 kg fedt+protein øget avlsfremgang per år. Dermed er der en lille gunstig effekt på livstidsproduktionen ved at ændre laktationssammensætningen, på trods af at korrelationerne kun ændres marginalt. Da estimerne er forbundet med en hvis usikkerhed fordi avlsværditalleene ikke har en sikkerhed på 100%, kan resultaterne ikke generaliseres med 100% sikkerhed.

### **Effekt af NTM på livstidsydelsen i praksis**

I de foregående afsnit er der fundet et lille gunstigt respons for FP\_sum ved selektion for NTM, men er denne også at finde i praksis?

Vi analyserede livstidspræstationer for de danske malkekøer opdelt indenfor besætning i den bedste og ringeste halvdel på forældre gennemsnits NTM ved fødsel. Resultaterne viser at Holstein, RDM og Jersey køer producerede hhv. 228, 211 og 230 kg fedt+protein mere i livstiden (Tabel 17). Fælles for alle racer var, at der var markante forskelle i det genetiske niveau (7-9 NTM enheder) mellem den høje og lave gruppe, hvilket resulterede i en gunstig effekt af NTM på livstidsproduktionen. Dermed havde hver NTM enhed en effekt på ~25 kg værdistof.

Table 17. Resultater fra det fænotypiske værktøj HØJ/LAV NTM for årgangene 2007 og 2008.

<b>Race (n besæt.)</b>	<b>FP_sum</b>	<b>MLK_sum</b>	<b>PL</b>	<b>NTM</b>
<b>RDM (186)</b>	211	2.494	2,7	7,1
<b>HOL (1.847)</b>	228	2.959	2,0	9,3
<b>JER (303)</b>	230	2.144	1,8	7,6

\*Jersey var født på to årgange, hhv, 2007-2008 og 2009-2010

## Konklusion og perspektivering

Vi opstillede hypotesen, kan et indeks for livsydelse erstatte eller underbygge de nuværende indekser for holdbarhed, ydelse og NTM?

Vi kan konkludere at korrelationen mellem NTM og livstidsproduktion ikke giver anledning til at introducere egenskaben i NTM. Livstidsproduktion er genetisk set meget højt korreleret til holdbarhed, og umiddelbart forklarer denne ikke yderligere information om holdbarheden ved malkekvæg. Dernæst ville det også blive problematisk, at introducere et indeks for livstidsproduktion i dansk avlsarbejde, fordi egenskaben ikke registreres i de andre lande, der indgår i EuroGenomics samarbejdet. Egenskaben livstidsindkomst korrigeret for kapacitetsomkostninger blev desuden undersøgt som et alternativ til livstidsproduktion, men denne var også højt korreleret til NTM.

Den høje sammenhæng fra NTM til livstidsproduktion og livstidsindkomst korrigeret for kapacitetsomkostninger underbygger at det nuværende avlsmål har et stærkt respons i de nævnte egenskaber. Baggrunden for at korrelationen ikke er 1 mellem NTM og livstidsegenskaberne er, at NTM maksimere total profit for landmanden, hvilket livstidsegenskaber ikke gør. Resultaterne fra undersøgelsen viser at der med fordel kan ændres i laktationssammensætningen i avlsmålet, hvilket vil øge avlsfremgangen ~1 kg fedt+protein i livstidsydelsen per år. Denne ændring i laktationssammensætningen er samtidig gunstigt for at maksimere profit, dermed en win win situation. Vi kan yderligere konkludere at NTM har effekt på livstidsydelsen i praksis, hvor der blev fundet en effekt på ~25 kg værdistof pr NTM enhed. Resultaterne i denne undersøgelse kan derfor anvendes til at underbygge det nuværende avlsmål og til at dokumentere vores balancerede avlsmål giver fremgang for livstidsydelsen. Desuden dokumentere undersøgelsen at danske Holstein køer bør avles mindre for krydshøjde, f.eks. gennem insemineringsplanen, hvilket er i overensstemmelse med vedligeholdelsesfoder teori.

## Referencer

- ANCKER, S. & MARTINUSSEN, H. 2017. *Vind kampen mod de tabte kvier* [Online]. SEGES. Available: <file:///C:/Users/rass/Downloads/2017-dias-55OG74-VindKampenModDeTabteKvier-Sos-og-Henrik.pdf> [Accessed].
- ARLA. 2018. *Arlapris 2018* [Online]. Available: <https://www.arla.dk/om-arla/ejere/arlapris/2018/> [Accessed].
- CHRISTENSEN, C. E. 2011. *Beregning af EKM* [Online]. Landbrugsinfo.dk: SEGES. Available: <https://www.landbrugsinfo.dk/ltvaerktoejer/Kvaeg/Sider/BeregningafkgEKM.aspx> [Accessed 04. april 2018].
- EL-SAIED, U., DE LA FUENTE, L., CARRIEDO, J. & SAN PRIMITIVO, F. 2005. Genetic and phenotypic parameter estimates of total and partial lifetime traits for dairy ewes. *Journal of dairy science*, 88, 3265-3272.
- EL-SAIED, U., DE LA FUENTE, L. & SAN PRIMITIVO, F. 2006. Lifetime traits comparison between annual and accelerated lambing systems for dairy ewes. *Livestock Science*, 101, 180-190.
- EVALUATION., N. C. G. 2017. *NAV routine genetic evaluation of dairy cattle - data and genetic models* [Online]. Available: <http://www.nordicebv.info/wp-content/uploads/2017/12/NAV-routine-genetic-evaluation-112017.pdf> [Accessed 6. Marts 2018].
- FALCONER, D. S., MACKAY, T. F. & FRANKHAM, R. 1996. Introduction to quantitative genetics (4th edn). *Trends in Genetics*, 12, 280.
- HANSEN, O. K. 2015. *Mælkeydelsens udvikling målt i ydelseskontrollen*. [Online]. Available: <https://www.landbrugsinfo.dk/kvaeg/ryk/sider/maelkeydelsensudviklingmaaltydelseskontrollen.aspx> [Accessed 31. maj 2018].
- JAIRATH, L., DEKKERS, J., SCHAEFFER, L., LIU, Z., BURNSIDE, E. & KOLSTAD, B. 1998. Genetic evaluation for herd life in Canada. *Journal of Dairy Science*, 81, 550-562.
- JAIRATH, L., HAYES, J. & CUE, R. 1995. Correlations between first lactation and lifetime performance traits of Canadian Holsteins. *Journal of dairy science*, 78, 438-448.
- MADSEN, P. & JENSEN, J. 2013. *DMU A Package for Analysing Multivariate Mixed Models. Version 6, release 5.2* [Online]. Available: [http://dmu.agrsci.dk/DMU/Doc/Current/dmuv6\\_guide.5.2.pdf](http://dmu.agrsci.dk/DMU/Doc/Current/dmuv6_guide.5.2.pdf) [Accessed 15. June 2017].
- MARTINUSSEN, H. 2010. *Beregn prisen pr. foderdag på kviehotel* [Online]. Landbrugsinfo: SEGES. Available: <https://www.landbrugsinfo.dk/Landmanddk/Kvaeg/Sider/Beregnprisenprfoderdagpaakviehotel.aspx> [Accessed].
- PEDERSEN, G. Å. & NIELSEN, U. S. 1990. Delrapport fra S-indeksgruppen, Bilag til møde i Udvalg for Avl den 6. juni 1990. Landcenteret.
- PEDERSEN, J., SØRENSEN, L. P., PÖSÖ, J., FIKSE, F., ERIKSSON, J., NIELSEN, U. N., KARGO, M. & AAMAND, G. P. 2018. Note on weights on lactations in the yield indexes. Nordic Cattle Genetic Evaluation: SEGES.
- PÉREZ-CABAL, M., GARCÍA, C., GONZÁLEZ-RECIO, O. & ALENDA, R. 2006. Genetic and phenotypic relationships among locomotion type traits, profit, production, longevity, and fertility in Spanish dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 89, 1776-1783.
- ROXSTRÖM, A. & STRANDBERG, E. 2002. Genetic analysis of functional, fertility-, mastitis-, and production-determined length of productive life in Swedish dairy cattle. *Livestock Production Science*, 74, 125-135.
- SEGES CATTLE. 2015/16. *Year statistics for breeding* [Online]. Agro Food Park 15, 8200 Aarhus N: Nordic Cattle Genetic Evaluation. Available: [https://www.landbrugsinfo.dk/kvaeg/avl/avlsstatistik/sider/aarsstat\\_2016.pdf](https://www.landbrugsinfo.dk/kvaeg/avl/avlsstatistik/sider/aarsstat_2016.pdf) [Accessed 15. June 2017].
- SIRIWADHANANURAKS, L. B. & OKSEN, A. 2017. *Business Check* [Online]. landbrugsinfo.dk: SEGES. Available: [https://www.landbrugsinfo.dk/Oekonomi/Benchmarking/Sider/Business\\_Check.aspx](https://www.landbrugsinfo.dk/Oekonomi/Benchmarking/Sider/Business_Check.aspx) [Accessed 23. marts 2018].
- STEPHANSEN, R. S. & KARGO, M. 2018. How to deal with feed efficiency in NTM? Available: [http://www.nordicebv.info/wp-content/uploads/2018/01/4-Presentation\\_Feed\\_Efficiency\\_NAV\\_Workshop\\_final.pdf](http://www.nordicebv.info/wp-content/uploads/2018/01/4-Presentation_Feed_Efficiency_NAV_Workshop_final.pdf).



