

GENETISKE ANALYSER AV TILVEKSTEGENSKAPER HOS  
NORSKE OG AMERIKANSKE FOREDLINGSBESETNINGER MED  
LANDSVIN

GENETIC ANALYSIS OF DIFFERENT TRAITS REGARDING  
AVERAGE DAILY GAIN IN THE BREEDING POPULATION OF THE  
NORWEGIAN AND AMERICAN LANDRACE

RENATE MARIE HENRIKSEN

UNIVERSITETET FOR MILJØ- OG BIOVITENSKAP

UNIVERSITETET FOR MILJØ- OG BIOVITENSKAP

INSTITUTT FOR HUSDYR- OG AKVAKULTURVITENSKAP

MASTEROPPGAVE 30 STP. 2012





---

## FORORD

Husdyravl er et kraftig verktøy med ekstrem påvirkning på resultatet og en ukjent gåte for meg, før jeg fikk gleden av å følge avlslæren ved husdyrfag. Dette fascinerte meg så mye at jeg ikke kunne la muligheten gå ifra meg. Valget ble om ikke helt tilfeldig svineavl, et spennende og komplisert avlsregime med internasjonale fremtidsplaner.

Opprinnelig hadde jeg et ønske om å gjøre en oppgave med avl og etologisk vinkling. Jeg synes morsegenskaper er utrolig spennende og satte i gang en forberedelse av en spørreundersøkelse for norske svineprodusenter. Innsamlingsprosesser for spørreundersøkelser er tidkrevende, så underveis ble oppgaven endret til en ren avlsoppgave. Jeg var så heldig å få analysere data fra USA, et rådatasett som ikke har vært brukt tidligere her i landet.

Jeg kan ikke få takket min veileder Dan Olsen nok. Uten han ville dette blitt en umulig oppgave for meg. Utstrakt hjelp med redigering og utforming av data, samt tålmodig gjentagelse av prosedyrer har vært helt uunnværlig for meg i dette arbeidet.

Tusen takk til min hovedveileder Odd Vangen for hjelpen med sortering og fremstilling av oppgaven.

Jeg må også takke min gode studievenninne Kristine Hov Martinsen for god støtte og hjelp i frustrerte øyeblikk, men aller mest for at jeg har vært så heldig å bli kjent med henne. Du er en super person og jeg ønsker deg masse lykke til i det kommende arbeidslivet.

En spesiell takk går til min enestående vakre sønn, Tim Isac. Takk for at du gjennom hele studietiden har respektert at mamma har sittet og lest eller jobbet med fag, og at du tålmodig har ventet på dagen hvor vi skal kunne finne på flere ting sammen på fritiden. Du er en utrolig snill og skjønn liten gutt.

En siste takk går til familie og venner som har støttet meg, hatt tro på meg og på denne måten hjulpet meg gjennom det valget jeg tok for nå fem år siden.

Tusen takk alle sammen.

UMB, juni 2012

Renate Henriksen

---

## SAMMENDRAG

Genetiske analyser av ulike tilvekstegenskaper ble gjort med bakgrunn i et rådatasett fra to besetninger i USA og et datasett fra Norsvins foredlingsbesetninger fra 2011.

Filen med rådata fra norske landsvin i USA besto av 4070 individer av begge kjønn, med medlemsnummer, dato og vekt ved treukers alder, samt smågrisdato og smågrisvekt. Filen med data fra databasen på Norsvin inneholdt 90220 individer av begge kjønn hvor både norske og amerikanske dyr inngikk. Det var 19 ulike variabler med informasjon, men ikke alle dyr hadde informasjon på alle variablene.

For å si noe om egenskapens sammenheng med Norsvin sine data, ble datasettene koblet sammen. Varianskomponenter, korrelasjoner og arvegrader ble beregnet og sammenlignet i univariate og bivariate analyser. Arvegraden for alder ved 35 kg ble for de norske og amerikanske data estimert til 0,36, og korrelasjonen mellom alder ved 35 kg i norske og amerikanske datasett ble 0,78. En sammenslåing av egenskapene i de ulike datasettene til en og samme egenskap, ville ført til en lavere arvegrad for a35 i Norsvins avlspopulasjon, og de ble derfor ikke med videre i analysen.

Varianskomponenter og arvegrader for alle tilvekstegenskapene i data fra Norsvin ble estimert i univariate analyser. Arvegradene var fra 0,07 til 0,44 og var lavest for tidlig tilvekstperiode og høyest for alder ved 100 kg. Det er en sammenheng mellom tilvekst og fôropptak. Antall dager fra 7 til 35 kg har en arvegrad på 0,42 og det er vist høye korrelasjoner med fôropptak i denne perioden (Schnyder et al. 2001; Schulze et al. 2002; Wetten et al. 2012). Fokus på økt fôropptak er derfor viktig for å øke responsen på tilvekst.

Korrelasjon mellom egenskapen alder ved 7 kg og antall dager på teststasjon (d35\_100), ble estimert med bivariat analyse. Egenskapene hadde en korrelasjon på 0,18.

Korrelasjoner mellom tre ulike faser av vekstperioden og alder ved 100 kg på teststasjon var 0,19, 0,72 og 0,85 og øker når avstanden i tid mellom de reduseres. En multivariat analyse ble beregnet for å si noe om sammenhengen mellom tidlig, mellom og sen fase av tilvekst. De genetiske korrelasjonene mellom de tre egenskapene var svake og negative (-0,01) for alder ved 7 kg og dager fra 7 til 35 kg, og for alder ved 7 kg og antall dager fra 35 til 100kg.

Korrelasjonen mellom dager fra 7 til 35 kg og 35 til 100 kg var moderat og 0,31.

---

Alle analysene viste svake arvegrader i den tidlige fasen av tilveksten, og økende arvegrader over tid. Korrelasjonene mellom tidlig fase av tilvekst og den tiden individet bruker på å nå 100 kg på teststasjon var lave. Det var en økning i korrelasjoner med tid og alder.

Analysen av treukersvekter i foredlingsbesetninger og antall dager fra 7 til 35 kg hadde en negativ korrelasjon på -0,17, mens korrelasjonene mellom treukersvekter og vektøkning fra 21 til 150 dager var 0,44. En høy treukersvekt er derfor korrelert med både en kortere tilvekst periode fra 7 til 35 dager, og en raskere vektøkning frem til 150 dager i formeringsbesetninger.

Med unntak av alder ved 100 kg, er det høyest arvegrad i perioden mellom 7 og 35 kg. Når egenskapen a25 endres til a35, bør Norsvin ta stilling til hvordan den informasjonen som går tapt fra 25 til 35 kg, skal bli fanget opp.

---

## ABSTRACT

Genetic analysis of various production traits in Norwegian landrace was estimated from a raw data set consisting of two herds in the United States and a data set from the Norwegian breeding stock at test station, processing from 2011.

Data with raw material from the Norwegian landrace kept in the U.S was consisted of 4070 individuals. Both sexes, the individual registration-number of the farmer, date and weight at three weeks of age, and the nursery- date and weight was present in the file. From the database taken from Norsvin, 90220 individuals were present. Both Norwegian and U.S registered animals from both sexes was in the file. There were 19 different parameters in the file but not all animals had information on all of the parameters.

To say something about the context of the traits, the data sets were connected together. Variance components, correlations and genetic levels were calculated and compared in univariate and bivariate analysis for the traits affecting growth and average daily gain. The heritability for age at 35 kg was for the Norwegian and U.S data, estimated to be 0,36 and the correlation between age at 35 kg in the Norwegian and U.S was estimated to be 0,78. A merging of the trait a35 in the two data sets, would lead to a lower degree of heritability of age at 35 kg in the Norwegian breeding stock, and were therefore not included in further analysis.

Variance components and genetic levels for all growth characteristics in the Norwegian data were estimated in the univariate analysis. Heritability ratio was from 0,07, to 0,44 and was lowest for the early term, and highest for the term age at 100 kg. Daily gain and feed efficiency showed coherence. The heritability for days from 7 to 35 kg was 0,42, and it has been shown that correlations with feed consumption is high (Schnyder et al. 2001; Schulze et al. 2002; Wetten 2012). Focus on feed consumption is therefore an important factor to maintain the genetic gain for growth.

The correlation between the age at 7 kg and number of days on the test station (d35\_100), was estimated with a bivariate analysis. The correlation between the traits was 0,18.

The heritabilities and correlations between three different phases in the growth period and age at 100 kg at test, were 0,19, 0,72 and 0,85. Correlations increases as the time interval between the traits is reduced. A multivariate analysis was intended to say something about the

---

relationship between early, middle and late phases of growth. The genetic correlations between the three traits were low (-0,01) and negative for both age at 7 kg and days from 7 to 35 kg, and for age at 7 kg and number of days from 35 to 100 kg. The correlation between days from 7 to 35 kg and 35 to 100 kg was moderate and 0,31.

The analysis in the study showed low heritabilities in the early phase of growth, and increasing with time. The correlations between early growth and the time an individual uses to reach 100 kg at test station were low, thus correlations increased with time and age.

The analysis of the weight at three weeks and number of days from 7 to 35 kg in the breeding populations had a negative correlation of -0,17, and the correlation between weight at three weeks and weight gain from 21 to 150 days was 0,44. A high weight at three weeks is not only correlated with a shorter period from 7 to 35 days, but also provides a faster weight gain to 150 days in the breeding populations.

Despite the age at 100 kg, the highest degree of heritability is in the period between 7 and 35 kg. When the trait is changed from a25 to a35, Norsvin will have to decide how the information that is lost from 25 to 35 kg, will be captured.

---

## Innholdsfortegnelse

1 INNLEDNING .....	8
2 AVLSMÅL OG EGENSKAPER .....	10
2.1 Avlsmål .....	10
2.2 Egenskapene .....	11
3 MATERIALE OG METODE .....	13
3.1 Data .....	13
3.1.1 Redigering av USA data .....	15
3.1.2 Redigering av Norsvins datafil .....	20
3.2. Valg av effekter .....	21
3.2.1 Slektskapsfilene .....	22
3.3 Statistiske modeller .....	23
3.3.1 Genetiske analyser .....	24
3.4. Redigerte data .....	28
3.4.1 Redigerte USA data .....	28
3.4.2 Redigerte Norsvin data .....	28
3.4.3 Et datasett med info fra kontrollbesetninger i USA og tilvekstegenskaper fra Norsvins database .....	29
4 RESULTATER .....	30
4.1. GLM analyse av USA data .....	30
4.2 Genetiske analyser av egenskapene a35u, a35a i amerikanske data og a35 fra Norsvin data ...	31
4.3 Analyser av Norsvin Data .....	32
4.3.1 Univariate analyser av tilvekstegenskapene. ....	32
4.3.2 Sammenhengen mellom treukersvekt(a7) og den nye tilvekstegenskapen a35_100. ....	33
4.3.3 Sammenhengen mellom tre ulike vekstfaser a7, d7_35kg og d35_100kg og tilvekst i dager fra 0 til 100 dager(a100). ....	34
4.3.4 Sammenhengen mellom vekstfasene a7, d7_35 og d35_100. ....	34
4.3.5 Sammenhengen mellom treukersvekt og vektøkning i fra 21_150 dager i feltbesetninger ...	35
5 DISKUSJON .....	36
5.1 Analyse av amerikanske data og data fra Norsvin .....	36
5.1.1 Genetiske analyser av alder ved 35 kilo .....	36
5.1.2 Korrelasjonene mellom de ulike parameterne a35u, a35a og a35. ....	40



---

5.2 Tilvekstegenskaper i Norsvins database .....	41
5.2.1 Univariate analyser av tilvekstegenskaper i data fra Norsvin .....	41
5.2.2 Bivariate analyser og nye tilvekstegenskaper. Korrelasjoner mellom ulike tilvekstfaser.....	44
5.2.3 Multivariat analyse av tilvekst i tidlig-, mellom- og sen tilvekstfase.....	48
5.2.4 Bivariate analyser av treukersvekt, antall dager fra 7 til 35 kilo og vektøkning fra 21 til 150 dager på data fra Norsvin. ....	49
6 KONKLUSJON .....	51
7 LITTERATURLISTE .....	53

---

## 1 INNLEDNING

Eksport av svin har vært i fokus for finansiering av den norske avlsvirksomheten i flere tiår. Det amerikanske markedet er enormt. Det produseres ca. 116 millioner slaktegriser hvert år og populasjonen består av om lag 5,8 millioner purker. For å komme inn på det amerikanske markedet ble Norsvin Internasjonal AS etablert i 1996 (Holm 2007). I 2002 ble 602 landsvin/yorkshire purker eksportert for å etablere en norsk besetning i USA, og det samme året ble datterselskapet Norvin USA LLC dannet. Selskapet hadde som mål å tilbakeføre midler for drift og utvikling av det norske avlsarbeidet (Jensen 2008).

Flere samarbeidsavtaler som er inngått i ettertid på det amerikanske markedet, er av stor økonomisk betydning for det fremtidige avlsarbeidet Norsvin utøver, og for selskapets eksportstrategi. Avtalen med Genetiporc i 2006 ble et gjennombrudd for eksportsatsingen (Jensen 2008). Dette er en langsiktig avtale, hvor selskapet benytter genetik fra Norsvin i hele sitt avls- og oppformeringssystem. Omsetningstallene for Norsvin USA LLC er forventet å nå 70 millioner kr innen 2014, og har nå like stor omsetning internasjonalt som nasjonalt (Norsvin 2011a).

Det norske landsvinet har en høyere daglig tilvekst enn den amerikanske grisen frem til 100kg levendevekt. Her avsluttes den norske registreringen på tilvekst, mens det i USA slaktes først ved 130kg. Amerikanerne har stort fokus på tilvekst og velger sæd fra råner med høy avlsverdi på nettopp dette. Men allikevel er den totale tilveksten i den siste vekstfasen lavere for norsk landsvin i USA, enn hva den er for det amerikanske svinet. Dette er en av utfordringene den norske svineavlen står foran. De er ambisiøse, og har som mål å ha den beste svinegenetikken i verden. For å finne ut hva som årsaken til lavere tilvekst etter 100kg, evalueres nå et prosjekt som ble etablert i 2011. Resultatet er forventet i høsten 2012 (Norsvin 2011b).

I tillegg til god tilvekst, helse og fruktbarhet, er det en ytterst effektiv fôrutnyttelse som skiller norsk Landsvinet fra amerikansk svin. Nøkkeltall fra Norsvins årsmagasin 2011, viser at en norsk gris forbruker 41kg mindre fôr enn hva en amerikansk gris gjør (Norsvin 2011c). Det sier seg selv at dette bidrar med en økonomisk gevinst for svineprodusentene, og at effektiv fôrutnyttelse er en viktig egenskap da krav til råvarer og fôrutgifter øker.

Oppgaven tar utgangspunkt i ett datasett med registrerte smågrisvekter fra to avlsbesetninger i USA, og ett fra Norsvins database på Landsvinbesetninger fra 2011. Smågrisvektene fra USA benyttes ikke i Norsvins database for registrering av tilvekst. Analyser av dette datasettet med

---

griser fra to besetninger i USA, kan gi Norsvin ytterligere informasjon om egenskapen tilvekst.

Da Norsvin har bestemt å endre egenskapen alder ved 25 kg, til alder ved 35 kg (Norsvin 2012a), var det også interessant å analysere de amerikanske dataene på denne egenskapen. Målet med oppgaven var å finne korrelasjoner mellom tilvekstegenskaper i besetninger fra USA og registrerte tilvekstegenskaper på landsvin fra Norsvins database. Hvis egenskapene var å anse som den samme og korrelasjonen mellom dem var høy nok, ville det vært ønskelig å analysere disse dataene i et samlet datasett. Dette kan øke sikkerheten på egenskapen hos Delta.

