



Forord

Etter en sommer som sommervikar på Norsvin Delta, flere år med interesse for svinenæringen, genetikk og utallige semesteroppgaver med svin som tema, var det ingen overraskelse at det var svineavl jeg ville skrive min masteroppgave om. At jeg fikk muligheten til å jobbe med data fra teststasjonen var ekstra spennende.

Jeg vil takke mine veiledere professor Odd Vangen og senior forsker i Norsvin, Dan Olsen. Ina Ranberg har også bidratt til god hjelp.

NMBU, mai 2015.

Lina Marie Neby.

Sammendrag

Genetiske parametre for daglig fôrinntak, antall besøk i fôringsautomat per dag, tidsforbruk i fôrstasjon per besøk, etehastighet, totalt fôrforbruk og antall dager i test ble estimert med DMUAI i DMU, benyttet på en dyremodell. Egenskapene ble delt inn i fem vektintervaller for rånetesten som går fra 40 kg til 120kg. Vektintervallene var 40_60kg, 60_80kg, 80_100kg og 100_120kg, samt et for hele testperioden. Alle data stammer fra Norsvin sin råneteststasjon hvor automatiske fôringsstasjoner sørget for individuelle observasjoner. Egenskapene for etemønster besto av observasjoner som var slått sammen til middelveier for de ulike vektperiodene. Datasettet besto av 10 084 rånere, disse ble hentet fra råneteststasjonens oppstart i 2008 frem til februar 2015.

Egenskapene for etemønster viste alle høye arvegrader, spesielt tidsforbruk(0,57), antall besøk(0,54) og etehastighet(0,60). Lavest arvegrad ble estimert for daglig fôrinntak(0,36). Antall dager i test var sterkt korrelert med daglig fôropptak(-0,59), men viste også høye korrelasjoner med antall besøk i fôrstasjon(0,27) og tidsforbruk(-0,25). Tilvekst var høyt korrelert med daglig fôropptak(0,34), men viste lave korrelasjoner for de andre egenskapene for etemønster når hele testperioden blir sett under ett.

Estimatene var preget av at testperioden for rånetesten ble forandret i 2012 slik at den siste vektperioden fra 100 kg til 120 kg inneholder under halvparten så mange observasjoner som de resterende periodene.

Det er ønskelig med fôreffektive svin, som eter mye per dag(har god fôropptakskapasitet), bruker tid på eting og oppnår slaktemodenhet raskt. Rånene som blir selektert og brukt i avlsarbeidet har gode egenskaper for tilvekst og fôrforbruk. Resultatene viste at produksjonsegenskapene er høyt korrelert med egenskaper for etemønster, med unntak av totalt fôrforbruk og antall besøk, og totalt fôrforbruk og tidsfôrforbruk. Sammen med store arvegrader er det sannsynlig at avlsarbeidet har endret egenskapene for etemønster, og vil fortsette å gjøre dette i fremtiden. Analyser av avlsverdiene for de enkelte egenskapene vil være nødvendig for å se i hvilken grad dette forekommer.

Abstract

Genetic parameters for daily feed intake, number of visits at feeding station per day, time spent per visit, feed intake rate, total feed consumption and the number of days in test were estimated with DMUAI in DMU, used on an animal model. The traits were divided into five weight intervals: 40_60kg, 60_80kg, 80_100kg and 100_120kg and one for the entire test period. All data originate from Norsvin Delta boar testing station, where electronic feeding stations ensured individual observations. Traits for feed intake patterns consisted of observations that were merged to mean values for the different weight periods. The dataset consisted of observations from 10 084 group-penned boars, which was extracted from the boar testing station's start up in 2008 until February 2015.

Feed intake patterns in pigs all showed high heritability, especially time spent (0.57), the number of visits per day (0.54) and feed intake rate (0.60). Lowest heritability was estimated for daily feed intake (0, 36). Number of days in test was strongly correlated with the daily feed intake (-0.59), but also showed high correlations with the number of visits at feeding station per day (0.27) and time spent per visit (-0.25). Daily gain was highly correlated with the daily feed intake (0.34), but showed low correlations for the other feed intake patterns for the entire test period.

The testing period for boar testing was changed in 2012, this affected the estimates. The final weight period from 100 kg to 120 kg contains less than half as many observations as the remaining periods.

Feed efficient pigs are desirable, but not of the cost of a high daily feed intake. Boars that are selected as AI boars have excellent performance traits. The results showed that the performance traits are highly correlated with feed intake patterns, except total feed consumption and the number of visits, and the total feed consumption and time per visit. Along with large heritability it is likely that breeding has changed the properties of feed intake patterns in pigs, and will continue to do so in the future. Analysis of breeding values for the different traits will be needed to see the extent to which this occurs.

Innhold

Forord	1
Sammendrag	2
Abstract	3
Innhold	4
1. Innledning.....	6
2. Litteraturstudie	8
2.1 Genetiske sammenhenger mellom observerte egenskaper under vekst.....	8
2.2 Hvordan kan etemønster registreres	11
2.3 Ønsket retning på genetisk endring av etemønster	13
3. Materiale og metoder	15
3.1 Datamaterialet.....	15
3.2 Råneteststasjonen og F.I.R.E. – systemet	17
3.2 Presentasjon av egenskapene.....	18
3.2.1 Gjennomsnittlig daglig fôrinntak(DFI).....	18
3.2.2 Gjennomsnittlig antall besøk i fôringsautomat per dag	19
3.2.3 Gjennomsnittlig tidsforbruk i fôringsautomat per dag og etehastighet	21
3.2.4 Produksjonsegenskapene tilvekst og fôreffektivitet	24
3.3 Presentasjon av faste og tilfeldige effekter.....	25
3.5 Statistiske modeller.....	27
3.5.1 GLM analyse.....	27
3.5.2 Genetisk analyse	29
4. Resultater.....	30
4.1 Genetiske parametre for gjennomsnittlig daglig fôrinntak.....	30
4.2 Genetiske parametre for gjennomsnittlig antall besøk i fôringsautomaten per dag	30
4.3 Genetiske parametre for gjennomsnittlig tidsforbruk i fôrstasjon og etehastighet.....	31
4.4 Genetiske korrelasjoner mellom etemønster og produksjonsegenskaper.....	32
5. Diskusjon.....	36
5.1 Genetiske parametre for gjennomsnittlig daglig fôrinntak.....	36
5.1.1 Arvegrader	36
5.1.2 Genetiske korrelasjoner innenfor egenskapen	38