SØRENSEN, L. P., PEDERSEN, J., KARGO, M., NIELSEN, U. N., FIKSE, F., ERIKSSON, J., PÖSÖ, J. & AAMAND, G. P. 2018. Review of Nordic Total Merit Index - Full Report.

THOMASEN, J., WILLAM, A., EGGER-DANNER, C. & SØRENSEN, A. 2016. Reproductive technologies combine well with genomic selection in dairy breeding programs. *Journal of dairy science*, 99, 1331-1340.

THØGERSEN, R. 2017. *RE: Energikoncentration i TMR*.

VOLDEN, H. 2011. *Feed calculations in NorFor*, Springer.

## Bilag 1 – Beregning af omkostninger relateret til vedligehold

Beregning vedligehold					
Krops vægt	Metabolisk kropsvægt	Netto energi behov, MJ/dag	Kg DM/dag	Foderpris kr./kg DM	Udgift til vedligehold pr. dag
700	136,1	43,80	6,64	1,35	8,96

## Bilag 2 - Beregning af prisen pr. foderdag for kvier

Forudsætninger:		
	Værdi	Angivet i:
Alder ved indgang	0,5	mdr.
Alder ved afgang	22	mdr.
Alder ved kælvning:	24	mdr.
Vægt ved kælvning:	590	kg
Daglig tilvækst, kalveperiode:	700	gram
Daglig tilvækst, kvieperiode:	755	gram

Gns. pris foder (0-3 mdr.)	2,50	kr./FE
Gns. grovfoderpris (3 mdr. til afgang)	0,80	kr./FE
Gns. kraftfoderpris (3 mdr. til afgang)	1,55	kr./FE
Grovfoderandel	90	%
Foderudnyttelse	95	%

Udfodrings- og lageromkostninger	0,3	kr./FE
----------------------------------	-----	--------

Timeløn	190	kr. pr. time
Tid til pasning af kalve	2	min./kalv
Tid til pasning af kvier	1	min./kvie

Værdi af "kalveplads"	2500	kr.
Værdi af "kvieplads"	6500	kr.
Afskrivning og forrentning	8	%
Vedligehold	3	%
Forsikring	2	%

Dyrlæge	100	kr./kvie
Avl	350	kr./kvie
Klovbeskæring		kr./kvie

Øvrige udgifter		kr./kvie
-----------------	--	----------

Resultat:	Kvie, 0,5 - 22 mdr
-----------	--------------------

Foderforbrug	
FE pr. kvie i alt	FE 3.387
FE pr. kvie pr. dag	FE 5,2

Omkostninger	
Foder	kr 3.262
Udfodrings- og lageromkostninger	kr 961
Arbejde	kr 2.214
Forren., afsk., vedl. og forsik. af bygninger	kr 1.445
Dyrlæge	kr 100
Avl	kr 350
Klovbeskæring	kr -
Øvrige udgifter	kr -

Omkostninger i alt pr. kvie	kr 8.333
-----------------------------	----------

Pr. foderdag	kr. 12,74
--------------	-----------

Vejledning
- Alder ved indgang og afgang vælges vha. rullelister
- Der testes i de gule felter

### Bilag 3 – Beregning af kapacitetsomkostninger

	2012	2013	2014	2015	2016
Krav til DB - malkestald - storrace	11582	11498	11794	11577	10949
Krav til DB - AMS - storrace	12823	12757	12868	12635	12160
Krav til DB - karrusel - storrace	11162	11041	11161	11180	10597
Gns. Omkostninger per levedag ko	32,1				
Gns. Omkostninger per levedag kvie	5,6				
Gns. Omkostning per levedag ko eksl. kvie	26,5				

### Bilag 4 – Resultater fra bivariater

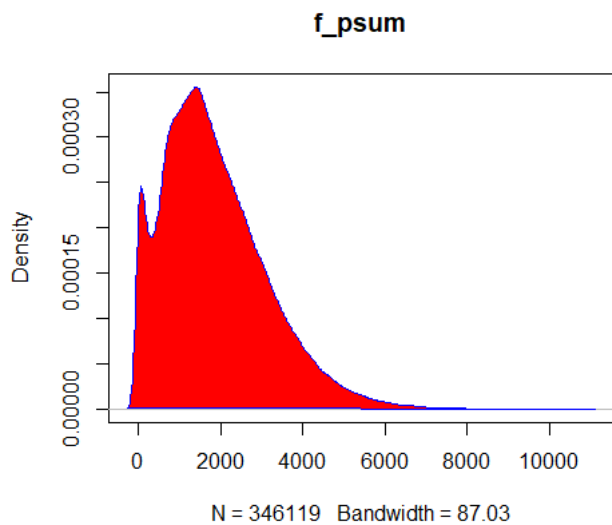
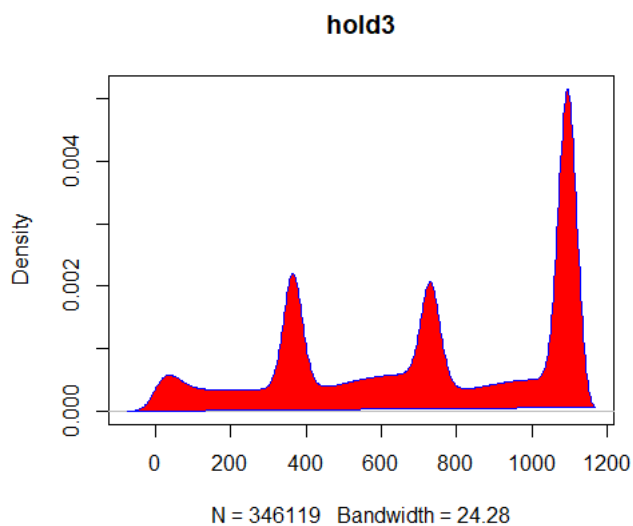
Egenskaber (Kørsels nr.)	Run-der	Additiv var	Residual var	H2	rA
HOLD3 / PL (3)	22	11.484 / 36.492	103.578 / 287.655	0,10 / 0,11	0,98
HOLD3 / LT (7)	26	11.487 / 36.395	103.577 / 287.711	0,10 / 0,11	0,98
HOLD3 / f_psum (1)	18	11.363 / 173.894	103.666 / 1.327.412	0,10 / 0,12	0,93
HOLD3 / FP/dPL (10)	13	11531 / 0,024	103544 / 0,148	0,10 / 0,14	0,41
HOLD3 / FP/dLT (2)	14	11.539 / 0,019	103.538 / 0,136	0,10 / 0,13	0,84
PL / LT (8)	5	36.100 / 35.965	287.937 / 288.020	0,11 / 0,11	0,99
PL / F_Psum (5)	8	36.234 / 172.175	287.840 / 1.328.651	0,11 / 0,11	0,96
PL / FP/dPL (11)	13	36.376 / 0.024	287.739 / 0,148	0,11 / 0,14	0,44
PL / FP/dLT (6)	14	36.454 / 0,0196	287.683 / 0,136	0,11 / 0,13	0,88
LT / FP_sum (9)	46	36.125 / 172.091	287.904 / 1.328.713	0,11 / 0,11	0,96
LT / FP/dPL (12)	8	36.268 / 0,024	287.802 / 0,148	0,11 / 0,14	0,44
LT / FP/dLT (14)	10	36.350 / 0,0196	287.743 / 0,136	0,11 / 0,13	0,88
FP_sum / FP/dLT (4)	8	178.465 / 0,019	1.324.163 / 0,136	0,12 / 0,12	0,97
FP_sum / FP/dPL (13)	18	177.912 / 0,024	1.324.597 / 0,149	0,12 / 0,14	0,65
FP/dPL / FP/dLT (15)	22	0,024 / 0,02	0,149 / 0,136	0,14 / 0,13	0,81