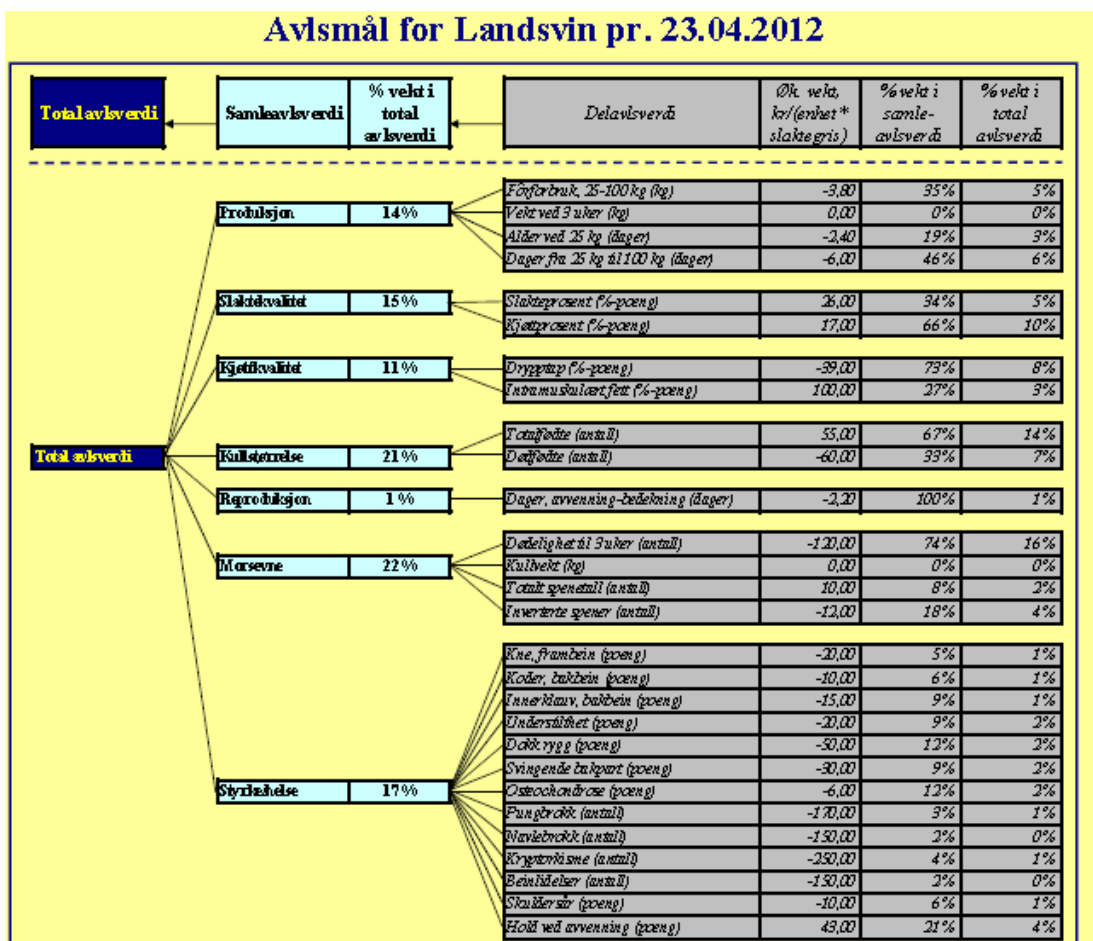
Når det er snakk om å justere egenskaper i avlsmålet er det viktig å ha solid informasjon om utfallet av endringene. Sammenhenger mellom tidlig-, mellom -og sen tilvekst kan påvirke justeringer både negativt og positivt. Wetten et al.(2012) fant høyest korrelasjon mellom fôropptak og tilvekst ved 115 dager. De poengterte hvor viktig det er med utstrakt analyse og estimering av alle sammenhenger knyttet til tilvekst. Med tanke på de nye tilvekstegenskapene som nå registreres, var det derfor også ønskelig med flere genetiske analyser av ulike perioder av tilveksten i datasettet fra Norsvins database.

## 2 AVLSMÅL OG EGENSKAPER

### 2.1 Avlsmål

Dagens avlsprogram inkluderer totalt 26 egenskaper som alle har en vekt for beregning av avlsverdier. Vekting av egenskapen alder ved 25 kg er 3 %, mens dager fra 25 kg til 100 kg er vektet med 6 % (Ranberg, I. pers.med.18.05.2012). Da det jobbes med å øke sluttvekten på landsvinet, vil egenskapen antall dager fra 35 til 120 kg erstatte dager fra 25 til 100 kg. Egenskapen 35-120 kg er fortsatt ikke med i avlsmålet fordi de dyrene som inngår i målingen av dager fra 35-120 kg, enda ikke har nådd avsluttende alder. Egenskapen vekt ved 3 uker er per 23.04.2012, ikke lenger vektet i avlsmålet for landsvin. Egenskapen er erstattet med totalfødte og dødfødte, og fremgangen for antall avvente grisunger vil bli som følge av økt overlevelse (Olsen 2011).

Figur 1: Avlsmål for landsvin. Figur 1: viser avlsmålet for landsvin per 23.04.2012, med alle egenskapene og deres vekting i avlsmålet (Ranberg, I. pers.med.18.05.2012).



---

## 2.2 Egenskapene

I USA registreres det i tillegg til andre tilvekstegenskaper, egenskapen nurseryweight. Det er perioden fra avvenning ved 14 dager til grisungene flytter inn i slaktegrisavdelingen. Denne egenskapen er i området a25 til a35, og vil i oppgaven bli betegnet som smågrisvekt og smågrisdato i de amerikanske dataene. Informasjonen fra smågrisvekt og smågrisdato vil i oppgaven bli benyttet for beregning av a35.

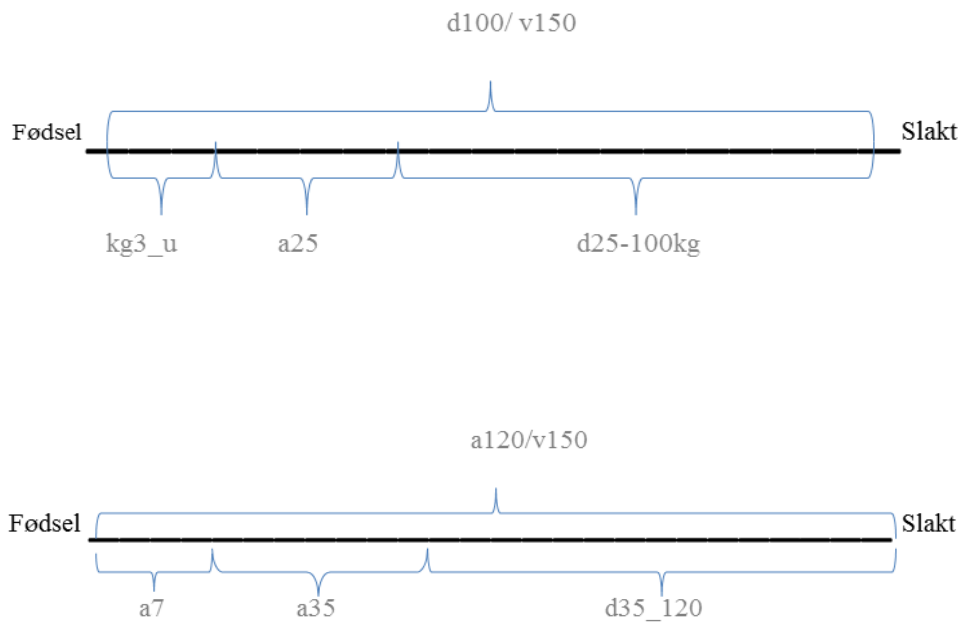
Tilvekstegenskaper på norskoppdrettet landsvin registreres i foredlingsbesetninger knyttet til Norsvins avlsprogram og på testråner ved Norsvins teststasjon Delta. Egenskapene som registreres for tilvekst i foredlingsbesetninger i Norge er; fødselsvekt, treukersvekt, og vekt ved 150 dager. I denne oppgaven er det treukersvekt og vekt ved 150 dager som analyseres i foredlingsbesetningene. Det er praktisk sett umulig å veie alle treukersvekter ved eksakt tre uker. Derfor blir vekten av grisungene korrigert til 21 dager, på basis av at de er målt i et tidspunkt mellom 17-21 dager. Egenskapen kg ved tre ukers alder, eller korrigert treukersvekt, omtales senere i oppgaven som kg/3u\_k.

Rånene velges ut på bakgrunn av en seleksjonsverdi. Denne består av en slektskapsverdi og en avlsverdi. Avlsverdien for rånene er basert på egenskapene i avlsmålet, med unntak av fødselsvekt. (Olsen, D. pers.med.15.07.2012). På rånene i teststasjon registreres alder ved 25 kg, daglig fôrinntak og dager fra 25 til 100 kilo (Figur 1).

Daglig tilvekst på rånene registreres gjennom hele testperioden, og dager fra 0 til 100 kg er den siste egenskapen som registreres, før antall dager fra 25 til 100 kg blir beregnet. Den avsluttende registreringen på teststasjonene endres nå til 120 kg når de dyrene som er på teststasjonen når denne alderen. I denne oppgaven beregnes alder ved 25 kg og alder ved 35 kg, samt dager fra 0 til 100 kg som den avsluttende målingen.

Figur 2 viser hvor egenskapene registreres i grisens liv fra fødsel til slakt på en tidslinje. Det er to ulike situasjoner. Øvre linje er dagens situasjon i foredlingsbesetninger og på teststasjon. Andre linje er situasjonen slik den muligens vil se ut når avlsmålet blir endret.

**Figur 2: Tidslinje med egenskaper i feltbesetninger og på teststasjon.**



*Figur 2: Tidslinjen fra fødsel til slakt. Første linje viser dagens egenskaper i feltpopulasjoner og på teststasjon. Dager fra 0-100kg (d100), vekt ved 150 dager (v150), treukersvekt (kg3\_u), alder ved 25 kg (a25) og dager fra 25-100 kg (d25-100). Andre linje viser egenskapene slik det kan se ut ved endring av a25 til a35 og d25-100 til d35-120 i avlsmålet. Alder ved 120 kg (a120), v150, treukersvekten beregnet som alder ved 7kilo (a7), alder ved 35 kg (a35) og antall dager fra 35-120 kg.*

### 3 MATERIALE OG METODE

#### 3.1 Data

Filen fra USA inneholdt 4067 individer med ID nummer, medlemsnummer, fødselsdato, kjønn, treukersdato, kg ved 3 ukers alder, korrigert treukers vekt, smågrisdato og smågrisvekt. Målingene i USA-filen er gjort i tidsrommet 15.06.2010 til 14.10.2011.

Tabell 1 viser USA data med antall individer, egenskaper, kjønn og gjennomsnittsverdi for egenskapene.

**Tabell 1: Antall individer innen hvert kjønn, egenskaper, antall registreringer per egenskap og gjennomsnittsverdier for egenskapene i det amerikanske datasettet.**

	Egenskap	N	Snittverdi
1801 råner	kg3u	1799	7,14
	kg3u_k	1700	7,53
	smågris dag	1801	20,44
	smågris mnd	1801	7,70
	smågris år	1801	10,69
	smågris vekt	1801	21,48
	2259 purker	kg3u	2194
kg3u_k		2014	6,78
smågris dag		2259	18,95
smågris mnd		2259	7,37
smågris år		2259	10,58
smågris vekt		2259	44,87
kg3u		7	6,24
7 kastrater	kg3u_k	6	6,68
	smågris dag	7	18,00
	smågris mnd	7	9,00
	smågris år	7	10,29
	smågris vekt	7	51,14

Datamaterialet fra USA inneholdt korrigerte treukersvekter, men utover dette var de ikke kontrollert mot feil eller andre unormale faktorer. Det var derfor behov for utstrakt redigering og tilpassing for å gi et resultat som kunne benyttes i videre beregning.

Filen fra Norsvin besto av 90220 individer. Filen inneholder både norske og amerikanske dyr. Tabell 2 viser data fra Norsvin sin database med kjønn, egenskaper, antall individer innen hver egenskap og gjennomsnittsverdier for de samme egenskapene.

**Tabell 2: Antall individer innen hvert kjønn, egenskaper, antall registreringer per egenskap og gjennomsnittsverdier for egenskapene i Norsvin sin database.**

	Egenskap	N	Snittverdi
8245 råner	kg3u_k	8218	7,95
	a7	8218	19,15
	a25	6600	63,63
	d7_35kg	6557	60,49
	a35	6565	79,18
	d25_100kg	6565	81,93
	levf_kull	8124	12,82
	v150	608	107,81
	a100	6565	145,54
	d35_100	6565	66,35
	kg21_150	604	100,42
	57165 purker	kg3u_k	56215
a7		56215	22,16
levf_kull		57165	13,23
v150		55896	101,91
kg21_150		54985	95,25
2256 kastrater	kg3u_k	2213	6,97
	a7	2213	22,14
	a25	1	67,58
	levf_kull	2256	14,00

Filen inneholdt følgende variabler: individnummer, medlem-år, kjønn, kullnummer for mor (morskull-nummer), fødselsmåned (født\_mnd), besetning/år/sesong (besaarses), fødselsår og måned (år-mnd), kullnummer, bingenummer og levendefødte. Egenskapene treukersvekt og levendefødte i kullet er registrert på alle individer. A25 og a35 er kun registrert på råner på Delta. D25\_100, d35\_100 og a100 er beregnet på bakgrunn av a25 og a35. V150 er registrert på 55896 purker i foredlingsbesetninger hos Norsvin, men fileen inneholder også 608 råner med v150 fra USA. Kg 21\_150 er generert på både purker og råner fra v150. Alle målingene i dette datasettet var fra 2011.

Filen med data fra Norsvin krevde ikke like omfattende redigering som de amerikanske, da den allerede var kontrollert og benyttet i tidligere beregninger.

Begge datasett ble korrigert for dobbeltregistreringer og ulike benevninger av egenskaper ble samkjørt. I analysene knyttet til denne oppgaven, er negative verdier naturlig nok feil, så disse



---

ble slettet. Det ble korrigert for ekstremt store eller lave verdier og andre unormale verdier ble også redigert bort.

SAS ble benyttet i redigering av datamateriale (SAS 2008-2009).

### 3.1.1 Redigering av USA data

En besetning hadde smågrisvekt i pound så disse ble innledningsvis beregnet om til kg. Individier som ikke hadde fullstendige målinger på alle egenskaper ble beholdt i datasettet, da disse allikevel vil bidra med genetisk informasjon ved beregning av arvegrader.

Det er en viss unøyaktighet knyttet til 3 ukers målingene. De individene som kommer lavest ut på vekten, det vil si de som måles på dag 17 fremfor dag 21, bidrar til å trekke ned snittet av målingene. Det er motsatt for de individene som er eldre enn 21 dager.

For å studere korrelasjonen mellom treukersvekten og alder ved 35 kg, ble egenskapen alder ved 7 kg ( $a_7$ ) konstruert.

Beregning av egenskapen  $a_7$  er vist i Formel [1].

1)

$$a_7 = 7 * \frac{21}{KG_{3U_k}}$$

3720 individer fikk beregnet  $a_7$ .

Smågrisvekten i USA registreres ved cirka 12 ukers alder og ble omregnet til  $a_{35}$ . På denne måten var den sammenlignbar med egenskapen i de norske dataene. For senere å kunne sammenligne USA med data fra Norsvin, omtales egenskapen i de amerikanske data som  $a_{35u}$  (i Norsvin data betegnes egenskapen som  $a_{35}$ ).  $a_{35u}$  ble beregnet på bakgrunn av smågrisvekt og smågrisalder tilgjengelige i USA dataene. Formelen som ble benyttet i beregning av  $a_{35u}$  er vist under. Formel er hentet fra Norsvin-forsker og bivileder i oppgaven, Dan Olsen.

Formel [2] beregner alder ved 35 kg for USA data.