Egenskaber (Kørsels nr.)	Run-der	Additiv SD	Phenotypic SD	H2	rA
LI / HOLD3 (1)	8	9.949,4 / 109,6	28069,6 / 339,6	0,13 / 0,10	0,91
LI / PL (2)	8	9.893,1 / 195,7	28.064,1 / 571,1	0,12 / 0,12	0,94
LI / LT (3)	8	9.889,4 / 195,0	28.063,8 / 571,0	0,12 / 0,12	0,94
LI / FP_sum (4)	10	9.890,7 / 428,8	28.063,8 / 1.228,9	0,12 / 0,12	0,99
LI / FP_dPL (5)	8	10.089,7 / 0,16	28.084,8 / 0,41	0,13 / 0,15	0,69
LI / FP_dLT (6)	9	10.100,4 / 0,14	28.085,3 / 0,39	0,13 / 0,13	0,98
LI_KAP / HOLD3 (7)	6	5.337,1 / 109,4	13.923,5 / 339,4	0,15 / 0,10	0,73
LI_KAP / PL (8)	7	5.341,1 / 195,1	13.924,3 / 570,8	0,15 / 0,12	0,77
LI_KAP / LT (9)	7	5.340,3 / 194,5	13.924,2 / 570,7	0,15 / 0,12	0,77
LI_KAP / FP_sum (10)	9	5.339,1 / 428,4	13.924,1 / 1.228,8	0,15 / 0,12	0,92
LI_KAP / FP_dPL (11)	8	5.463,8 / 0,15	13.938,5 / 0,41	0,15 / 0,15	0,84
LI_KAP / FP_dLT (12)	10	5.368,1 / 0,14	13.926,9 / 0,39	0,15 / 0,13	0,97
LI / LI_KAP (13)	9	9.889,5 / 5.341,1	28.063,7 / 13924,3	0,12 / 0,15	0,94

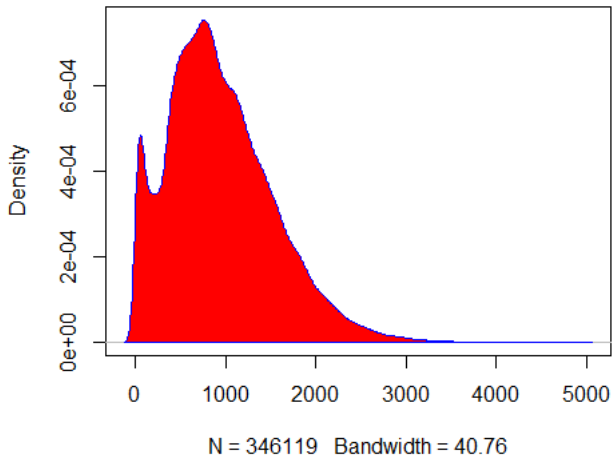
## Bilag 5 – resultater fra single traits

Egenskab (Kørsels nr.)	Iterationer	Additiv var.	Residual var.	Arvbarhed
<b>HOLD3 (3)</b>	11	11.418	103.172	0,10
<b>PL (4)</b>	13	35.933	287.385	0,11
<b>LT (2)</b>	29	35.831	287.448	0,11
<b>F_Psum (1)</b>	31	172.685	1.323.693	0,12
<b>FP/dPL (5)</b>	11	0,024	0,14	0,15
<b>FP/dLT (6)</b>	9	0,019	0,134	0,13
<b>LI</b>	4	SD 9.953	SD 18.117	0,13
<b>LI_kap</b>	4	SD 5.367	SD 8.559,4	0,15
<b>LU</b>	8	1.248	227.587	0,005

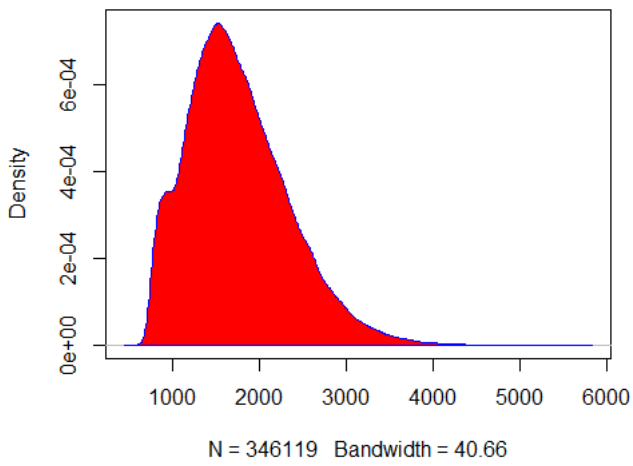
## Bilag 6 - Plots af egenskaber



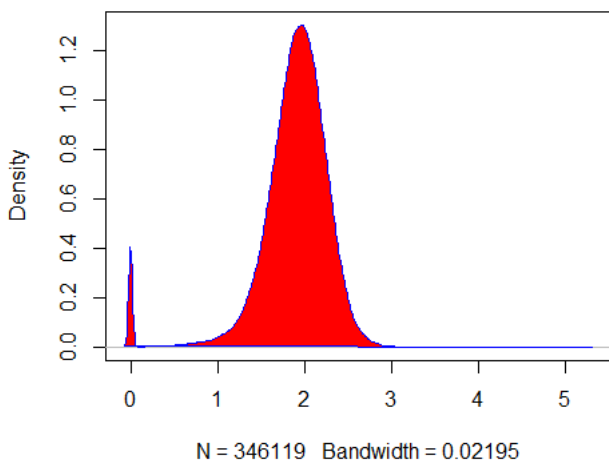
**PL**



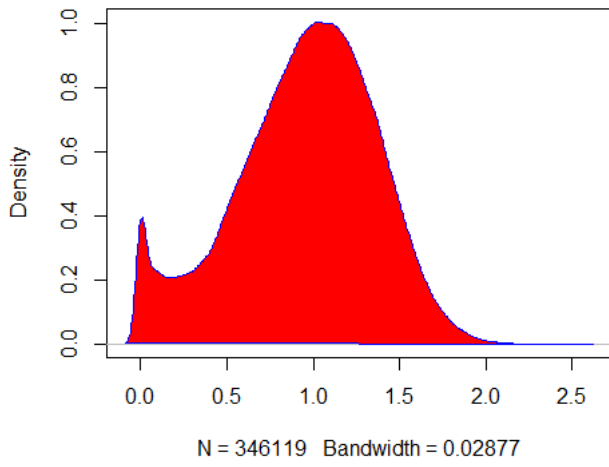
**LT**



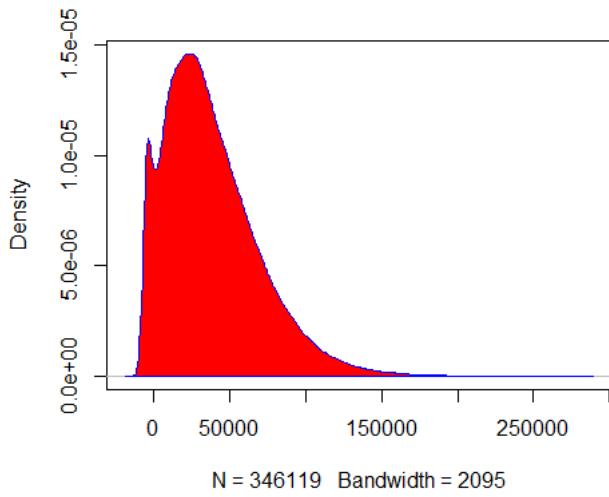
**FP/dPL**

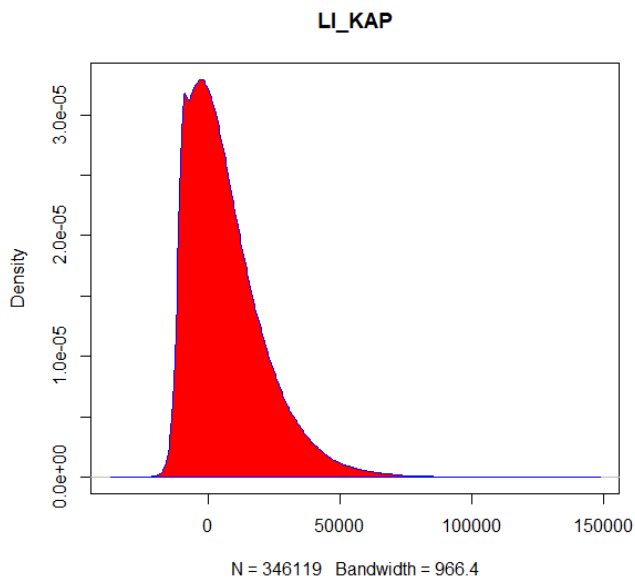


**FP/dLT**

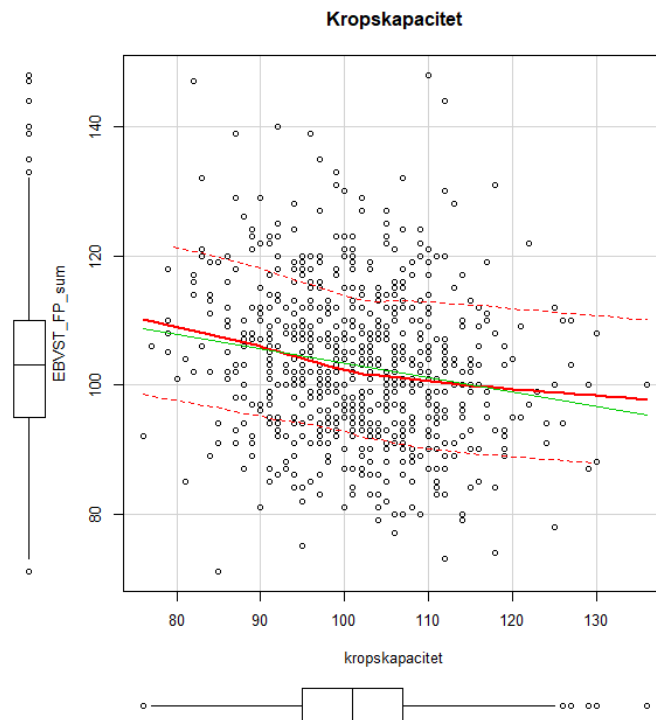


**LI**

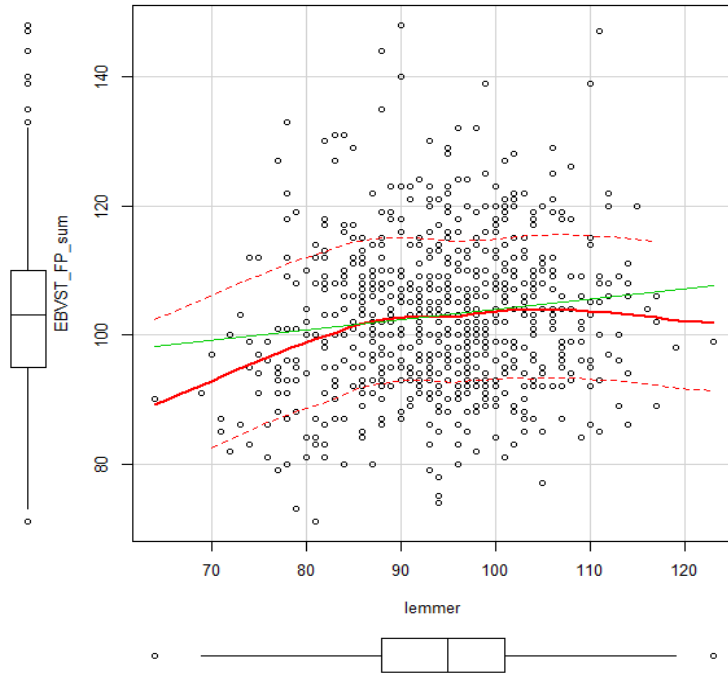




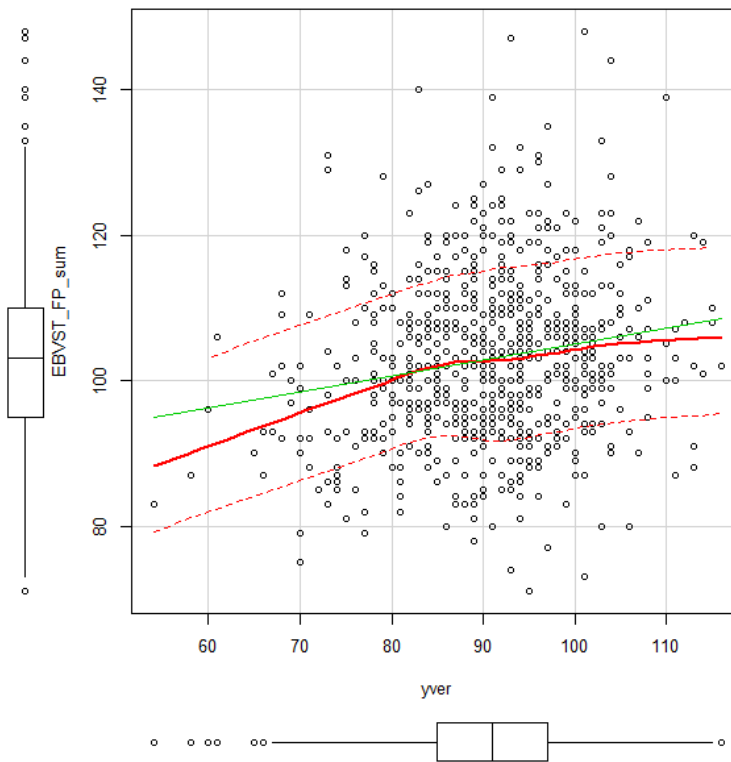
## Bilag 7 – plots af EBV'er

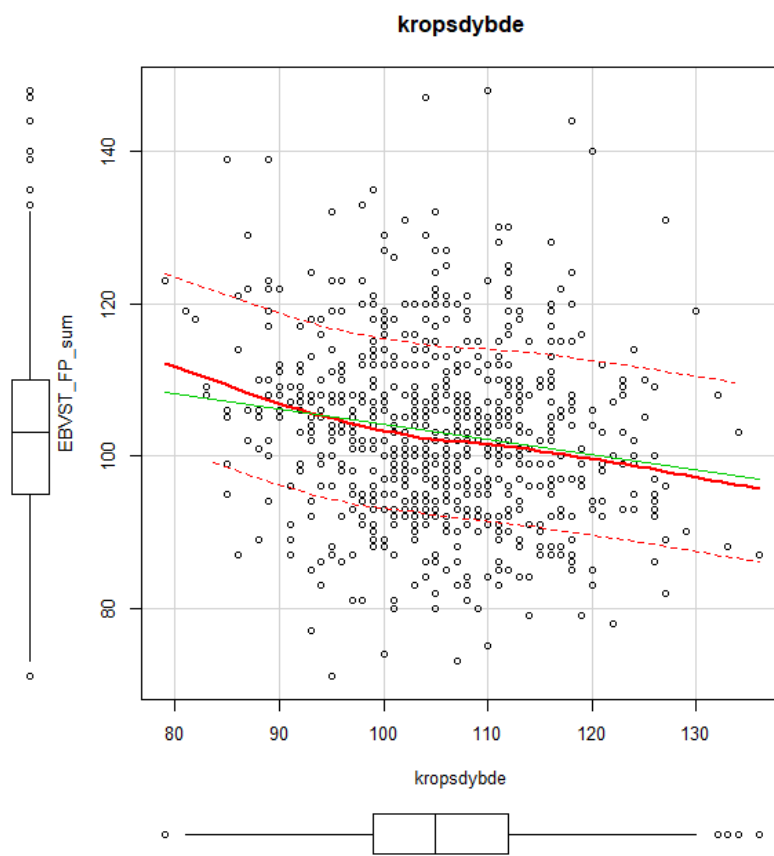
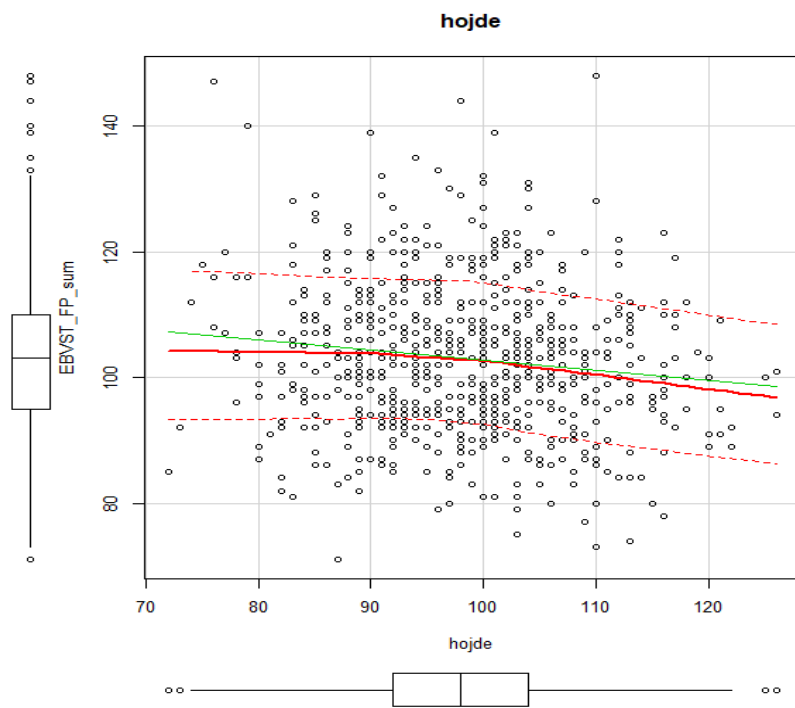