2)

$$ald_{35} = alder + \frac{-(b_1 + b_4 * alder) + \sqrt{(b_1 + b_4 * alder)^2 - 4 * b_3 * (innvekt - 35)}}{2b_3}$$

---

Hvor:  $b_1 = 0,54194942$ ,  $b_2 = 0,00355631$  og  $b_3 = 0,00121425$ ,  $\text{alder} = \text{smågrisdato} - 3\text{ukersdato}$  og  $\text{innvekt} = \text{smågrisvekt}$ .

B-verdiene er hentet fra Norsvin og inngår i beregninger av korrigerte vekter. Formelen som beregner  $a_{35u}$  baserer seg på alder ved smågrisveiting, og er funksjonell i et visst intervall. Den takler ikke ekstremt store eller lave smågrisvekter (Olsen, O. pers.med.01.04.12).

Totalt fikk 3394 individer estimert egenskapen  $a_{35u}$ .

For å si noe om tilveksten i perioden mellom  $a_7$  og  $a_{35u}$  ble egenskapen  $d_{7\_35}$  beregnet for 3188 individer. Dager fra 7 til 35 kg er en ny egenskap for analysering av vekst i perioden fra 7 kg til 35 kg.

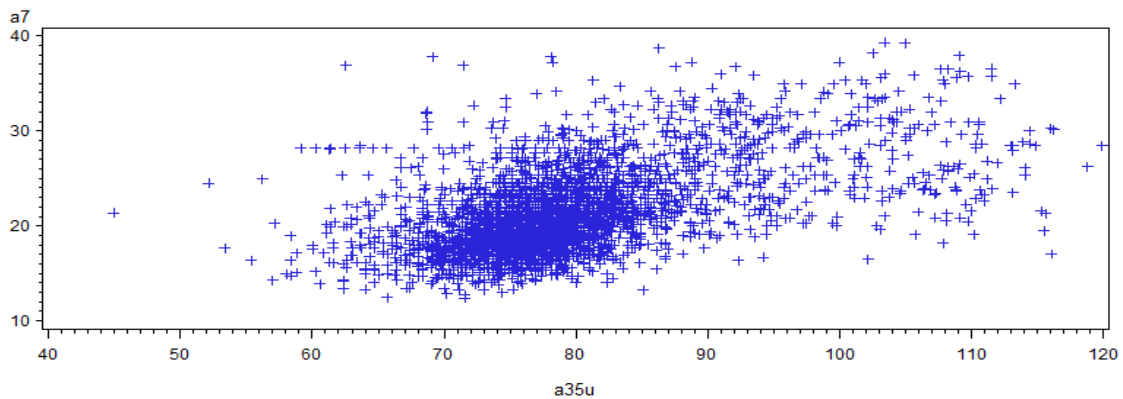
For å få et enklere bilde av alle observasjonene og gjøre det lettere å utelukke unøyaktigheter eller feil i dataene, ble det laget plott av fenotypiske registreringer for egenskapene. Figurene viser variasjon i målingene og ble brukt for å sette restriksjoner på hvilke observasjoner som skulle være med i datasettet.

I et plott (ikke vist) med smågrisalder og alder ved 35 kg, var det individer som hadde en smågrisalder på 200 dager eller mer, samtidig som de hadde en alder ved 35 kg i intervallet 140-150 dager. Disse ble slettet. Det samme gjorde observasjoner som hadde lavere verdi for  $a_{35u}$  enn for  $a_7$  (Tabell 1).

Et plott av  $d_{7\_35}$  mot  $a_7$  (ikke vist), hadde målinger hvor  $d_{7\_35} < a_7$ . Dette er feil og disse registreringene ble også slettet fra dataene (Tabell 1).

Sammenhengen mellom egenskapene  $a_7$  og  $a_{35u}$  er vist i figur 3.

**Figur 3: Plott av a7 og a35u i data fra USA.**



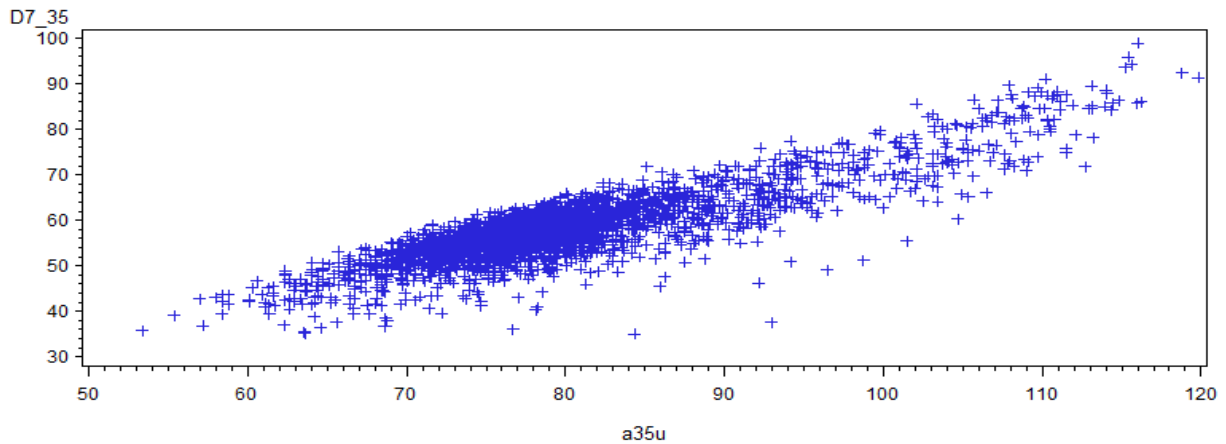
*Figur 3: viser sammenhengen mellom egenskapene a7 og a35u. Her ligger normalverdien for a7 i intervallet mellom 13 og 30 dager mens normalverdien for a35u ligger mellom 60 og 75 dager. Det er også en del registreringer i området 30-40 for a7 og mange individer som er registrert med egenskapen a35u over 75 dager og opp til 120 dager.*

Det er usannsynlig at et individ er mer enn 40 dager ved 7 kg. Det samme gjelder hvis mindre enn 40 eller mer enn 130 dager ved 35 kg. Disse observasjonene ble derfor slettet.

De individene som var registrert som veldig unge ved a7, samtidig som de også var veldig unge ved a35u, har muligens ikke riktig vekt. Et individ som har en alder mindre enn 5 dager ved 7 kg vekt, samtidig som den er under 40 dager gammel når den veier 35 kg, er sannsynligvis feil og disse observasjonene ble også slettet (Tabell 1).

Figur 4 viser plott av egenskapen d7-35 kg mot a35u.

**Figur 4:** Viser sammenhengen mellom egenskapene d7-35kg og a35u i datamateriale fra USA.



*Figur 4: viser en nokså lineær sammenheng mellom egenskapene d7\_35 og a35u. Når alder ved 35kg øker, er det også en økning i antall dager fra 7 til 35 kg.*

I figur 4 er det enkelte individer har brukt cirka 40 dager på å vokse fra 7-35 kg, samtidig som de var mellom 55-60 dager gamle når de nådde en vekt på 35 kg. At en gris vokser 27 kg på 40 dager og deretter nesten ingenting frem til 60 dager er urealistisk.

Den tunge delen av plottet viser individer som brukte fra 70 dager og oppover på å vokse fra 7-35 kg, samtidig som de var mellom 90 og 120 dager gamle når de veide 35 kg.

Flere individer har en alder ved 35 kg som er lavere enn alderen de hadde ved 7 kg. Disse ekstreme verdiene er feil, eller de kan være påvirket av sviktende formel for beregning av a35u. Teoretisk sett kan det være feil i både a7 og a35 i USA data, da begge egenskapene er generert basert på estimer.

For å kunne si hvor grensa går for hvilke vekter formelen takler ble det gjort en test i plottet med restriksjoner på d7\_35. Det er usannsynlig at en grisunge vokser mer enn en kg per døgn. Hvis en grisunge vokser en kg i døgnet utgjør dette 28 dager fra d7 til d35. Grensen ble satt til 35 dager. Alle målinger for d7\_35 over 35 dager ble derfor slettet. Hvis det var registreringer av d7\_35 over 35 dager, ble også a35u og a7 begrenset av dette. Dette vil si at hvis d7-35 var over 35 dager så var a35u og a7 ikke med i datasettet (Tabell 1).

Normal smågrisalder er mellom 65 og 80 dager. A25 registreres i tidsrommet 65 til 70 dager og a35 registreres ved cirka 80 dager (Olsen, D. pers.med.23,04,2012).

Størsteparten av individene bruker normalt sett mellom 68 og 88 dager på å vokse fra 7 til 35 kg og er i snitt mellom 70 og 88 dager gamle ved 35 kilos vekt, men figur 4 viser at det er mange individer med alder langt over dette ved 35 kilos vekt.

Et plott (ikke vist) som sorterer kjønn viser en unormalt høy gjennomsnittlig smågrisalder ved registrering av smågrisvekt. For muligens å korrigere for dato, hvis alle individene med høy alder ved smågrisvekt var veid på samme dato, ble dataene sortert på smågrisalder over 75 dager. Denne sorteringen viste allikevel at smågrisvekten var registrert på flere datoer og det kunne ikke korrigeres for dette i modellen. I en videre analyse av smågrisalder kom det frem at alle individer i en besetning hadde smågrisalder over 75 dager. Det ble konstruert en alternativ egenskap for alder ved 35 kilo i amerikanske data, denne fikk navnet a35a. A35a hadde ikke smågrisalder over 75 dager.

Det var kun 7 individer registrert som kastrater i de amerikanske dataene og ble disse slettet.

Tabell 3 viser alle restriksjoner for ulike egenskaper i USA data.

**Tabell 3: Restriksjoner for egenskaper i USA data.**

Restriksjoner for USA data:		
a7	<	40 dager
	>	5 dager
d7_35 kg	<	a7
a35u	<	40 dager
	>	130 dager
	<	a7
smågrisalder < 200	og	a35u [140-150 dager]
a7 < 5 dager	og	a35u < 40 dager
d7_35 kg	>	35 dager
hvis d7_35>35 dager	=	a7 og a35u ikke med i beregninger
smågrisalder	<	75 dager
smågrisalder	>	200 dager
hvis smågrisalder > 75 dager	=	a35a

### 3.1.2 Redigering av Norsvins datafil

Nye tilvekstegenskaper ble konstruert på data fra databasen.

Alder ved 7 kg og dager fra 7-35 kg ble beregnet på data fra individer med treukersvekt på samme grunnlag som for USA dataene. Verdier av a7 over 40 dager, ble slettet. Usannsynlige treukersvekter over 40 kg, og mindre enn 5 kg, ble også slettet.

Egenskapen vektøkning 21-150dager ble beregnet. Dette er 150 dagers vekt minus korrigert treukersvekt. V150 var i tillegg til 55896 purker, også registrert på 608 råner i filen fra Norsvin og disse er råner fra USA som var med i beregningen av egenskapen (Tabell2).

Egenskapen omtales kg21\_150.

For råner på teststasjon blir egenskapen dager ved 100 kg registrert. Men for enklere å regne med d100, ble egenskapens benevning endret til a100. Alder ved 100 kg er et mål på antall dager fra fødsel og til 100 kg.

Dager fra 25 til 100 kg blir heretter omtalt som d25\_100 kg, mens den nye egenskapen dager fra 35-100 kg blir omtalt som d35-100 kg.

Tabell 4 viser en oversikt over de ulike tilvekstegenskapene som benyttes i analysen av USA- og Norsvin data og benevningen av disse.

**Tabell 4: Tilvekst egenskapenes benevning i USA og i Norsvin data.**

Data fra:	Benevning av egenskap	Forklaring
USA data	a35u	alder ved 35 kg
	a35a	alternativ alder ved 35 kg
Individer i foredlingsbesetninger, samt purker, råner og kastrater i kontroll-besetningene fra USA	a7	alder ved 7 kg
	kg 3u_k	korrigert treukersvekt
	d7_35 kg	antall dager fra 7 til 35 kg
	d25_100 kg	antall dager fra 25 til 100 kg
	d35_100 kg	antall dager fra 35 til 100 kg
	a100	alder ved 100 kg
	v150	vekt ved 150 dager
	kg 21_150 dager	vektøkning i kg fra 21 til 150 dager
Råner på teststasjon	a35	alder ved 35 kg

---

### 3.2. Valg av effekter

Faste effekter antas å påvirke egenskapene som registreres i avlsarbeidet og antas derfor å ha en effekt på tilveksten.

Det antas en effekt av medlemsnummer. Medlemsnummer er knyttet til en spesifikk svineprodusent og det kan for eksempel være rutiner ved veiing og registrering av egenskapene som påvirker tilveksten innen besetninger med ulike medlemsnummer.

En effekt av fødselsdato, fødselsmåned og fødselsår er forventet. Temperaturer i ulike måneder er vist å påvirke tilveksten, og andre effekter av årstid og år kan ha en effekt på tilveksten.

Effekt av kjønn er forventet da råner kan vokse mer og fortere enn purker.

Smågrisdatoen innen en besetning kan skape variasjon hvis for eksempel veietidspunkt varierer. Kull som er født på samme dag kan bli veid på like datoer. Effekt av smågrisdato innen besetning er derfor forventet.

Effekt av smågrisalder oppstår hvis et kull veies ved en lav alder og et annet ved en høy alder. Det antas derfor effekt av smågrisalderen.

Det er en effekt av kull da ett kull ikke er likt som et annet. Kull varierer i størrelse og antall levendefødte.

Mors kullnummer har også en effekt, da mor føder flere unger i andre kull enn i første kull, Gjennomsnittlig fødselsvekt er også høyere i andre og tredje kull (Damgaard et al. 2003).

Det er antatt en effekt av variabelen besetning/år/sesong. Variabelen inneholder medlemsnummer og en periode på to måneder. Dyr født innenfor en periode på ett år innen samme besetning har en effekt, og dyr født innenfor en to-måneders periode har enda en effekt.

Variabelen medlemsnummer og dato for treukersveiingen (medlem/dat) har en effekt, da det er forskjell i dato for hver måle-dag innen besetningene, innen samme medlemsnummer og innen et år.

### 3.2.1 Slektskapsfilene

Før de genotypiske varianskomponentene ble beregnet, ble filen med smågrisdata fra USA og filen med tilvekstegenskaper fra Norsvins database, koblet til hver sin slektskaps fil.

Tabell 5 viser en oversikt over slektskapsfilen for amerikansk data, med 5 generasjoner og fødselsår for disse. Frekvensen av slektskap fra hver generasjon og hvert fødselsår vises også.

**Tabell 5: Slektskapsfilen med antall individer og prosentandel innen hver generasjon og innen hvert fødselsår for USA data.**

Generasjon	Frekvens	Prosent
0	88394	91,81
1	5300	5,50
2	1610	1,67
3	782	0,81
4	188	0,20
5	8	0,01
Fødselsår	Frekvens	Prosent
2002	9	0,01
2003	149	0,15
2004	601	0,62
2005	905	0,94
2006	1573	1,63
2007	2981	3,10
2008	19527	20,28
2009	23847	24,77
2010	22408	23,27
2011	24072	25,00
2012	203	0,22

Slektskapsfilen benyttet på USA data hadde aner tilbake til 2002 og inneholdt 5 generasjoner med slektninger.

Tabell 6 viser en oversikt over slektskapsfilen for filen med tilvekstegenskaper fra Norsvin, med 7 generasjoner og fødselsår for disse. Frekvensen av slektskap fra hver generasjon og hvert fødselsår vises også i denne tabellen.



**Tabell 6: Slektskapsfilen med antall individer og prosentandel innen hver generasjon og innen hvert fødselsår for Norsvin data.**

Generasjon	Frekvens	Prosent
0	65036	90,72
1	4284	5,98
2	1409	1,97
3	705	0,98
4	206	0,29
5	29	0,04
6	17	0,02
7	3	0,00
Fødselsår	Frekvens	Prosent
2002	7	0,01
2003	130	0,18
2004	544	0,76
2005	790	1,10
2006	1310	1,83
2007	2461	3,43
2008	15043	20,98
2009	17484	24,39
2010	15905	22,19
2011	17923	25,00
2012	92	0,13

Dyr med registrerte fenotyper tilhører generasjon 0. Hvis foreldre og besteforeldre også har registrert fenotyper tilhører disse også generasjon 0.