### Lemmer



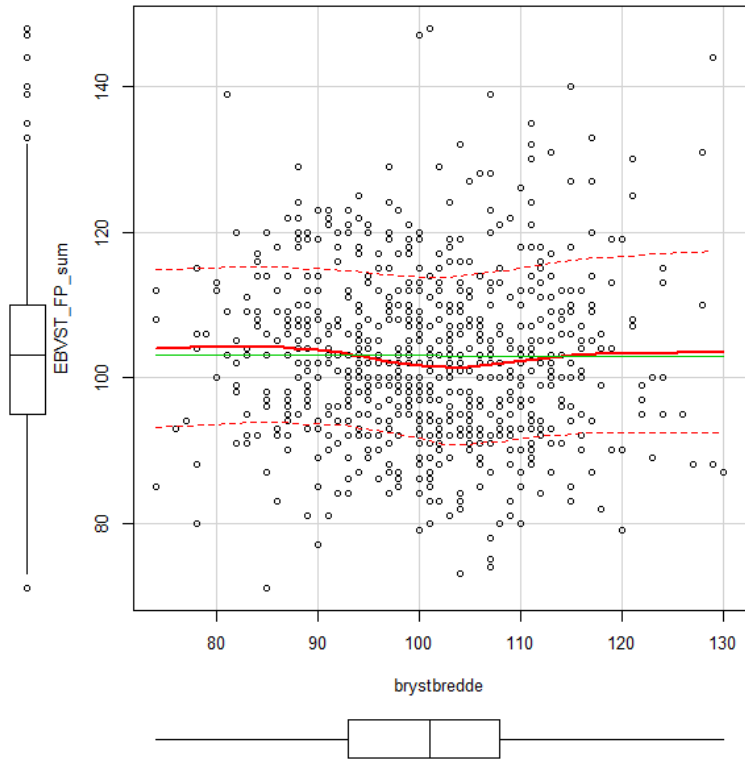
### Yver



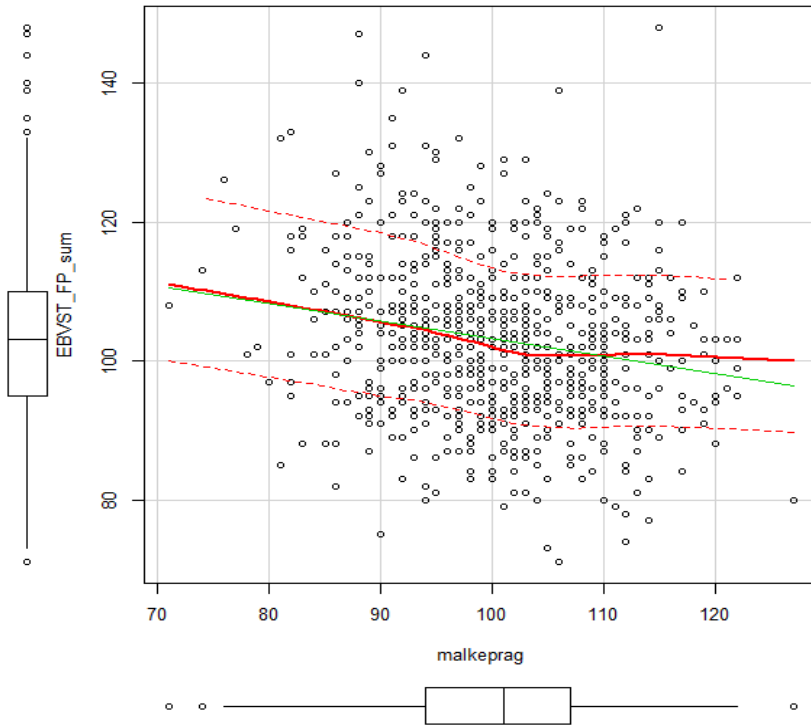


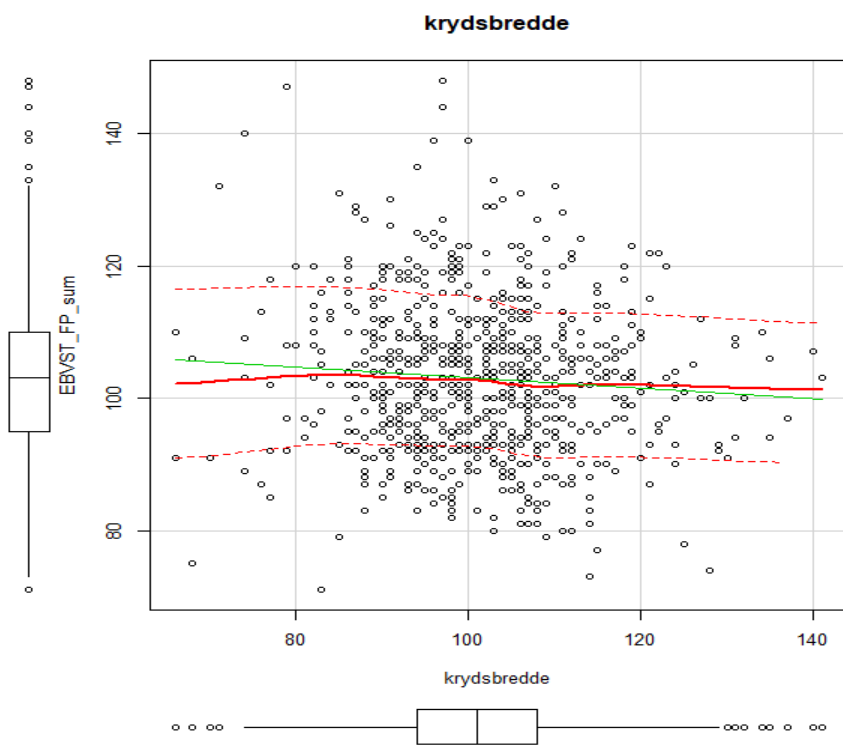
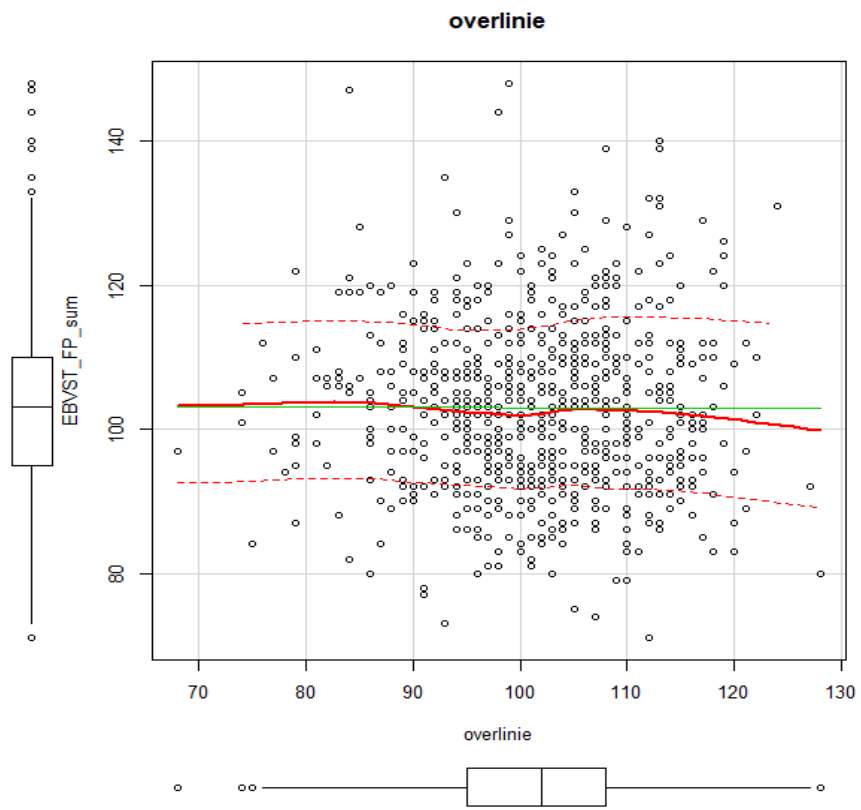