### ***3.3 Statistiske modeller***

I dyreforsøk er dato oftest ubalanserte, da grupper med dyr sjelden er like. GLM analyse beskriver statistikken og forteller om modellens effekter er signifikante (Engstrand 2003).

De ubalanserte dataene ble analysert i en GLM analyse. Softwaren SAS ble benyttet for denne analysen.

---

Modell 1 ble benyttet i GLM analyse av USA data for å angi hvilke effekter som påvirker egenskapen a35a.

Modell 1)

$$y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + \gamma^2 + e_{ijkl}$$

- $y_{ijkl}$  er observasjon av A35u for hvert individ
- $\mu$  er middeltall av A35u
- $\alpha_i$  er effekt av smågrisdato innen medlemsnummer hvor  $i=1,2$
- $\beta_j$  er effekt av kjønn  $j=1,2$  hvor 1 er råner og 2 er purker
- $\gamma_k$  er effekt av smågrisalder
- $\gamma^2$  er effekt av smågrisalder kvadrert
- $e_{ijkl}$  er feilledet,  $e \sim N(0, \sigma^2_e)$

For å kunne sammenligne flere egenskaper fra de to datasettene med hverandre i bi- og multivariate analyser, ble filene med registrerte tilvekstegenskaper slått sammen til en og samme fil. SAS ble benyttet for sammenslåing av datasettene, og filen fikk navnet USA-Nor og omtales videre i oppgaven som USA-Nor data.

### **3.3.1 Genetiske analyser**

For estimering av varianskomponenter ble dyremodell benyttet. Dyremodellen ivaretar faste og tilfeldige effekter i beregningene og tar med alle dyrene i et datamateriale (Lynch. M. 1998). Softwaren DMU ble benyttet i beregning av varianskomponenter og korrelasjoner for de resterende modellene. Metoden DMUAI benytter gjennomsnittlig forventet informasjon og er den raskeste metoden for estimering av varians. Hvis det er behov for et mer nøyaktig estimat kan programmet svinge over til EM metoden. EM benytter Maximum Restricted Likelihood (forventet maksimums verdi). DMU angir et estimat på variansen når komponentene konvergerer (DMU 2006).

---

Modell 2 ble benyttet i uni- og bivariate analyser for estimering av varianskomponenter og arvegrader for egenskapene (Tabell 3).

Modell 2)

$$y_i = X\beta_{jklmno} + Zu_{1i} + Zu_{2i} + e_i$$

- $y_i$  er observasjon av  $i$ -te egenskap.
- $X$  knytter faste effekter til observasjonene.
- $\beta_j$  er fast effekt for egenskapen mors kullnummer.
- $\beta_k$  er fast effekt for egenskapen kjønn.
- $\beta_l$  er fast effekt av egenskap medlemsnummer og dato for treukersveeing.
- $\beta_m$  er fast effekt av egenskap medlemsnummer og år.
- $\beta_n$  er fast effekt av egenskap fødselsmåned
- $\beta_o$  er fast effekt av egenskap besetning innen år og sesong
- $Z$  knytter tilfeldige effekter til observasjonene.
- $u_{1i}$  er tilfeldig effekt av individ for egenskapen  $i$ . Sammen med  $Z$  utgjør den slektskapsmatrisen  $A$ .  $u_{1i} \sim N(0, A\sigma^2 a_i)$ .
- $u_{2i}$  er tilfeldig effekt av kull for egenskapen  $i$ . I kombinasjon med  $Z$  utgjør denne effekten en identitetsmatrise,  $I$ .  $u_{2i} \sim N(0, I\sigma^2 u_i)$ .
- $e_i$  er feilleddet for egenskapen  $i$ .  $e_i \sim N(0, \sigma^2 e_i)$ .

---

Modell 3 ble benyttet i bivariate analyser for estimering av korrelasjoner mellom egenskapene a35u, a35a og a35. Mors kullnummer, kjønn, dato for treukersvekt innen medlemsnummer og år innen medlemsnummer ble valgt som faste effekter.

Modell 3 ble også benyttet for beregning av varianskomponenter og arvegrader på enkeltegenskaper i data fra Norsvin, og i bivariate og multivariate analyser for estimering av korrelasjoner mellom ulike tilvekstegenskaper i USANor data.

De tilfeldige effektene i de ulike analysene er vist i tabell 3.

Modell 3)

$$y_i = X\beta_{jklmn} + Zu_{1i} + Zu_{2i} + Zu_{3i} + e_i$$

- $y_i$  er observasjoner på  $i$ -te egenskap.
- $X$  knytter faste effekter til observasjonene.
- $\beta_j$  er fast effekt for egenskapen mors kull-nummer.
- $\beta_k$  er fast effekt av egenskap fødselsmåned.
- $\beta_l$  er fast effekt av egenskap medlemsnummer innen år.
- $\beta_m$  er fast effekt av egenskap kjønn.
- $\beta_n$  er fast effekt av egenskap besetning innen år og sesong.
- $Z$  knytter tilfeldige effekter til observasjonene.
- $u_{1i}$  er tilfeldig effekt av individ for egenskapen  $i$ . Sammen med  $Z$  utgjør den slektskapsmatrisen  $A$ .  $u_{1i} \sim N(0, A\sigma^2_{a_i})$ .
- $u_{2i}$  er tilfeldig effekt av kull for egenskapen  $j, k, l, m$  og  $n$ . I kombinasjon med  $Z$  utgjør denne effekten identitetsmatrisen,  $I$ .  $u_{2i} \sim N(0, I\sigma^2_{u_i})$ .
- $u_{3i}$  er tilfeldig effekt av bunge for egenskapen  $i$ . I kombinasjon med  $Z$  utgjør denne effekten identitetsmatrisen,  $I$ .  $u_{3i} \sim N(0, I\sigma^2_{u_i})$ .
- $e_i$  er feilleddet for egenskap  $i$   $e_i \sim N(0, \sigma^2_{e_i})$ .

Tabell 7 viser valg av modell, faste og tilfeldige effekter for ulike tilvekstegenskaper og hva slags analyse de ble benyttet i.

**Tabell 7: Valg av analyse, modell, faste og tilfeldige effekter for alle egenskaper.**

Analyse	Modell	Egenskap	Faste effekter	Tilfeldige effekter
Univariat analyse	2	a35u, a35a, a35	a35u og a35a= mors kullnummer, medlemsnummer/år, kjønn, medlemsnummer/dato for treukersveing. a35= Fødselsmåned, mors kullnummer, medlemsnummer/år	Individ, kull Individ, kull
	2	a7, kg3u_k, d7_35kg	Fødselsmåned, mors kullnummer, medlemsnummer/år, kjønn	Individ, kull
	3	d35_100, d25_100kg	Fødselsmåned, mors kullnummer, medlemsnummer/år	Individ, kull og binge
	2	a25, a35, kg21_150dager	Fødselsmåned, mors kullnummer, medlemsnummer/år	Individ og kull
	2	v150	Mors kullnummer, besetning innen år og sesong	Individ og kull
	2	kg21_150	Fødselsmåned, Mors kullnummer, medlemsnummer/år	Individ og kull
Bivariat analyse	2	a35u, a35	a35u= Mors kullnummer, medlemsnummer/år, kjønn, medlemsnummer/dato for treukersveing. a35= Mors kullnummer, medlemsnummer/år, kjønn	Individ og kull
	2	a35a, a35	a35a= Mors kullnummer, medlemsnummer/år, kjønn, medlemsnummer/dato for treukersveing. a35= Mors kullnummer, medlemsnummer/år, kjønn	Individ og kull
	3	a7 / d35_100kg	Fødselsmåned, mors kullnummer, medlemsnummer/år	a7 =Individ og kull d35_100=Individ, kull og binge
	3	a100, a7	Fødselsmåned, mors kullnummer, medlemsnummer/år, kjønn	a100=Individ, kull og binge a7 = Individ og kull
	3	a100/ d7_35	Fødselsmåned, mors kullnummer, medlemsnummer/år	a100 =Individ, kull og binge d7_35=Individ og kull
	3	a100/ d35_100	Fødselsmåned, mors kullnummer, medlemsnummer/år	Individ, kull og binge
	2	kg3u_k/ d7_35kg	kg3u_k= Fødselsmåned, mors kullnummer, besetning innen år og sesong, kjønn d7_35kg= Fødselsmåned, mors kullnummer, medlemsnummer/år, kjønn	Individ og kull
	2	kg3u_k/ 21_150d	Fødselsmåned, mors kullnummer, besetning innen år og sesong, kjønn	Individ og kull
Multivariat analyse	3	a7/d7_35kg/d35_100kg	Fødselsmåned, mors kullnummer,	a7=Individ og kull d7_35kg=Individ, kull og binge d35_100kg= Individ og kull

I tabell 7 viser modellvalg og effekter for de ulike tilvekstegenskapene. For å unngå unødvendig oppramsing i teksten er valg av effekter for hver enkelt egenskap gjengitt i rubrikken for faste- og tilfeldig effekter.

### 3.4. Redigerte data

#### 3.4.1 Redigerte USA data

Parametere i USA data som var av betydning for videre beregninger var ID nummer, kjønn, mors kullnummer, kull, medlemsnummer, smågrisdato, a7, a35u, a35a, d7\_35 og smågrisalder.

**Tabell 8: Ferdig redigert datasett fra USA-data med Variabler, gjennomsnitt, standardavvik, maksimum og minimumsverdier.**

Variabel	N	Snitt	Std. avvik	Minimum	Maksimum
a7	3000	20,11	3,12	12,39	33,87
a35u	3658	79,23	8,80	53,39	119,90
a35a	3000	76,68	4,99	53,39	96,81
d7_35	3658	57,88	7,24	35,04	98,97
smågrisalder	3658	64,16	15,48	39,00	112,00

Det ferdig redigerte datasettet besto av 3658 individer. 3000 individer har registrert egenskapen a7, det samme gjelder for a35a. Det er 658 færre individer i a35a som følge av restriksjonen gjort tidligere.

#### 3.4.2 Redigerte Norsvin data

Tabell 9 viser en gjennomsnittstabell med parametere, antall målinger, gjennomsnittsverdier for aktuelle parametere, standard avvik, minimum og maksimumsverdier for norske data.

**Tabell 9: Redigert datasett fra norske data, med nye tilvekstegenskaper samt tilvekstegenskapenes gjennomsnitt, standardavvik, minimum og maksimumsverdier.**

Gjennomsnittstabell					
Variabel	N	Snitt	Std. avvik	Minimum	Maksimum
kg3u_k	67370	7,07	1,51	3,68	16,00
a7	67370	21,80	4,97	9,19	39,95
a25	6601	63,63	6,99	34,76	99,46
d7_35kg	6557	60,49	5,45	35,21	90,29
a35	6565	79,18	6,54	53,89	113,73
d100	6565	81,93	6,98	60,08	118,95
v150	57139	101,89	13,08	43,70	179,30
levf_kull	68275	13,20	2,95	1	25
levf_kull2*	68275	183,06	76,02	1	625
a100	6565	145,53	10,15	103,62	196,45
d35_100	6565	66,35	7,04	43,85	101,60
kg21_150	56218	95,25	12,20	37,93	170,33

\*Levf\_kull satt til regresjonsvariabel.

---

Redigert datasett fra Norsvins database besto av 68369 individer. Tre kjønn og tre kullnummer var registrert. Parameterne fødselsmåned, besetning innen år og sesong og måned innen år, inngikk også i filen. A7 er registrert 67370 ganger og frafallet skyldes mest sannsynlig manglende treukersvekt hos enkelte individer. Variablene a25, a35 og d100 er registrert på 6565 råner fra teststasjonen Delta. Noen individer mangler også egenskapen levendefødte i kull, og vekt ved 150 dager. Vektøkning fra 21 til 150 dager en ny egenskap er registrert på 56218 individer i feltbesetninger. Registreringer som har falt fra det opprinnelige datasettet mangler mest sannsynlig en av variablene kg 3u\_k eller a7.

### ***3.4.3 Et datasett med info fra kontrollbesetninger i USA og tilvekstegenskaper fra Norsvins database***

Sammenslåingen av datasettene resulterte i filen USANor. Filen besto av en kombinasjon av alle individer fra begge datasett med alle egenskaper, med varierende antall observasjoner per egenskap.

Heltallsvariablene var individ, medlemsnummer og år, kjønn, mors kullnummer, fødselsmåned, besetning-år-sesong, år-måned, kull, binge, medlemsnummer, fødselsdato, treukersdato, smågrisdato og medlemsnummer og dato for treukersveiingen(medlem/dat/år).

De avhengige variablene var korrigert treukersvekt, alder ved 7 kg (a7), alder ved 25 kg (a25), dager fra 7-35 kg, alder ved 35 kg (a35), alder ved 35kg for amerikanske dyr (a35u), alder ved 35 kg alternativ variabel (a35a), alder ved 35 kg, dager ved 100 kg, vektøkning fra 21 til 150 dager og vekt ved 150 dager. For alle analysene ble det spesifisert hvilken egenskap og hvilke effekter som inngikk i analysen. Da ikke alle dyr har alle egenskaper, og enkelte dyr har kun en egenskap mens andre har flere, varierer derfor også antall individer som har inngått i de ulike analysene. Antall individer med gitt egenskap i hver analyse er presentert i tabellene i resultatdelen.

## 4 RESULTATER

### 4.1. GLM analyse av USA data

Tabell 10 viser GLM analysen av avhengig variabel a35a. Modell 1 ble benyttet for denne analysen. Dato for veiing av smågris innen medlems-nummer (medlem/dato), kjønn og smågrisalder ble satt til klassevariabler (effekter). Smågrisalder ble satt til regresjonsvariabel (smågrisalder2).

Tabell 10 viser en GLM analyse med modell 1 og med a35a som avhengig variabel.

**Tabell 10: GLM analyse av A35a med modell 1 (N= 2972) og  $R^2=0.25$ .**

Source	df	SS	MS	F-verdi	Pr > F
Model	16	16926,11418	1057,88214	57,10	<,0001
Error	2955	54744,49839	18,52606		
Korrigert	2971	71670,61257			

Analysen viser signifikans forskjell for variablene i modellen. R-square viser at 25 % av variasjonen i a35a kan forklares med modellen.

En analyse med type III modell tar hensyn til de andre variablene ved beregning av signifikansnivå. Tabell 11 viser GLM analyse med korrigerte kvadratsummer for variablene smågrisdato innen medlemsnummer, kjønn og smågrisalder.

**Tabell 11: GLM analyse med korrigerte kvadratsummer for parameterne i GLM analyse av a35a.**

Kilde	DF	Type III SS	MS	F verdi	Pr > F
Smågrisdato innen medl.nr.	13	8713,32	670,26	36,18	<.0001
kjønn	1	458,03	458,03	24,72	<.0001
smågrisalder	1	255,69	258,70	13,96	0,0002
smågrisalder2	1	104,35	104,35	5,63	0,0177

Det var signifikant effekt av alle effektene som inngikk i modellen. Dato for veiing av smågrisvekten innen en besetning har signifikant effekt på alder ved 35 kg. Det er signifikant effekt av kjønn på a35a. Det er signifikant effekt av smågrisalder på a35a.



---

Modellen for Norsvins data var allerede gitt. Den benyttes fra før i analyser av tilvekst hos landsvin og det var derfor ikke behov for GLM analyse av disse.

#### **4.2 Genetiske analyser av egenskapene a35u, a35a i amerikanske data og a35 fra Norsvin data**

DMU ble benyttet for estimering av varianskomponenter for egenskapene a35u, a35a og a35.