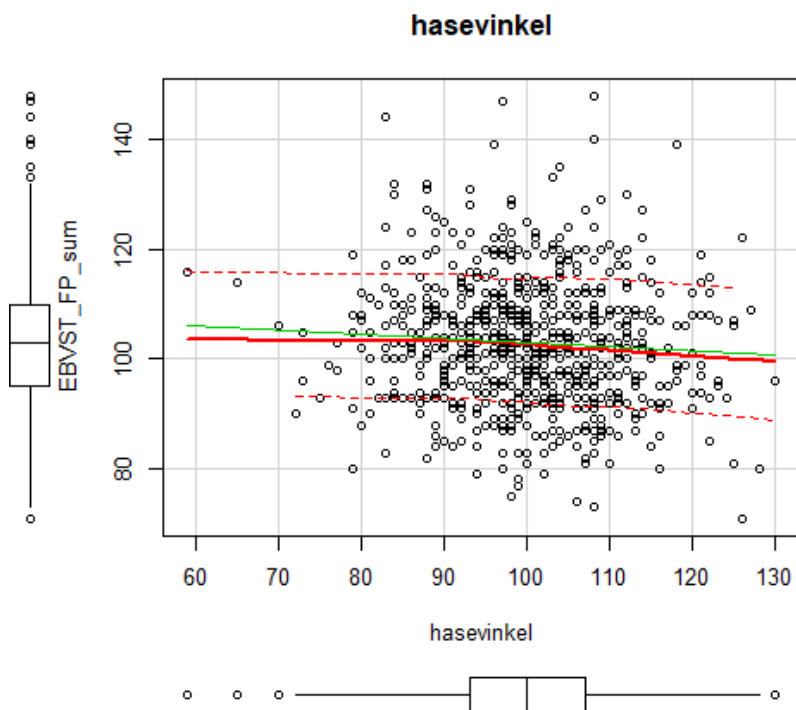
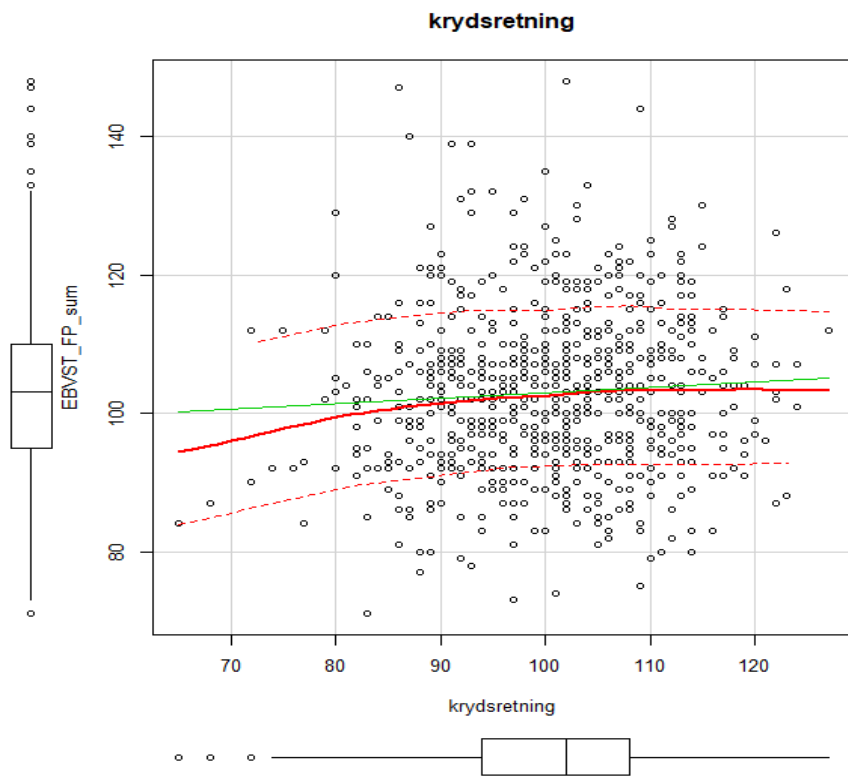
### brystbrejde



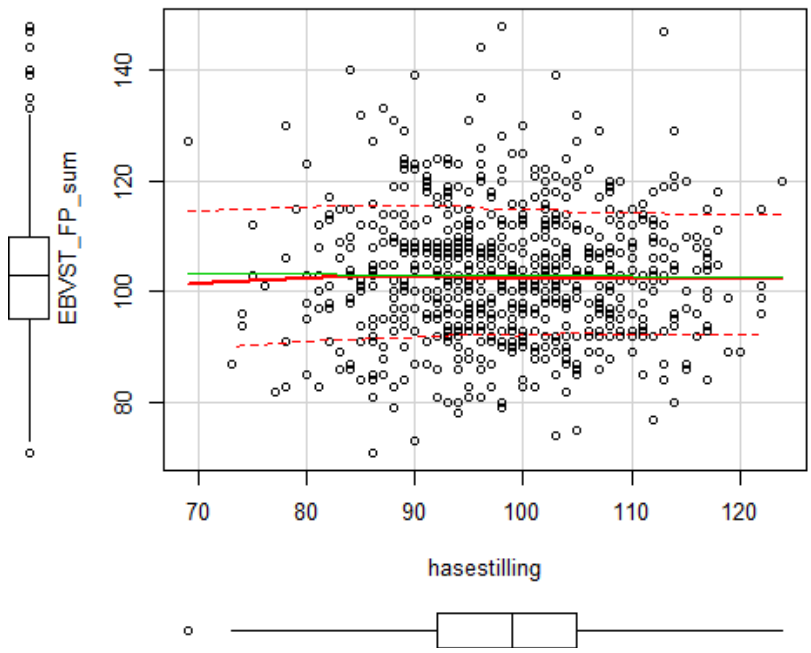
### malkeprag



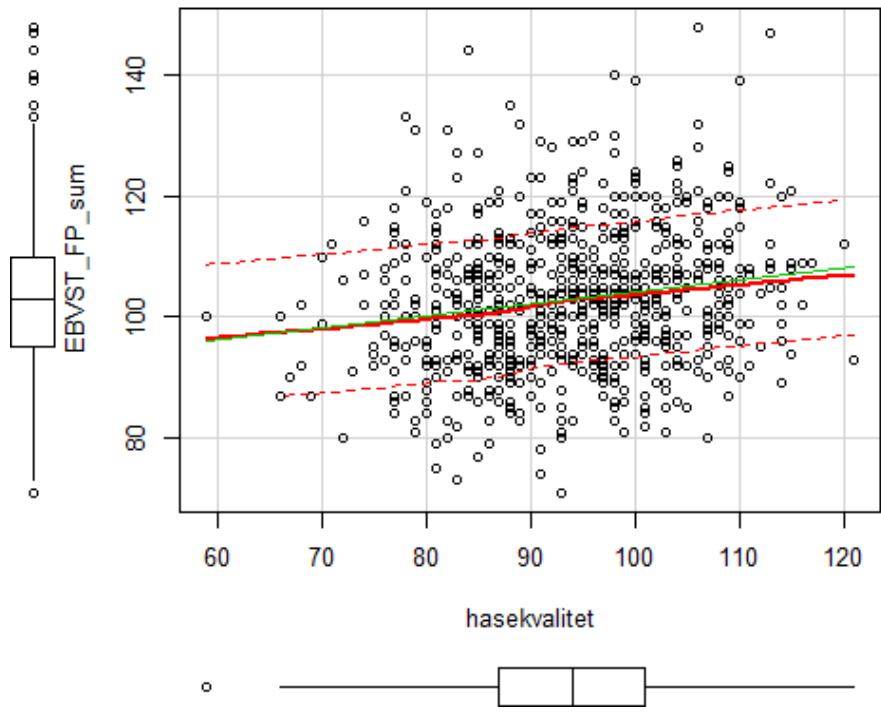




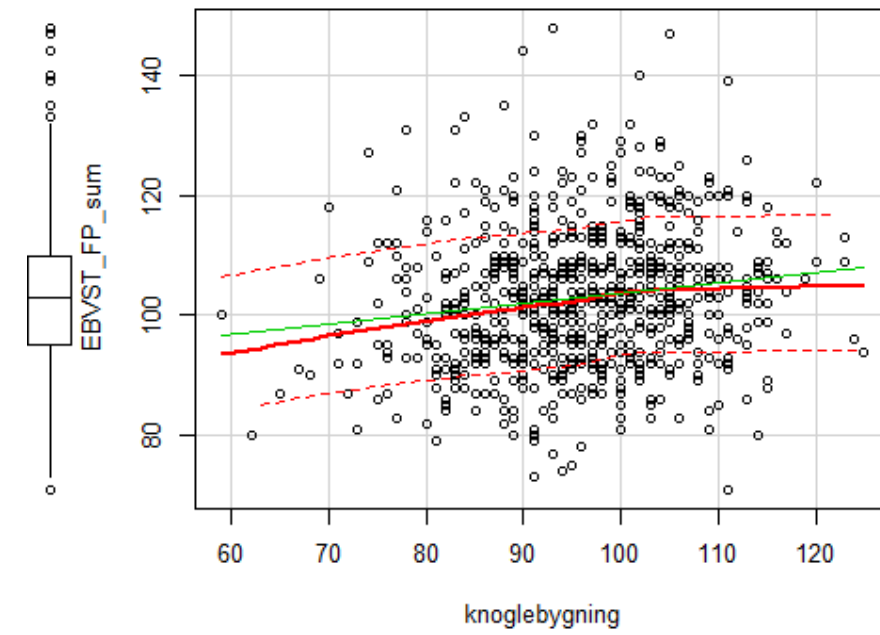
### hasestilling



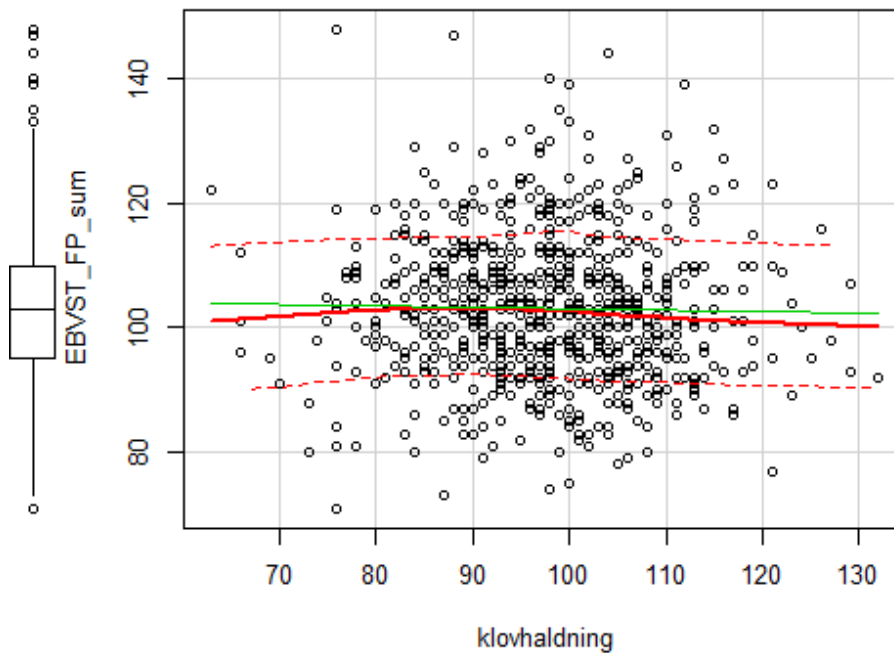
### hasekvalitet



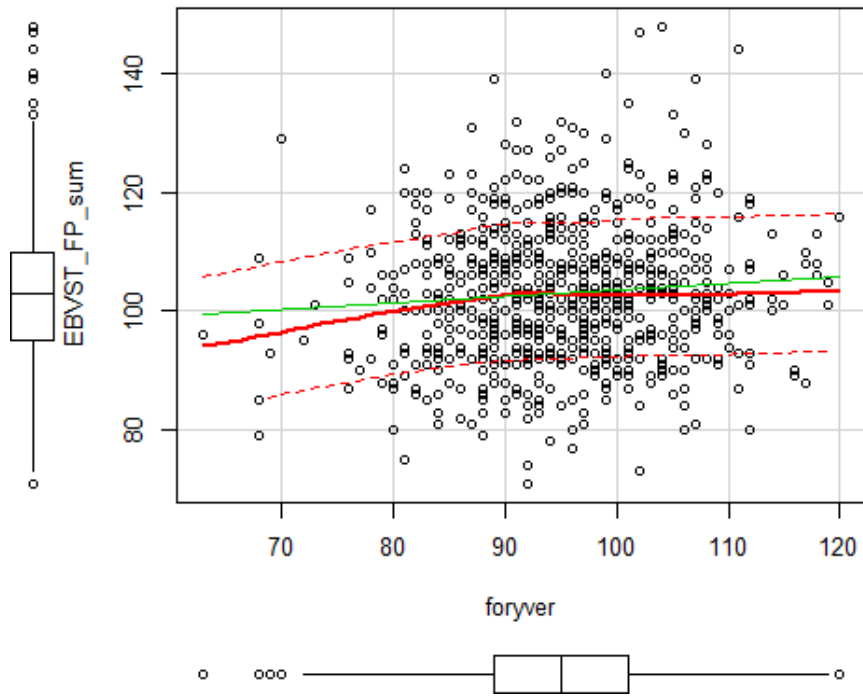
### knoglebygning



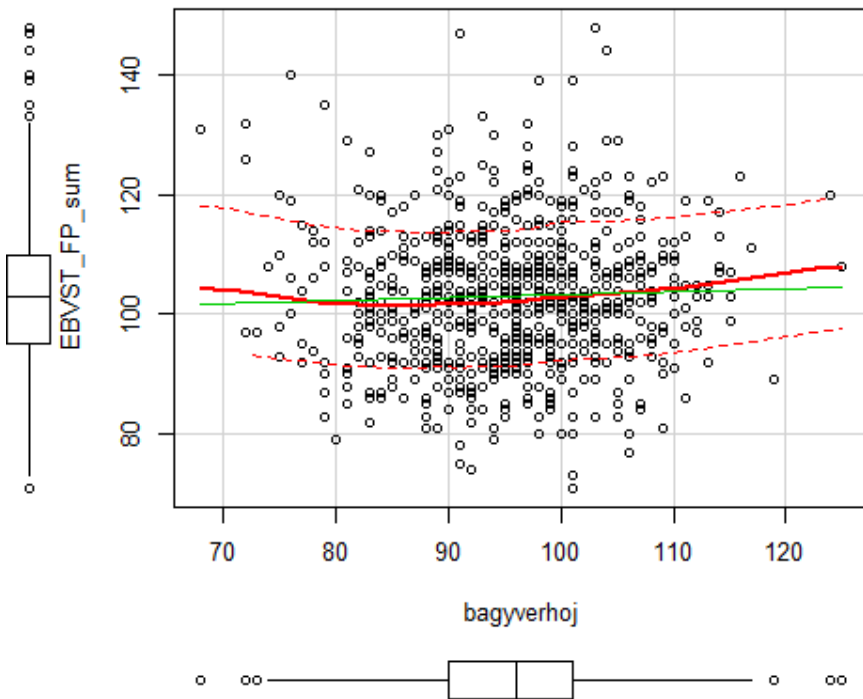