Modell 2 ble benyttet for dette. Tabell 12 viser univariate analyser av a35u, a35a og a35.

**Tabell 12: Varianskomponenter estimert med univariat analyse av egenskapene a35u, a35a og a35 med modell 2.**

Egenskap	Antall individer med i analysen	Genotypisk varians	Kulleffekt	Residual varians	Arvegrad
a35u	2944	4,24	5,01	13,62	0,24
a35a	2381	4,75	1,88	8,38	0,36
a35	6547	8,85	6,06	15,53	0,36

Tabellen viser at den genetiske effekten for a35u og a35a var tilnærmet lik. Den genetiske effekten for a35 i Norsvins data var større enn den var for de amerikanske dataene.

Kulleffekten og residualvariansen for a35 og a35u, var også tilnærmet den samme, mens den var vesentlig lavere for a35a.

Arvegraden for a35u var lavere enn den var for a35a og a35.

At arvegraden for a35 i norske data er den samme som arvegraden for den alternative egenskapen a35a, hvor smågrisalder over 75 dager er redigert bort, er positivt for videre analyse. Selv om arvegraden for a35a og a35 er den samme, er det er mindre spredning og mindre feilvariens i a35a enn i a35u og a35 i amerikanske og norske data.

DMU ble benyttet for beregning av korrelasjoner mellom de amerikanske egenskapene a35a og a35u, og den norske egenskapen a35. Modell 2 ble benyttet for dette. Tabell 13 viser varianskomponenter, korrelasjoner og arvegrader estimert med bivariat analyse, av tilvekstegenskapene a35u, a35a og a35.

**Tabell 13: Varianskomponenter estimert med bivariat analyse av a35u, a35a og a35 med modell 2.**

Egenskaper	Antall individer med i analysen	Genotypisk varians	kulleffekt	Covarians	Residual varians	Korrelasjon	Arvegrad
a35u	2960	3,78	5,21	5,40	13,86	0,92	0,21
a35	6547	9,18	5,98		15,39		0,37
a35a	2381	4,71	1,93	4,78	8,41	0,74	0,36
a35	6547	8,98	6,01		15,49		0,37

Analysen av a35u og a35 ga en korrelasjon på 0,92. Når arvegraden for a35u i amerikanske data beregnes i en bivariat analyse med egenskapen a35 fra Norsvin data, reduseres arvegraden for a35u fra 0,24 (Tabell 12) til 0,21 (Tabell 13). At arvegraden for a35u er betydelig lavere enn arvegraden for a35 er ikke gunstig for med tanke på målet med denne analysen.

I analysen mellom a35a og a35 ble den genetiske korrelasjonen 0,74. En korrelasjon mellom to egenskaper på 0,74 er relativt høy, men ved sammenslåing av to egenskaper bør den være over 0,90 (Olsen, D. pers.med.13,03,2012).

### ***4.3 Analyser av Norsvin Data***

#### ***4.3.1 Univariante analyser av tilvekstegenskapene.***

Modell 2 ble benyttet ved estimering av varianskomponenter for tilvekstegenskaper i datasett hentet fra Norsvin. Unntaket var analysen av d35\_100, denne egenskapen ble analysert med modell 3 (Tabell 14). Egenskapene ble beregnet med univariat analyse i DMU.

Tabell 14 viser estimerte varianskomponenter for alle tilvekstegenskaper. Modell, antall individer, genotypisk effekt, tilfeldige effekter, residual varians og arvegrader er vist i tabellen.

**Tabell 14: Varianskomponenter estimert med univariat analyse av tilvekstegenskaper og arvegrader i data fra Norsvin. Analysen er gjort med modell 3.**

Egenskap	Modell	Antall individer med i analysen	Genotypisk varians	Kull effekt	Binge effekt	Residual varians	Arvegrad
kg 3u_k	2	66472	0,12	0,51	-	1,17	0,09
a7	2	6608	1,14	4,65	-	14,76	0,07
a25	2	6583	9,97	6,90	-	18,29	0,35
a35	2	6547	8,89	5,86	-	15,64	0,36
d7_35 kg	2	6539	7,28	5,17	-	10,15	0,42
d25_100kg	3	6547	13,29	3,93	3,35	21,62	0,38
d35_100kg	3	6547	13,53	3,96	3,46	21,56	0,38
a100	2	6547	28,07	10,16	6,54	36,32	0,44
kg21_150	2	55556	37,04	20,87	-	59,84	0,38
v150	2	56470	39,51	19,13	-	73,24	0,35

Tabellen viser at den genetiske effekten øker med tiden. Det samme gjelder for kull-effekten, residualvariansen og arvegraden. Arvegradene for tilvekstegenskapene er fra 0,09 til 0,44.

#### **4.3.2 Sammenhengen mellom treukersvekt (a7) og den nye tilvekstegenskapen a35\_100.**

Når en egenskap endres eller flyttes på er det interessant å se hvordan denne endringen påvirker andre egenskaper. Derfor ble den nye tilvekstegenskapen d35\_100 kg beregnet i en bivariat analyse med a7 for å se om korrelasjon mellom tilvekst tidlig i grisungens liv og tilvekst i perioden på teststasjon. Tabell 15 viser analysen av a7 og d35\_100 beregnet i DMU og med modell 3.

**Tabell 15: Varianskomponenter og korrelasjonen mellom a7 og d35\_100. Analysen er estimert med data fra Norsvin i en bivariat analyse og med modell 3.**

Egenskap	Antall individer med i analysen		Genotypisk varians	Kull effekt	Binge effekt	Residual varians	Korrelasjon
	a7	d35_100					
a7	66472		1,18	4,64		14,74	0,18
d35_100	6539	6547	13,88	3,91	3,47	21,38	

Tabell 15 viser at estimert genetisk korrelasjon mellom egenskapen a7 og d35\_100 i de norske dataene er 0,18.

### 4.3.3 Sammenhengen mellom tre ulike vekstfaser a7, d7\_35kg og d35\_100 kg og tilvekst i dager fra 0 til 100 dager (a100).

De tre tilvekstparameterne a7, d7\_35 og d35\_100 ble analysert med a100. Bivariate analyser av tidlig-, mellom- og sen fase av tilvekst og alder ved 100 kilo (a100) og ble beregnet med DMU. Tabell 16 viser varianskomponenter og genetiske korrelasjoner beregnet med modell 3 for egenskapene a7 og a100, d7\_35 kg og a100 og d35\_100 kg og a100.

**Tabell 16: Varianskomponenter av tilvekstegenskaper i Norsvin data. Analysen er estimert med bivariate analyser og med modell 3.**

Egenskaper	Antall individer med i analysen		Genotypisk varians	Kull effekt	Binge effekt	Residual varians	Genetisk korrelasjon
<b>a100</b> <b>a7</b>	<b>a100</b>	<b>a7</b>					0,19
	6547		28,12	14,68	5,54	46,51	
	6539	66472	1,14	4,65	-	14,76	
<b>a100</b> <b>d7_35</b>	<b>a100</b>	<b>d7_35</b>					0,72
	6547		29,19	10,83	3,70	36,97	
	6539	6539	7,45	5,15	-	10,06	
<b>a100</b> <b>d35_100</b>	<b>a100</b>	<b>d35_100</b>					0,85
	6547		28,06	10,17	6,56	36,32	
	6547	6547	13,64	3,97	3,46	21,49	

Estimatene i tabell 16 viser en lav korrelasjon mellom egenskapen a100 og a7 mens det er relativt høy korrelasjon mellom total tilvekst (a100) og perioden fra 7 til 35 kg. Den høyeste korrelasjonen er mellom total tilvekst og antall dager fra 35 til 100 kg.

### 4.3.4 Sammenhengen mellom vekstfasene a7, d7\_35 og d35\_100.

En multivariat analyse av tilvekstegenskaper fra tidlig- mellom- og sen vekstfase ble beregnet for å vise korrelasjonene mellom tre ulike perioder av tilvekst i en og samme vekstfase. Egenskapene som ble analysert var a7 og d7\_35 i foredlingsbesetninger, og egenskapen d35\_100 på teststasjon. Tabell 17 viser varianskomponenter og korrelasjoner beregnet med DMU og modell 3 i en multivariat analyse av a7, d7\_35 og d35\_100 kg.

**Tabell 17: Varianskomponenter og korrelasjoner analysert med data fra Norsvin, estimert med multivariat analyse og med modell 3.**

Egenskaper	Antall individer med i analysen			Korrelasjoner			Genetisk varians	Kull effekt	Binge effekt	Residual varians
	a7	d7_35	d35_100	a7	d7_35	d35_100				
a7	66472			1			1,14	4,65	-	14,76
d7_35	6539	6539		-0,01	1		7,53	4,97	-	10,17
d35_100	6539	6539	6547	-0,01	0,31	1	13,95	4,06	3,41	21,46

Tabell 17 viser en negativ korrelasjon tilnærmet lik null mellom egenskap 1 og 2 og egenskap 1 og 3. Korrelasjonen mellom egenskap 2 og 3 er 0,31 og moderat. Hvis et dyr vokser raskere i forhold til gjennomsnittet fra 7 til 35 kg, så vil det også gi en redusert tilvekst-tid for egenskapen dager fra 35 til 100 kg.

#### ***4.3.5 Sammenhengen mellom treukersvekt og vektøkning i fra 21\_150 dager i feltbesetninger.***

De siste bivarierte analysene ble beregnet på egenskaper registrert i Norsvin sin database. Treukersvekter ble analysert sammen med egenskapene dager fra 7 til 35 kg og vektøkning fra 21 til 150 dager. Tabell 18 viser hvor mange individer med de gitte egenskapene som inngikk i analysene og varianskomponenter og korrelasjoner for disse, beregnet i DMU med modell 3.

**Tabell 18: Varianskomponenter estimert med bivariat analyse av tilvekstegenskaper, fra Norsvin databasen. Analysen er gjort med modell 3.**

Egenskaper	Antall individer med i analysen		Genetisk varians	Kull effekt	Residual Varians	korrelasjon
<b>kg3u_k d7_35kg</b>	<b>kg3u_k</b>	<b>d7_35kg</b>				-0,17
	66472		0,14	0,49	1,17	
	6539	6539	22,19	6,36	3,60	
<b>kg3u_k kg21_150</b>	<b>kg3u_k</b>	<b>d7_35kg</b>				0,44
	66472		0,15	0,49	1,16	
	55556	55556	37,28	20,89	59,63	

Tabellen viser at korrelasjonen mellom kg 3u\_k og d7\_35 kg er lav og negativ, -0,17. Det betyr at det er en negativ sammenheng mellom korrigeret treukersvekt og antall dager fra 7 til 35 kg. En høy treukersvekt er positiv for egenskapen dager fra 7 til 35 kg og vil føre til at antall dager fra 7\_35 kg reduseres. Korrigerede treukersvekt og tilvekst fra 21 til 150 dager har en korrelasjon på 0,44. En høy treukersvekt vil derfor gi en raskere tilvekst for perioden 21 til 150 dager.

---

## 5 DISKUSJON

### *5.1 Analyse av amerikanske data og data fra Norsvin*

Effektiv fôrutnyttelse er en av egenskapene som skiller det norske Landsvinet fra amerikanske svin og som gjør den ytterst attraktiv i et internasjonalt marked. Nøkkeltall fra Norsvins årsmagasin (2011), viser at en norsk gris forbruker 41 kilo mindre fôr enn hva en amerikansk gris gjør, og har også en høyere daglig tilvekst gjennom hele perioden frem til 100 kilo (Norsvin 2011c). De norske grisene i USA vokser allikevel dårligere enn de amerikanske i den siste og avsluttende perioden før slakt, da de i USA slakter ved 130 kilo levende vekt. Det er igangsatt et prosjekt med hensikt på å finne grunnen til at de norske svinebesetningenes vekstkurve flater ut i den siste perioden, og om årsaken til dette kan være at de har en lavere fettavleiring enn amerikanske griser (Norsvin 2011b).

Fôropptaket i den mellomste fasen av tilveksten på teststasjon har vist å være høyt korrelert med individets vekt i en senere fase og derfor er fokus på egenskapene som registreres i tilknytning til 25 kilo levendevekt en viktig del av seleksjonsarbeidet. Alder ved 35 kilo har i senere tid vært i fokus, da Norsvin som nevnt, har vedtatt å endre alder ved 25 kilo til alder ved 35 kilo, samtidig som også test-lengden på Delta blir endret fra 25 til 100 kilo, til 35 til 120 kilo (Norsvin 2012b).

Det var interessant å gjøre analyser av norske landsvin i USA, da disse individene kunne bidra med informasjon om egenskapens varians, noe som er interessant i en sammenligning med egenskapen i Norge.

Denne oppgaven analyserte derfor alder ved 35 kilo for norske landsvinrånere på teststasjon og norske landsvin besetninger i USA. Det var ønskelig å benytte informasjonen fra amerikanske landsvin for å øke sikkerheten for egenskapen i de norske foredlingsbesetningene, og eventuelt også øke arvegraden for alder ved 35 kilo i Norsvins avlsarbeid på landsvin. For å kunne gjøre dette måtte egenskapen alder ved 35 kilo hos det norske Landsvinet i USA være tilnærmet lik alder ved 35 kilo hos norsk landsvin.

#### *5.1.1 Genetiske analyser av alder ved 35 kilo*

Estimerte variansparametere for de tre variantene av alder ved 35 kilo; a35u, a35a og a35 er vist i tabell 12. Den genetiske effekten var tilnærmet lik for a35u og a35a i de amerikanske

---

data, mens effekt av kull og residualvariasjon var høyere for a35u enn for a35a. Den genetiske effekten for alder ved 35 kilo i de amerikanske dataene var vesentlig mindre enn den var for a35 i Norsvins data (Tabell 12).

Lavere genetisk varians for a35 i amerikanske dyr kan komme av større forskjell i alder ved 35 kilo i de amerikanske dataene. Da a35 er konstruert på basis av smågrisvekt og med bakgrunn i en formel som ikke takler ekstremt høye eller lave smågrisvekter, vil formelen fungere dårligere om variansen er stor. Dette kan ha ført til at noe variasjon kan ha blitt redigert bort og at arvbaheten er redusert. Den genetiske variansen blir da lavere enn den fenotypiske variansen.

Andre årsaker til at den fenotypiske variansen er mindre for egenskapen alder ved 35 kilo i amerikanske data enn den er for egenskapen alder ved 35 kilo i Norsvin sine data, kan være at alder ved 35 kilo er generert på individer som består av rånere og purker fra samme besetning i amerikanske data. I Norsvin sine data er det kun rånere som får registrert egenskapen a35 på teststasjon, men rånene er opprinnelig fra ulike besetninger og derfor muligens ikke like standardiserte som de amerikanske individene.

Effekten av kull er lavere for a35a enn den er for de to andre egenskapene a35u og a35, og dette kan tyde på at det er en vesentlig effekt av kull knyttet til de individene som er redigert vekk i egenskapen a35a. Milligan et al. (2001) fant at store kull vokser saktere enn små kull, tross store variasjoner i fødselsvekt innen kull. De fant signifikant effekt av kullstørrelse og treukersvekt, hvor små kull hadde en større vektøkning enn store kull. Det var ingen effekt av kryssfostring etter tre dager, ei heller effekt av kjønn i den påfølgende vekt økningen. Kull med store variasjoner i fødselsvekt hadde en tendens til høyere treukersvekt enn jevne kull, men denne effekten ble borte når det ble korrigert for dødsfall. Det var derfor sannsynlig at dødsfall førte til en mindre effektiv kullstørrelse og derav gjennomsnittlig høyere treukersvekt i kull med store variasjoner i fødselsvekt.

Schnyder et al. (2001), påpekte at kulleffekten kun forklarer en liten del av de permanente miljøeffektene og det er derfor muligens andre permanente miljøfeil som er årsaken til forskjellene mellom a35a og a35u/a35.

Norsvin sine data på alder ved 35 kilo er hentet fra Delta. Avlsarbeid/registreringsarbeid som er utført ved teststasjoner er mer kontrollert enn det som utføres i felt. Når de permanente miljøfaktorene blir standardiserte, reduseres mengden med uforklarlige feil, og

---

variansestimaterne blir mer nøyaktige. Dette kan føre til høyere arvegrader. Det er derfor vanlig med seleksjonsarbeid på teststasjoner, og at søskentest i feltpopulasjoner bidrar med ytterligere informasjon (Brascamp 1985). Individene som lever i en teststasjon har et tilnærmet likt miljø, mens individer i ulike feltbesetninger er utsatt for flere ulike miljøfaktorer.

Det er flere permanente miljøfaktorer som kan tenkes å ha en effekt på de amerikanske dataene. Det kan være ulike rutiner knyttet til besetningen som ikke lar seg fange opp. Kvaliteter ved røkteren og produksjonsrutiner kan påvirke tilveksten i en besetning. En dyktig røkter som er nøyaktig og som har gode rutiner vil kunne ha mindre variasjon i målingene enn en røkter som er det motsatte.

Førkvalitet, mengde og fôringsintervall er viktig for optimalt fôrøptak og derav tilvekst (Danielsen 1999). I denne studien er det ingen opplysninger om hvilket fôr besetningene har blitt gitt. Heller ikke mengde og intervall i foringen. Det går derfor an å anta at foringsrutiner kan ha ulik effekt på tilveksten og dermed bidratt til mindre variasjon for alder ved 35 kilo i de amerikanske dataene.

For høy temperatur i grisehuset påvirker tilveksten negativt (Lopez. J. 1991). Det er vist at temperaturer over 22 grader celsius påvirker tilvekst og fôrøptak negativt. Det kan tenkes at temperaturen i grisehusene knyttet til de amerikanske besetningene har større variasjon og derfor påvirker tilveksten mer enn den gjør på teststasjon.

Eventuelt kan det være andre systematiske feil som ikke er kommet frem i denne analysen, som påvirker den genetiske effekten av alder ved 35 kilo for grisene i det amerikanske datasettet.

Det er mindre residualvariasjon i a35a enn det er i a35u og a35. At det er mindre uforklarlig feil i a35a, kan bety at det er flere feil knyttet til de individene som har blitt redigert vekk. Det kan være feil knyttet til dato eller vekt som påvirker residualvariansen.

De tilfeldige feilkildene i dataene kan påvirke resultatene. Tilfeldige miljøeffekter kan påvirke egenskapen negativt (Nordskog et al. 1944), og forårsake avvikende alder ved en viss vekt. For eksempel kan veietidspunkt knyttet til fôring påvirke vekten og gi et unøyaktig resultat hvis et kull måles rett før fôring og et annet etter fôring.

Andre tilfeldigheter som målefeil og rutiner ved veiingen eller annen feil ved registreringen er viktige feilkilder som etter all sannsynlighet kan ha påvirket egenskapen alder ved 35 kilo i



---

denne analysen. Det er viktig for avlsarbeidet at alle griser som inngår i registrering av egenskaper blir veid så nøyaktig som mulig og under likest mulig forhold. Dette gir bedre kontroll over egenskapene og et sikrere resultat i beregning av avlsverdier.

En genotype trenger ikke være like god i to ulike miljøer (Lynch. M. 1998). Det var ikke forventet at disse dataene skulle inneholde spesielle permanente eller tilfeldige miljøfeil, da dataene er hentet fra Norsvins kjernebesetninger i USA og var antatt å være godt kontrollert.

Arvegraden for a35u, det vil si hele det amerikanske datasettet var 0,24. Egenskapen a35a i amerikanske data og a35 i Norsvin sin database, hadde begge en arvegrad på 0,36 (Tabell 12). Arvegraden for hele det amerikanske datasettet (a35u), var betydelig lavere enn den alternative amerikanske egenskapen (a35a).

At arvegraden for a35u er betydelig lavere enn for a35 i Norsvin sine data, har mest sannsynlig en sammenheng med at de amerikanske data er påvirket av andre effekter enn de norske dataene og at det ikke er korrigert for disse i modellen. Dette kan ha ført til en underestimert av egenskapen i de amerikanske dataene.

A35u består av 3658 individer, mens a35a består av 3000 individer. De 658 individene (smågrisalder over 75 dager) som er utelukket fra a35a forårsaker en relativt stor endring i effekter. Da a35a har samme arvegrad som a35, generert på dyr i Norsvin sin database, er det sannsynligvis flere forhold rundt de 658 dyrene fra samme besetning i USA, som gjør de spesielle i forhold til alder ved 35 kilo.

For en egenskap i to populasjoner kan variansparameterne ha ulike verdier, og allikevel totalt sett, gi samme arvegrad. Hvis den genetiske effekten er større i en egenskap med tilsvarende høyere residualvarians, vil arvegraden for egenskapen bli den samme. Analysen av variansparameterne for a35a og a35 i tabell 12 bekrefter dette. I praksis kan gjennomsnittsalderen i en populasjon bli den samme om en halvpart med dyr er veldig gamle ved 35 kilos vekt, mens den andre halvparten er meget unge ved 35 kilos vekt når de måles. Det er ønskelig med variansparametere som er tilnærmet like, når to like egenskaper i populasjoner skal beregnes som en og samme egenskap. Individer som avviker fra gjennomsnittet i en populasjon vil ha en annen verdi i forhold til gjennomsnittet i en annen populasjon. I en sammenslåing av disse individene vil avlsverdiene bli unøyaktige og det vil ikke være nødvendig med mer korrigering av dataene. Foruten analyser av variansen, er det

---

også aktuelt med en korrelasjonsanalyse av egenskapene for å si noe om i hvor stor grad de påvirker hverandre.

### ***5.1.2 Korrelasjonene mellom de ulike parameterne a35u, a35a og a35.***

Tabell 13 viser analyse av a35u og a35. Det ble som nevnt i redigeringen av datasettene klart at egenskapen a35u hadde individer med smågris alder over 75 dager, og at GLM analysen av a35u ikke ga signifikant effekten på kjønn (ikke vist). Allikevel ble det gjort en bivariat analyse av egenskapen med a35u og a35 for å se på korrelasjonen mellom dem. Korrelasjonen mellom a35u og a35 var 0,92. Da korrelasjonen er over 0,90, kan man anta at egenskapen er den samme i de to populasjonene (Olsen 2012). På grunn av manglende signifikans i GLM analysen, ble a35u erstattet med a35a for kjønn i videre analyser av de amerikanske dataene.

Tabell 8 viser at korrelasjonen mellom a35a (alternativ alder ved 35 kilo) og alder ved 35 kilo i Norsvin sine data og var 0,74 og (ko)variansen for egenskapen(e) ble redusert (tabell 13). En korrelasjon på 0,74 er ikke høy nok til at det med sikkerhet kan sies at a35a og alder ved 35 kilo i norske data, er samme egenskap. Da oppgaven har som hensikt å bidra med ytterligere informasjon til et allerede organisert avlsarbeid som jobber for genetisk framgang for alle egenskaper i avlsmålet er ikke sammenheng mellom egenskapen i amerikanske og norske individer gode nok til at de kan benyttes i den norske avlsverdivurderingen.

Det ville vært naturlig å studere årsakene at variansparameterne er lavere for de amerikanske individene, enn hva de er for individene i Norsvin sin database. Hvis det hadde blitt funnet systematiske feil eller permanente miljøfeil knyttet til informasjonen i amerikanske data, ville det vært mulig å korrigere for disse, men dette ble ikke gjort i denne studien. Da analysen av USA- og Norsvin data ikke tilfredsstillte de kravene som er nødvendig for at det skal være interessant å benytte informasjonen videre, ble analysen derfor avsluttet.

Det bør være av interesse for Norsvin at de undersøker rutiner og andre kilder til feil i dataene fra de amerikanske besetningene som ble analysert i denne oppgaven. En gjennomgang av rutiner ved registreringsarbeidet kan muligens bedre dataregistreringen. Det kan være at det foregår en systematisk feil i registreringen av smågrisalder i den ene besetningen fra USA eller det kan være andre årsaker til at alderen har blitt registrert for sent i samme besetning. Puljedrift forenkler registreringen, slik at hver pulje fødes og slaktes noenlunde samtidig og

---

fordi smågrisvekten øker for hver dag, bør alle individer født på samme dag, veies på samme dato for å unngå unøyaktighet i målinger innen besetninger.

Hvis dataene blir ytterligere kontrollert og rutine for registrering gjennomgås grundig vil det være fornuftig med en ny analyse av tilvekst for norske Landsvin i USA og Norsvin sine formeringsbesetninger i Norge. Resultatet vil da sannsynligvis kunne bidra med ytterligere informasjon i seleksjonsarbeidet på tilvekstegenskapen alder ved 35 kilo.

## ***5.2 Tilvekstegenskaper i Norsvins database***

Den genetiske utviklingen for tilvekst hos Landsvin har i flere år vært gunstig. Under omleggingen av avlsmålet i 2010 ble egenskapens vekt økt og de to siste årene har utviklingen fortsatt i denne retningen (Norsvin 2011a). I dagens seleksjonsprogram for produksjonsegenskaper inngår det tre tilvekstegenskaper. Alder ved 25kilo, alder fra 25 til 100 kilo og fôrforbruk fra 25-100 kilo (Figur 1).

### ***5.2.1 Univariate analyser av tilvekstegenskaper i data fra Norsvin***

Varians komponentene i tabell 14 viser valg av modell, antall individer som inngikk i analysene, genetiske effekter, kull effekter, effekt av binge, residualvarians, og arvegrader. Tabellen viser egenskaper som er beregnet i denne studien. Arvegradene var for alle egenskaper fra 0,07 til 0,44.

Norsvin benytter CT scanning av råner i teststasjon for å registrere daglig tilvekst, samtidig som de måler daglig forinntak med foringsautomater. De fenotypiske registreringene på tilvekst ved Delta er derfor å anta som meget nøyaktige og kan med effektive modeller gi sikre estimater ved beregning av variansparametere (Kongsro 2009).

Den genetiske effekten, kull effekten og residual variansen øker med tiden for egenskapene i tabell 9, og gir også økende arvegrader utover i vekstperioden. En økning i permanente og/eller tilfeldige miljøeffekter med tiden er ikke usannsynlig da det er større sannsynlighet for at det oppstår situasjoner som skaper variasjon etter hvert som tiden går. Dette er i samsvar med Wetten et al. (2011) og Huisman et al. (2002), som analyserte daglig kroppsvekt og vekt, og fant at genetisk variasjon og permanente miljøfaktorer øker med tid.

---

Egenskapene som registreres tidlig i grisens liv, er i denne studien knyttet til treukersvekt og alder ved 7 kilo. De genetiske effektene var 0,12 og 1,14 og residualvariansen var 1,17 og 14,76. Arvegraden for disse egenskapene var 0,09 og 0,07 (Tabell 14).

Det er kjent at variansparameterne og arvegradene knyttet til tilvekst ved fødsel og den første tiden etter fødsel er lave (Kaufmann et al. 2000; Knol et al. 2002; Roehe & Kalm 2000). Gjennomsnittlig direkte arvegrad for fødselsvekt var for disse 0,05, mens Knol et al.(2002) fant en arvegrad for overlevelse frem til avvenning på 0,04. I et seleksjonsforsøk hvor de maternale egenskapene, ovalusjonsrate og prenatal overlevelse inngikk, estimerte Rosendo et al. (2007) arvegrader på treukersvekter for 9006 individer av Fransk hvit med gjennomsnittsverdi på 5,73 kilo og fant at den var  $0,12 \pm 0,03$ . Både genetiske- og maternale effekter påvirker veksten etter fødsel, og det er sannsynlig at estimatene for treukersvekt i denne studien kunne vært høyere om de maternale effektene var med i modellen som ble benyttet i analysen.

Seleksjon for økt kullstørrelse, har vært en viktig økonomisk faktor i senere avlsarbeid, og har gitt flere grisunger per kull, men det har også ført til lavere fødselsvekter og økte dødfødsler (Johnson et al. 1999). Gjennom korrekt vektlegging av kullstørrelse og fødselsvekt, kan det bli fremgang for kullstørrelse og vekst (Kaufmann et al. 2000), noe Norsvin har jobbet bevist for, og som ved å vekte kullstørrelse og treukersvekt, har resultert i fremgang for treukersvekten(Norsvin 2010). Hauge (2007), fant at fødselsvekt hadde en korrelasjon på 0,23 med treukersvekt og at fødselsvekt også er negativt korrelert med dødelighet. I dagens seleksjonsarbeid fokuseres det derfor på redusert dødelighet, som vil opprettholde fremgang for treukersvekt (Olsen 2011).

Alder ved 25 kilo og alder ved 35 kilo hadde en arvegrad på 0,35 og 0,36. Det er en vesentlig økning i arvegrad for tilvekst når alderen går over tre uker. Grisungene begynner å ta fast føde og fôropptaket øker, de maternale effektene reduseres mens den genetiske effekten øker. Dette bekreftes av Rosendo et al. (2007) som beregnet arvegrader fra 0,34 til 0,46 etter avvenning. I data fra Norsvin hadde egenskapen alder ved 25 kilo en gjennomsnittsverdi på 63,62 dager og alder ved 35kilo hadde en gjennomsnittsverdi på 79,18 dager. Schnyder et al. (2001) fant at arvegraden for fôropptak var lavest i uke 4 og høyest i uke 11 av testperioden. Uke 11 tilsvarer en alder på 77 dager. Grunnet korrelasjonsforholdet mellom tilvekst og fôropptak som diskuteres senere, kan måletidspunktet alder ved 35 kilo muligens være er et

---

bedre parameter enn alder ved 25 kilo for registrering av fôropptak og indirekte tilvekst i den siste fasen av vekstperioden.

Analysen av antall dager fra 7 til 35 kilo har en arvegrad på 0,42. Dette er den høyeste arvegraden for tilvekstegenskapene i denne studien, med unntak av alder ved 100 kilo (0,44). Rosendo et al.(2007), beregnet også arvegrader for tilsvarende periode. De fant at den var  $0,24 \pm 0,04$  fra avvenning til inntak på teststasjon. Dette er vesentlig lavere enn hva som er beregnet i denne studien, men forskjellen kan være forårsaket av at mine beregninger går frem til 35 kilo, mens Rosendo et al.(2007) beregnet egenskapen frem til 25 kilo. Valg av modell og maternaleffekter har påvirkning på resultatet, men forskjellen i arvegrad kan også være at den genetiske effekten for tilvekst i denne perioden er større for fransk hvit. Eventuelt kan det være andre miljøeffekter som påvirker estimatene.

Antall dager fra 25 til 100 kilo og dager fra 35 til 100 kilo hadde tilnærmet like verdier for alle variansparameterne og arvegrad. Analysene av dager fra 25 til 100 kilo og dager fra 35 til 100 kilo er beregnet på de samme dyrene, og var 0,38 for begge egenskapene. Dette samsvarer med flere studier. Rosendo et al. (2007) fant en arvegrad på  $0,41 \pm 0,04$  fra 25 til 90 kilo for fransk hvit. Schulze et al. (2002) beregnet gjennomsnittlig daglig tilvekst på test til  $0,36 \pm 0,04$ , og Gjerlaug-Enger et al. (2011) fant arvegrader mellom 0,41 og 0,42 for landsvin i perioden fra 25 til 100 kilo. Arvegradene for vekst endres med dyrets alder, men Norsvin benytter egenskapen dager fra 25 til 100 kilo i avlsmålet (Figur 1), fremfor de daglige registreringene av tilvekst som gjøres på teststasjonen. Ved å benytte daglige registreringer er det mulig å beregne mer detaljerte arvegrader for vekst i ulike aldre i perioden fra 25 til 100 kilo.