### klovhaldning



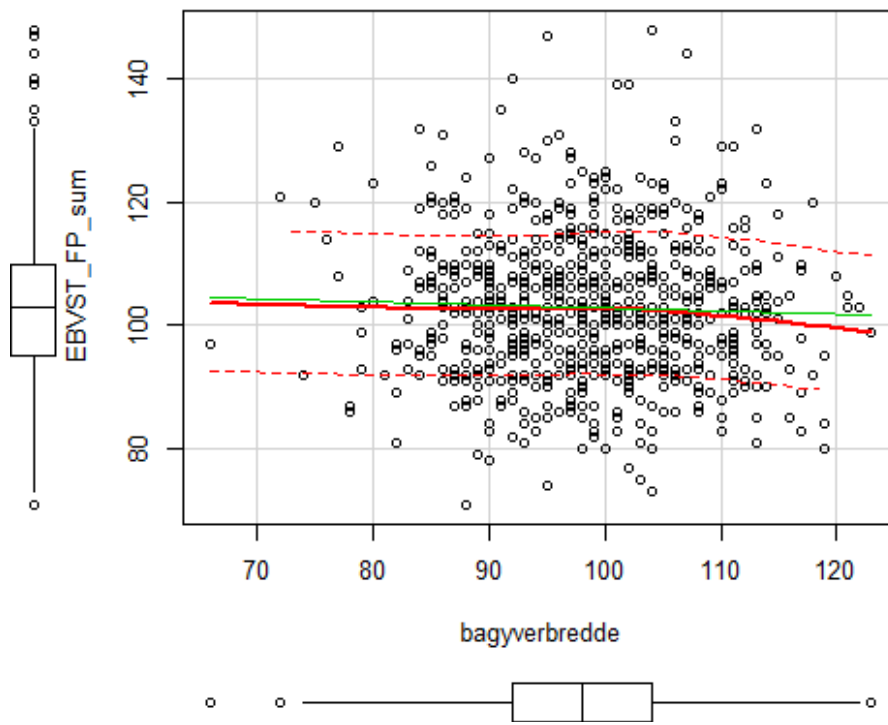
### foryver



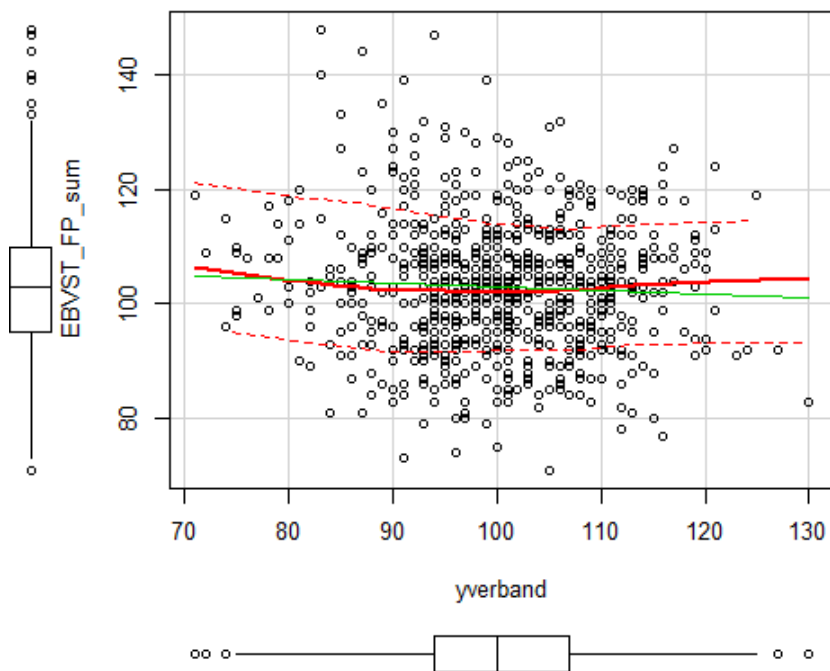
### bagyverhoj



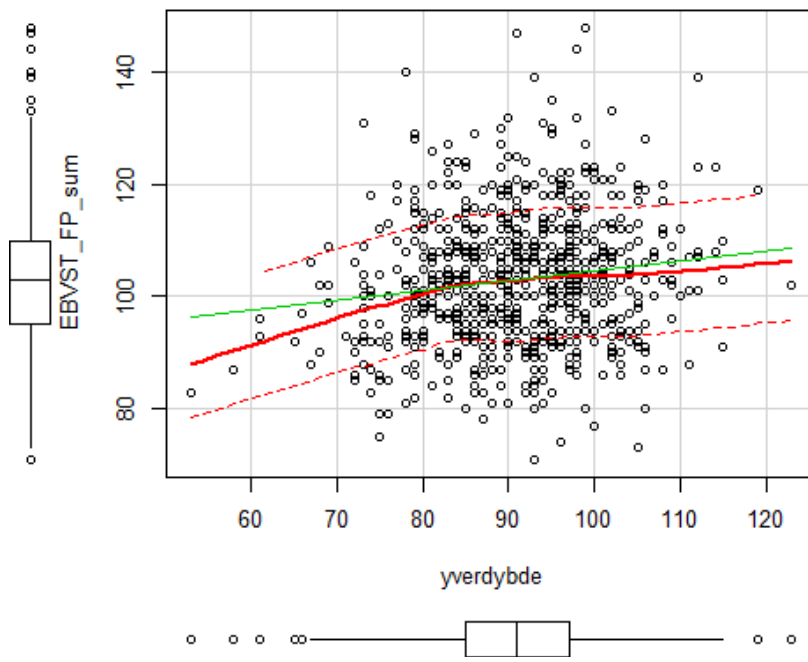
### bagyverbrede



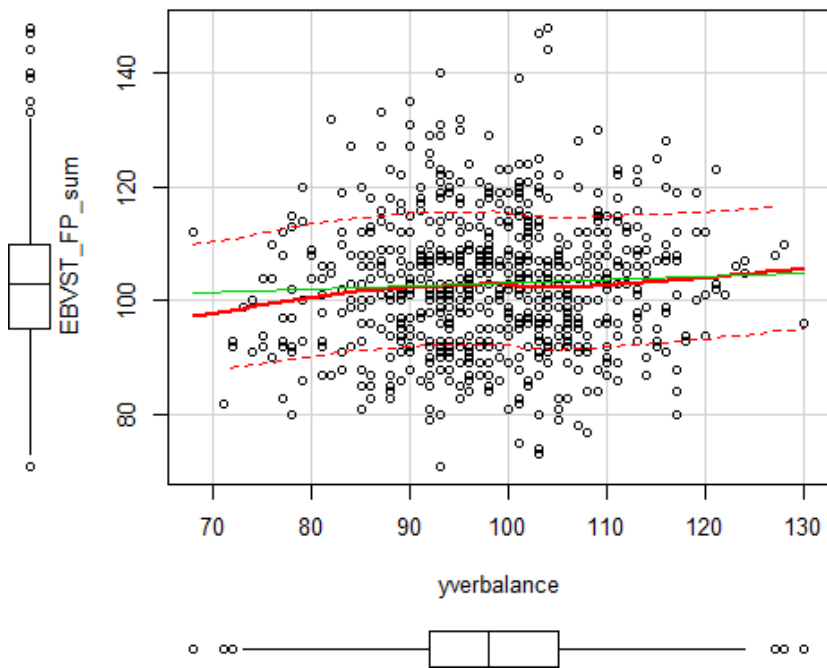
### yverband



### yverdybde

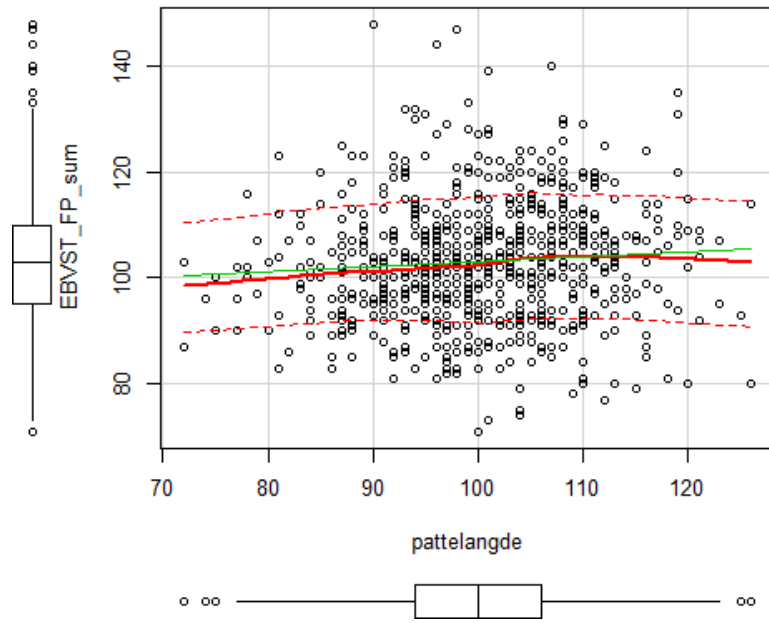


### yverbalance





### pattelange



### pattetykkelse