Wetten et.al. (2011) analyserte enkelt registreringer av kroppsvekt per dag i testperioden, og modellerte vekstkurver og fôropptaks kurver for både landsvin og duroc. De fant at arvegraden for kroppsvekt var fra 0,20 til 0,22 for landsvin og 0,35 for duroc og at gjennomsnittlig arvegrad for vekt hos landsvin var 0,22. Estimer basert på enkeltmålinger per dag i en testperiode, gir en mer detaljert bilde over vekstkurvenes utvikling og er en fremtidsrettet metode for analyser av tilvekst.

Alder ved 100 kilo hadde en arvegrad på 0,44. Denne egenskapen ble beregnet for å gjøre sammenligninger med andre egenskaper lettere og erstattet den nåværende egenskapen dager ved 100 kilo (d100). Det kan være av interesse å benytte de nye egenskapene alder ved 7 kilo og alder ved 100 kilo i fremtidig analyser og i sammenligning av alder ved 25 og 35 kilo.

---

Egenskaper som registreres på individer i formeringsbesetninger av landsvin (vekt ved 150 dager og kilo fra 21 til 150 dager) er også vist i tabell 2. I analysen av egenskapene vekt ved 150 dager og vektøkning fra 21 til 150 dager, inngår det i tillegg til individer fra formeringsbesetninger, også amerikanske individer av begge kjønn (Tabell 2). Det er noen færre individer som har egenskapen 21 til 150 dager, og dette skyldes sannsynligvis manglende treukersvekt for noen få individer (Tabell 2).

Arvegraden for vekt ved 150 dager og vektøkning fra 21\_150dager var 0,35 og 0,38. Av alle egenskapene som er analysert i tabell 9, er det størst genotypisk effekt, kulleffekt og residualvarians for egenskapene vekt ved 150 dager og vektøkning fra 21\_150 dager. Dette kan skyldes at det i realiteten er større variasjon i tilvekst ved 150 dager, enn det er for alder ved 100 kilo som registreres på teststasjon. I mai 2012, endret Norsvin egenskapen alder ved 100 kilo til vekt ved 150 dager i foredlingsbesetningene, med begrunnelsen at denne egenskapen gir høyere arvegrad (Norsvin 2012c). Huisman et al. (2002) beregnet arvegraden for vekt ved 175 dager til 0,19, mens resultatene hos Wetten et al. (2011) var 0,24 ved 150 dager. Begge disse studiene er beregnet på data fra teststasjoner, mens dataene i denne analysen er fra foredlingsbesetninger. Foredlingsbesetningene er godt kontrollert gjennom Norsvins unggrismåling og purkemåling, og dagens analyser av feltbesetninger samsvarer i større grad med arvegraden for tilnærmede egenskaper som testes på teststasjon. Dette kan indikere at feltbesetningene med foredlingsbesetninger er bedre kontrollert enn tidligere (Brascamp 1985). Argumentene knyttet til permanente og tilfeldige miljøfeil som er beskrevet i diskusjonen av de amerikanske dataene (s. 37-39), kan også gjelde for analysen av vekt ved 150 dager og vektøkning fra 21\_150 dager, og det kan det tyde på at den høye residualvariansen for egenskapen v150 skyldes at det er flere faktorer som har effekt på v150, enn hva som er modellert i analysen.

### ***5.2.2 Bivariate analyser og nye tilvekstegenskaper. Korrelasjoner mellom ulike tilvekstfaser.***

Kunnskap om genetiske korrelasjoner mellom tilvekstfaser, er viktig i vurdering av den vekten hver egenskap tildeles. Høye korrelasjoner mellom to egenskaper gjør det mulig å fokusere på en egenskap og fortsatt ha fremgang for begge. Dette kan benyttes ved vurdering

---

av egenskaper i avlsmålet og i justering og tildeling av økonomisk vektlegging. I praksis effektiviseres avlsarbeidet på denne måten.

I analysen av de nye egenskapene alder ved 7 kilo og antall dager fra 35 til 100 kilo, ble korrelasjonen 0,18 (Tabell 15). Det er en lav men positiv sammenheng mellom alder ved 7 kilo levendevekt og antall dager det samme individet bruker på å vokse fra 35 til 100 kilo. I tidligere analyser utført av Norsvin, har treukersvekten (v21) og dager fra 25 til 100 kilo, blitt estimert til -0,12 (Olsen, D. pers.med.05.06.2012). Analysene er utført på de samme dyrene som inngår i dataene for denne oppgaven. Det er ingen direkte sammenlignbarhet mellom disse analysene da egenskapene er noe forskjellige, men resultatene antyder allikevel at vekt og alder tidlig i livet, har liten sammenheng med hvor raskt et individ vokser senere i vekstperioden. Dette bekreftes av Wolter og Ellis (2001), som analyserte resultatet av behandling med flytende melkeerstatning i 14 dager etter avvenning for smågrisen. Behandlingen førte til 1,3 kilo tyngre grisunger ved 56 dager, men det var ingen forskjell i tiden de brukte på å vokse fra 35 til 56 dager. Individuer med lav smågrisvekt var små gjennom hele perioden og brukte lengre tid på å nå slaktevekt. For å øke produksjonsresultatet, er det anbefalt å fokusere på økte avvenningsvekter, fremfor nye fôrings- og produksjons strategier.

Tre bivariate analyser beregnet korrelasjoner mellom ulike tilvekstfaser og alder ved 100 kilo (Tabell 16). Analysen mellom tidlig tilvekstfase (alder ved 7 kilo) og alder ved 100 kilo (a100) viste en korrelasjon på 0,19. Resultatet kan sammenlignes med analysen av alder ved 7 kilo og antall dager fra 35 til 100 kilo i tabell 10, hvor arvegraden var 0,18. De to analysene indikerer at dette er relativt sikre estimater, og at den alderen et individ har ved en viss vekt tidlig i livet, har en lav korrelasjon med alderen det samme individet har mot slutten av testperioden.

Tabell 16 viser også korrelasjoner mellom antall dager fra 7 til 35 kilo og alder ved 100 kilo, samt antall dager fra 35 til 100 kilo og alder ved 100 kilo. Korrelasjonen for antall dager fra 7 til 35 kilo og alder ved 100 kilo var 0,72. Sammenhengen mellom perioden fra 7 til 35 kilo og alder ved 100 kilo er betydelig større enn ved sammenligning med alder ved 7 kilo. Det kan se ut som at korrelasjoner mellom tilvekst i ulike perioder av livet er viktige, først fra 7 kilo og videre ut i grisens liv, og at de øker når intervallet mellom dem blir kortere.

I den siste analysen i tabell 16 er korrelasjonen høyest. Sammenhengen mellom dager fra 35 til 100 kilo og alder ved 100 kilo var 0,84. De høye korrelasjonene i tabell 11 kan sammenlignes med en studie av Huisman et al. (2002), hvor vekt ble analysert i en multivariat



---

modell. De fant at korrelasjoner mellom vekt ved 25 kilo og 75 kilo var 0,53, mens korrelasjonen mellom 75 kilo og 130 kilo var 0,99.

Flere studier har analysert korrelasjon mellom produksjons egenskaper og fôropptak ved ulike alder. Schulze et al. (2002) fant korrelasjoner mellom 0,12 og 0,59 for fôropptak per uke i teststasjon og gjennomsnittlig daglig tilvekst i slutten av testperioden hos fransk landsvin. De høyeste korrelasjonene var rundt uke 3, 5 og 7 i testperioden som ble avsluttet etter uke 9. Wetten et al. (2012) beregnet genetiske korrelasjoner mellom daglig kroppsvekt og fôr-inntak i en testperiode fra dag 80 til 150. Kroppsvekten ved slutten av testperioden hadde høyest korrelasjon med fôropptak ved 110 dager (0,93) mens og fôrinntak ved 150 dager hadde en korrelasjon på 0,86 med kroppsvekt. Studiene poengterer viktigheten av fokus på optimalt fôropptak i de periodene hvor fôropptaket er høyest korrelert med sluttvekten.

Grunnet den høye korrelasjonen med fôropptak, selekteres derfor tilvekst også på bakgrunn av gjennomsnittlig fôrinntak (Schnyder et al. 2001). Den økonomiske vekten som tilføres en av egenskapene i avlsmålet, vil også gi en effekt på den andre egenskapen.

Det er en kompleks situasjon ved seleksjon for økt tilvekst samtidig som effektivt fôrinntak. Tilvekst har en negativ sammenheng med kjøttprosent og kjøttkvalitet. Kjøttkvaliteten er høyt etterspurt hos forbrukerne. Derfor er det viktig at også disse tilvekstegenskapene opprettholder en viss vekt i avlsmålet, slik at alle egenskapene får fremgang.

Seleksjon for økt kjøttkvalitet (magerhet) har også gitt et redusert fôropptak (Kanis 1990). En følge av redusert fôropptak er økt fôreffektivitet som igjen har ført til en redusert fettavleiring. I følge Schnyder et al. (2001) øker egenskapen fôreffektivitet nå saktere enn tilveksten, og det kan bli aktuelt å finne andre seleksjonsmetoder for å opprettholde fremgangen.

De Vries og Kansj, (1994) har foreslått og dele veksten inn i tre faser og på den måten få økt seleksjonsresponsen på fôropptak i den første fasen, uten at det påvirker kjøttkvaliteten negativt. Dette er mulig fordi fôropptakskapasiteten i den tidlige fasen av grisen liv er lavere enn maksimumsgrensen. I mellomfasen av grisens vekstperiode er fôropptaket bestemt av individets evne til å ta opp fôr, mens fôropptaket i den siste fasen er høyere enn kapasiteten og grisene fôres derfor restriktivt i den siste fasen. Ved å beholde fôropptakskapasiteten i de to siste fasene som den er, vil det totalt sett bli en økning i fôropptak når fase en økes.

Schulze et al. (2002) analyserte gjennomsnittlig fôrinntak og gjennomsnittlig endring i fôrinntak for hver uke i en testperiode og beskrev korrelasjonene mellom daglig fôrinntak og



---

daglig tilvekst i uke 1,3,5,7 og 9 av en testperiode, som 0.12,0.59,0.59,0.57,0.54. De viste at det er mulig å optimalisere den siste delen av tilvekstfasen ved å øke fôrinntaket på et tidligere tidspunkt, noe som Wetten et al. (2012) også bekreftet i beregninger av genetiske korrelasjoner mellom kroppsvekt og fôrinntak. Fokus på fôropptak i den mellomste fasen av grisens vekstperiode, er derfor en viktig faktor for økning i tilvekst på et senere tidspunkt (Wolter & Ellis 2001).

Schnyder et al. (2001) fant at arvegraden for fôropptak var lavest i uke 4 og høyest i uke 11 av testperioden. Uke 11 tilsvarte en alder på 77 dager hos Schnyder et al. (2001). I dataene fra Norsvin var gjennomsnittsalder ved 25 kilo 63,63 dager, mens gjennomsnittsalder for alder ved 35 kilo var 79,18 dager (Tabell 2). Dette kan indikere at en endring av måletidspunktet alder ved 25 kilo, til alder ved 35 kilo, er et gunstig tiltak for effektivisering av registrert fôropptak og indirekte tilvekst i den siste fasen av vekstperioden.

Egenskapen tilvekst er kjent å være negativt korrelert med fôrutnyttelse, og endringer knyttet til tilveksten, bør ikke påvirke den genetiske effekten for fôrutnyttelse. Endringer knyttet til tilvekst bør derfor utøves med stor forsiktighet (Gjerlaug-Enger et al. 2012).

I perioden fra avvenning til slakt benytter det norske landsvinet benytter nå 2,39 kg fôr per kilo tilvekst (Norsvin 2011c). Da det er flere faktorer som tilsier at fôrforbruket går i retning av en biologisk grense for hvor effektivt et fôropptak kan være, og det vil være naturlig å justere avlsarbeidet i retning av nye metoder for å opprettholde genetisk fremgang når grensen for fôreffektivitet er nådd.

Vekstkurver kan bidra med informasjon slik at slaktetidspunktet blir optimalt (Schinckel & de Lange 1996). Wetten et al. (2012) modellerte fôropptak og tilvekst i kurver og viste endringer i arvegrader for tilvekstegenskapene over en testperiode. Analysene av vekst hos landsvin fra dag 54 til 180, viste at arvegraden for tilvekst ikke er konstant men at den økte fra 0,18 til 0,35 gjennom perioden. Studien viste at også tilvekst har høyere arvegrad enn fôropptak og at den høyeste genetiske korrelasjonen mellom fôropptak og tilvekst er knyttet til alderen rundt 115 dager. Registrering av tilvekst ved 100 dager slik Norsvin har praktisert på Delta, er sådan et godt parameter for økt tilvekst og fôropptak, men på grunn av forholdene knyttet til tilvekst i USA hvor slaktetidspunktet er på et senere tidspunkt enn i Norge, så er det viktig å jobbe for genetisk fremgang utover 100 dager.

---

Norsvins planlagte endring av testperioden fra 25 - 100 kilo til 35 - 120 kilo vil ikke føre til en kortere testperiode, men individene vil bli noe eldre før de slaktes. Det bør også fokuseres på hva som er fornuftig med tanke på informasjonen som er knyttet til dagens 25 kilos registrering, og om det i en overgangsfase til den nye egenskapen alder ved 35 kilo, fortsatt bør være en form for registrering av egenskapen (som går tapt) i feltpopulasjonene. Endringene av vektinntaket til Delta og den avsluttende 120 kilos vekten vil føre til en økning i kostnader. Foredlingsbesetningene vil måtte holde dyrene frem til 35 kilo, og totalt sett vil alle dyr som inngår i avlsprogrammet frem til 120 kilo slaktes senere, enn ved 100 kilo.

En fremtidig seleksjonsstrategi som kan få høyt fokus i fremtiden, er kartlegging av vekstfaser og prediksjon av et potensielt utbytte innenfor hver enkel fase. Ikke alle raser har like vekstkurver. Wetten et al. (2012) viste at landsvin og duroc har ulike vekstkurver, hvor landsvin har en brattere kurve i den midtre fasen av vekstperioden, mens en studie av goettingen minigris som benyttes i medisinsk forskning, har en tilnærmet lineær vekstkurve (Køhn. F. 2007). Analyser av vekstkurver for hver enkel rase og krysningsraser vil kunne gi en mer detaljert oversikt over veksten, og er nyttig informasjon ved predikeringen av den potensielle seleksjonsresponsen for hver enkelt rase (Haraldsen 2009).

### ***5.2.3 Multivariat analyse av tilvekst i tidlig-, mellom- og sen tilvekstfase***

Multivariate analyser beregner korrelasjoner mellom flere enn to egenskaper og gjør det mulig å se hvordan en egenskap påvirker flere andre egenskaper samtidig.

Analysen mellom alder ved 7 kilo, dager fra 7 til 35 kilo og dager fra 35 til 100 kilo viste korrelasjoner på -0,01, 0,31 og -0,01 (Tabell 17). Korrelasjonene for egenskapene mellom alder og antall dager er tilnærmet lik null, mens korrelasjonen mellom dager fra 7 til 35 kilo og dager fra 35 til 100 kilo er 0,31.

Den svake negative korrelasjonen mellom alder og dager tilsier at alderen ved 7 kilo, ikke har noen sammenheng med antall dager fra 7 til 35 kilo eller 35 til 100 kilo senere i livet. Egenskapene dager fra 7 til 35 kilo og dager fra 35 til 100 kilo derimot, påvirker hverandre relativt mye. Huisman et al. (2002) benyttet far-model i beregning av arvegrader og korrelasjoner for 1315 individer ved tre ulike faser levende vekt i en multivariat analyse. Vekt nummer en ble registrert ved 9 uker og omtrent 25 kilo. Vekt nummer to ved 17 uker og omtrent 75 kilo levende vekt, og den siste vekten ble registrert rundt 130 kilo levendevekt og

---

omtrent 25 ukers alder. Studien fant at arvegraden for disse egenskapene var 0,14, 0,17 og 0,19. Korrelasjonene mellom de samme egenskapene var 0,48 mellom 25 kilo og 75 kilo, 0,53 mellom 25 kilo og 130 kilo, og 0,99 mellom 75 og 130 kilo. Selv om resultatene fra Huisman et al. (2002), ikke er direkte sammenlignbare med denne studien, så viser de at korrelasjoner mellom egenskaper reduseres når intervallet i alder øker.

#### ***5.2.4 Bivariate analyser av treukersvekt, antall dager fra 7 til 35 kilo og vektøkning fra 21 til 150 dager på data fra Norsvin.***

Analysen av egenskaper fra feltpopulasjoner (Tabell 18) er gjort på korrigerede treukersvekter (kg3u\_k), antall dager fra 7 til 35 kilo, samt korrigerede treukersvekter og tilvekst i perioden fra 21 til 150 dager.

Sammenhengen mellom treukersvekt og dager fra 7\_35 kilo har en estimert negativ genetisk korrelasjon på -0,17. En høy treukersvekt vil derfor kunne gi en registrerbar kortere periode fra 7 til 35 kilo og genetisk fremgang for tilvekst i perioden fra 7 til 35 kilo kan oppnås gjennom høye treukersvekter. Økte treukersvekter kan bli et økende tema hvis det er et ønske om kortest mulig oppfostringstid i foredlingsbesetningene, nå som inntaket til teststasjonen flyttes til 35 kilo. Dette kan bli en ny problemstilling for Norsvin, da treukersvekten ikke lenger er økonomisk vektet i dagens avlsmål (Figur 1). Treukersvekten har en høy korrelasjon med egenskapen dødelighet og den vil derfor som nevnt fortsatt ha en genetisk fremgang. Selv om treukersvekten ikke er økonomisk vektet i avlsmålet, blir den fortsatt registrert og inngår i avlsverdberegningene (Olsen, D. pers.med.20.07.2012). Analyser av dødelighet og dager fra 7 til 35 kilo er i så fall nødvendig for å vurdere om dødelighet kan erstatte sammenhengen mellom treukersvekt og dager fra 7 til 35 kilo.

Analyser av dager fra 7 til 35 kilo i feltpopulasjonene (Tabell 18) er ikke beregnet tidligere. Informasjonsmengden fra 25 til 35 kilo vil i fremtiden bli forskjøvet og kan kun fanges opp før seleksjon til rånetesten. De estimerte varianskomponentene for de nye tilvekstegenskapene, dager fra 7 til 35 kilo, og dager fra 35 til 100 kilo, kan muligens benyttes i sammenligning med tidligere analyser og si noe om effekten av endret inntakstid på stasjon. Dette kan forhåpentligvis være til nytte for den kontinuerlige vurderingen av avlsprogrammet.

Den genetiske korrelasjonen mellom korrigerede treukersvekter og vektøkning fra 21 til 150 dager (Tabell 18) er 0,44. Korrelasjonen mellom korrigerede treukersvekter og vektøkning fra 21 til 150 dager kan ikke sammenlignes direkte med analysen av alder ved 7 kilo og dager fra

---

35 til 100 dager i tabell 10, da enhetene for tilvekst målt som dager per kg og kg per dag ikke er like. Korrelasjonene mellom egenskapene i tabell 10 er 0,18.

Den moderate til høye sammenhengen mellom treukersvekten og den siste fasen av tilveksten for feltbesetningene (0,44) tilsier at en økning i genetisk fremgang for treukersvekt også vil ha positiv effekt på antall dager fra 21 til 150 dager. Dette støttes av Wolter et al. (2002) som fant at grisunger med avvenningsvekt på 6,6 kilo med standardavvik på 0,14, brukte 7 dager mindre på å nå slaktevekt enn grisunger med avvenningsvekt på 5,7 kilo. Som en del av et effektivt seleksjonsarbeid også i formeringsbesetningene, vil fokus på økte treukersvekter bidra positivt med tanke på den ekstra tiden som nå tildeles besetningene som skal holde smågrisen frem til 35 kilo fremfor 25 kilo, men også for en generell fremgang for tilvekst frem til slakt i formeringsbesetningene. Økt fokus på effektivisering innen formeringsbesetninger kan derfor bli høyst aktuelt i fremtiden.

---

## 6 KONKLUSJON

### ▪ USA data

- Arvegraden for egenskapene a35a og a35 i USA- og Norsvin data er 0,36 og 0,37 i den bivariate analysen.
- Korrelasjonen mellom a35a og a35 er 0,78. Korrelasjonen er for lav til at det er aktuelt med en sammenslåing av dataene.
- Det amerikanske datasettet inneholder i all sannsynlighet permanente eller tilfeldige miljøfeil som ikke ble fanget opp under redigeringen, og de bør derfor undersøkes nærmere før dataene kan analyseres og gi et godt estimat.

### ▪ Norsvin data

#### **Arvegrader**

- Genetiske effekter, permanente miljøeffekter og arvegrader øker med tid.
- Arvegradene for tilvekstegenskaper på landsvin i Norsvin databasen er fra 0,07 til 0,44.
- arvegraden for a7 er lav og dette er i samsvar med tidligere studier av egenskaper som registreres tidlig i livet.
- Den største arvegraden er for egenskapen dager fra 7 til 35 kilo (0,42), med unntak av alder ved 100 kilo (0,44).
- Endring av inntakstidspunkt til teststasjon fra alder ved 25- til alder ved 35 kilo, er sannsynligvis et effektivt tiltak for registrering av fôropptak og indirekte tilvekst i den siste fasen av vekstperioden.

#### **Korrelasjoner**

- Det er en lav men positiv korrelasjon mellom alder ved 7 kilo og dager fra 35 til 100 kilo (0,18). En lav alder ved 7 kilo har liten, men gunstig effekt på antall dager på teststasjon.

- 
- I den multivariate analysen, er det en moderat til høy korrelasjon mellom dager fra 7 til 35 og dager fra 35 til 100 kilo (0,31). Alder ved 7 kilo har ingen korrelasjon med dager fra 7 til 35 kilo og dager fra 35 til 100 kilo (-0,01).
  - Tilvekstegenskaper registrert tidlig i livet har en lav korrelasjon med tilveksten senere i livet, og når intervallet i tid mellom egenskapene øker, så reduseres korrelasjonen.
  - Dager fra 7 til 35 kilo er sterkt korrelert med alder ved 100 kilo (0,72),
  - Seleksjon for økt tilvekst fra 7 til 35 kilo gir redusert tid på teststasjon, og er viktig for en kortere tilvekstperiode frem til slakting.
  - For å øke effekten av tilveksten, bør det bør fokuseres på effektivt fôropptak i den perioden hvor korrelasjonen til sluttvekten er størst.

### **Foredlingsbesetninger**

- Det er en negativ korrelasjon mellom treukersvekter og antall dager fra 7 til 35 kilo (-0,17).
- Fokus på økte treukersvekter er derfor viktig for å redusere framfôringsperioden i foredlingsbesetningene, spesielt med tanke på det nye inntakstidspunktet til teststasjon.
- Det er en høy positiv korrelasjon mellom treukersvekten og vektøkningen fra 21 til 150 dager (0,44), og fokus på økte treukersvekter vil derfor også gi en effekt på vektøkning for den resterende perioden.

#### **▪ Nye egenskaper**

- Alder ved 7 kilo og dager fra 7 til 35 kilo (i foredlingsbesetninger), samt dager fra 35 til 100 kilo og alder ved 100 kilo (på teststasjon), er nye egenskaper som kan være til nytte for fremtidige beregninger av variansparametere i den kontinuerlige vurderingen av tilveksten.

---

## 7 LITTERATURLISTE

- Brascamp, E. W., Marks, J.W.M. and Wilmink, J.B.M., . (1985). Genotype environment interaction in pig breeding programmes: methods of estimation and relevance of the estimates. *Livestock production Science*, 13: 135-146.
- Damgaard, L. H., Rydhmer, L., Løvendahl, P. & Grandinson, K. (2003). Genetic parameters for within-litter variation in piglet birth weight and change in within-litter variation during suckling. *Journal of Animal Science*, 81 (3): 604-610.
- Danielsen, V., Lydehøy Hansen, L., Møller, F., Bejerholm, C., Nielsen, S. (1999). Production results and sensory meat quality of pigs fed different amounts of concentrate and ad lib. Clover grass or clover grass silage. *Ecological Animal Husbandry in the Nordic Countries.*, NJF seminar No.303 Horsens Denmark.
- DMU. (2006). *DMU. A user`s Guide to DMU, A package for Analysing Multivariate mixed Models.* version 6 utg. Danish Institute of Agricultural Science, release 4.7: Madsen,P., Jensen, J. (red.),.
- Engstrand, U., Olsson, U. . (2003). *Variansanalys och försöksplanering.* Uppsala Mai 2003: Studentlitteratur.
- Gjerlaug-Enger, E., Kongsro, J., Odegard, J., Aass, L. & Vangen, O. (2012). Genetic parameters between slaughter pig efficiency and growth rate of different body tissues estimated by computed tomography in live boars of Landrace and Duroc. *Animal*, 6 (1): 9-18.
- Haraldsen, M., Ødegård, J., Olsen, D., Vangen, O., Andresen-Ranberg, I. M., Meuwissen, T. H. E. (2009). *Bruk av vekstkurver i avlsarbeidet for tilvekst hos gris. Husdyrforsøksmøtet 2009: 67-70.* 594 s.
- Hauge, H. (2007). *Genetiske analyser av fødselsvekt på gris og egenskapens sammenheng med treukersvekt, kullstørrelse og dødelighet.* Hovedoppgave. [Ås]: Univeritetet for miljø og biovitenskap, Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap. 40 bl. s.
- Holm, B., Jørem, Ø. E. (2007). *Norsk avlsmateriale på svin i det internasjonale markedet. Husdyrforsøksmøtet 2007:277-208.* 648 s.
- Huisman, A. E., Veerkamp, R. F. & van Arendonk, J. A. M. (2002). Genetic parameters for various random regression models to describe the weight data of pigs. *Journal of Animal Science*, 80 (3): 575-82.
- Jensen, A. (2008). *Et avlsselskap i verdensklasse: 144s.* Idè trykk Hamar.
- Johnson, R. K., Nielsen, M. K. & Casey, D. S. (1999). Responses in ovulation rate, embryonal survival, and litter traits in swine to 14 generations of selection to increase litter size. *Journal of Animal Science*, 77 (3): 541-57.
- Kanis, E. (1990). *Effect of food intake capacity on production traits in growing pigs with restricted feeding.*, 50. *Animal Production Science.* 333-341 s.
- Kaufmann, D., Hofer, A., Bidanel, J. P. & Künzi, N. (2000). Genetic parameters for individual birth and weaning weight and for litter size of Large White pigs *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 117 (3): 121-128.
- Knol, E. F., Leenhouwers, J. I. & van der Lende, T. (2002). Genetic aspects of piglet survival. *Livestock Production Science*, 78 (1): 47-55.
- Kongsro, J. (2009). *Bruk av datatomografi(CT) i avlsarbeidet på gris-Norsvin Delta: Husdyrforsøksmøtet 2009: s75-78.* [Ås]: [Univeritetet for miljø- og biovitenskap, Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap]. VIII, 594 s. s.
- Køhn, F., S. A. R., Simianer, H. (2007). Modeling the growth of the Goettingen minipig. *Journal of Animal Science.*, 85: 84-92.
- Lopez, J., J. G. W., Becker, B.A., Ellersieck, M.R. (1991). Effects of temperature on the performance of finishing swine: I. Effects of a hot,diurnal temperature on average daily gain, feed intake, and feed efficiency. *Journal of Animal science.*, 69: 184-1849.
- Lynch. M., W. B. (1998). *Genetics and Analysis of Quantitative Traits.* 980 s. s.

- 
- Milligan, B. N., Fraser, D. & Kramer, D. L. (2001). Birth weight variation in the domestic pig: effects on offspring survival, weight gain and suckling behaviour. *Applied Animal Behaviour Science*, 73 (3): 179-191.
- Nordskog, A. W., Comstock, R. E. & Winters, L. M. (1944). Hereditary and Environmental Factors Affecting Growth Rate in Swine. *Journal of Animal Science*, 3 (3): 257-272.
- Norsvin. (2010). *Norsvin Årsmagasin 2010: 54 s.* Tilgjengelig fra: [http://www.norsvin.no/images/norsvin\\_aarsmagasin/index.html](http://www.norsvin.no/images/norsvin_aarsmagasin/index.html) (lest 18.04.2012).
- Norsvin. (2011a). *Årsmagasin 2011: 4 s.*: Grafisk Senter Hamar. 51 s.
- Norsvin. (2011b). *Norsvin Årsmagasin 2011: 33 s.* Grafisk senter Hamar.
- Norsvin. (2011c). *Norsvin Årsmagasin 2011: 26-27.* Grafisk senter Hamar.
- Norsvin. (2012a). *Nytt vektintervall i rånetest.* Tilgjengelig fra: [http://www.norsvin.no/images/Avlsweb/avlsnytt\\_oktober.pdf](http://www.norsvin.no/images/Avlsweb/avlsnytt_oktober.pdf) (lest 01.10.2011).
- Norsvin. (2012b). *Avlsmålet endret fra 23. april.* Tilgjengelig fra: <http://www.norsvin.no/images/Avlsweb/anmai.pdf>.
- Norsvin. (2012c). *Ny modell for beregning av tilvekst.* Tilgjengelig fra: <http://www.norsvin.no/index.php/avlsweb/883-ny-modell-for-beregning-av-tilvekst>.
- Olsen, D. (2011). *Nytt avlsmål på gris. Husdyrforsøkmøtet 2011: 471-474.* Husdyrforsøkmøtet. [Ås]: [Universitetet for miljø- og biovitenskap, Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap]. VIII, 629 s. s.
- Olsen, D. (2012). *pers. med.*
- Roehe, R. & Kalm, E. (2000). Estimation of genetic and environmental risk factors associated with pre-weaning mortality in piglets using generalized linear mixed models. *Animal Science*, 70 (2): 227-240.
- Rosendo, A., Canario, L., Druet, T., Gogué, J. & Bidanel, J. P. (2007). Correlated responses of pre- and postweaning growth and backfat thickness to six generations of selection for ovulation rate or prenatal survival in French Large White pigs. *Journal of Animal Science*, 85 (12): 3209-3217.
- SAS. (2008-2009). *9.2 utg. USA: SAS Institute Inc.*
- Schinckel, A. P. & de Lange, C. F. (1996). Characterization of growth parameters needed as inputs for pig growth models. *Journal of Animal Science*, 74 (8): 2021-36.
- Schnyder, U., Hofer, A., Labroue, F. & Künzi, N. (2001). Genetic parameters of a random regression model for daily feed intake of performance tested French Landrace and Large White growing pigs. *Genetics, selection, evolution : GSE*, 33 (6): 635-658.
- Schulze, V., Roehe, R., Bermejo, J. L., Looft, H. & Kalm, E. (2002). Genetic associations between observed feed intake measurements during growth, feed intake curve parameters and growing-finishing performances of central tested boars. *Livestock Production Science*, 73 (2-3): 199-211.
- Wetten, M., Ødegård, J., Vangen, O. & Meuwissen, T. H. E. (2012). Simultaneous estimation of daily weight and feed intake curves for growing pigs by random regression. *Animal*, 6 (Special Issue 03): 433-439.
- Wetten, M., Ødegård, J., Vangen, O., Meuwissen, Th. H. E. (2012). Simultaneous estimation of daily weight and feed intake curves for growing pigs by random regression. *Animal*, 6 (Special Issue 03): 433-439.
- Wolter, B. F. & Ellis, M. (2001). The effects of weaning weight and rate of growth immediately after weaning on subsequent pig growth performance and carcass characteristics. *Canadian Journal of Animal Science*, 81 (3): 363-369.