5.2 Genetiske parametre for gjennomsnittlig antall besøk i fôrstasjon per dag	39
5.2.1 Arvegrader	39
5.2.2 Genetiske korrelasjoner innenfor egenskapen	39
5.3 Genetiske parametre for gjennomsnittlig tidsforbruk i fôrstasjon og etehastighet.....	40
5.3.1 Arvegrader	40
5.3.2 Genetiske korrelasjoner innenfor egenskapen	40
5.4 Genetiske parametre for etemønster og produksjonsegenskaper	41
5.4.1 Genetiske korrelasjoner for ulike vektperioder.....	41
5.4.2 Genetiske korrelasjoner for hele testperioden.....	43
6. Konklusjon	46
7. Litteraturliste	47

1. Innledning

Råneteststasjonen til Norsvin; Norsvin Delta sto ferdig i mars 2008. Teststasjonen har kapasitet til å teste 3500 råner i året, fordelt på 16 avdelinger, hver med 6 binger og 12 råner i hver binge. Det er i tillegg en sykeavdeling og en venteavdeling for råner som er ferdig i test. Her står rånene to og to eller alene.

Hver enkelt râne får registreringer for fôreffektivitet og tilvekst ved hjelp av F.I.R.E.-systemet. Dette er fôringsstasjoner med innlagte vektceller som veier rånene hver gang de går inn i automaten. Fôringsautomatene skiller rånene fra hverandre ved hjelp av elektroniske øremerker og registrerer hvor mye fôr forbruk og hvor lenge de står i automaten hver gang. Det er en fôringsautomat i hver binge, og det er kun plass til en râne avgangen i automaten.

Testperioden var i begynnelsen fra 25 kg til 100 kg, men ble i 2012 gjort om til 40 kg til 120 kg. Grunnen til dette var for å møte det utenlandske markedet som en følge av stor interesse for eksport av norsk svinegenetikk. Det er internasjonalt ønskelig med slaktevekter på over 120 kg. Norsvin fikk tilbakemeldinger om at svin fra Norge hadde spesielt god tilvekst og fôreffektivitet frem til 100 kg, i forhold til internasjonalt avlsmateriale. Men det norske svinet kom mye dårligere ut i perioden fra 100kg til 120 kg og videre. Dette som en klar følge av at avlsarbeidet i Norge tradisjonelt ikke hadde tatt stilling til utviklingen i denne perioden (Ranberg et al., 2013).

I tillegg til egenskaper for fôreffektivitet og tilvekst gjøres det målinger for slaktekjøttkvalitetsegenskaper som tidligere var basert på søskentest. Teststasjonen gjør det mulig å utføre dette med datatomografi (CT) og alle råner blir derfor skannet enten ved avsluttet test, eller når de nærmer seg ferdig i test (Kongsro, 2009).

F.I.R.E.- systemet sørger for at store mengder av data om spisevaner registreres flere ganger om dagen gjennom hele testperioden. Enkelte av disse dataene har ikke Norsvin benyttet i analyser tidligere, og det kan derfor finnes nyttig informasjon om nye egenskaper. En stor fordel med teststasjonen er muligheten for å hente ut data som er samlet opp helt siden stasjonen ble tatt i bruk. Dette dreier seg om flere tusen observasjoner fra 2008 til i dag. Et godt utgangspunkt for analysearbeid.

Norsvin har gjennom flere år avlet for god tilvekst og fôrutnytting, to egenskaper som er spesielt viktige for økonomien til bonden. Men vet lite om hvordan dette har påvirket

etemønsteret til svin. Er det ubevist avlet for svin som eter mye og fort, eller som eter små og mange porsjoner i løpet av dagen. Kanskje går retningen mot svin som eter mindre per dag og har dårligere fôropptakskapasitet. Det er også interessant å få et bedre bilde på om etevanene endrer seg i løpet av en vekstperiode og om dette kan være påvirket av produksjonsegenskaper. For å kunne analysere dette behøver man data for etevaner, noe råneteststasjonen har registrert fortløpende alle årene den har vært i bruk. Videre er det mulig å analysere for genetiske interaksjoner mellom egenskapene som er inkludert i avlsmålet og nye egenskaper for etemønster. Studien fokuserer kun på Landsvin.

I denne studien er det benyttet fôrforbruk i perioden og antall dager i test som egenskapene for fôrutnyttin og tilvekst. Disse er allerede studert og benyttes i avlsmålet til Norsvin for Landsvin. De nye egenskapene som blir analysert for første gang er gjennomsnittlig daglig fôrinntak, gjennomsnittlig tid brukt på eting per dag, etehastighet og gjennomsnittlig antall besøk i fôringsstasjon per dag.

Hovedmålet med oppgaven er å studere den genetiske effekten det moderne avlsarbeidet har hatt på etemønster hos landsvin. Og beregne genetiske parametre for de nye egenskapene som ikke har blitt benyttet eller utført beregninger på tidligere.

Delmål:

- 1) Beregne arvegrader for fire nye egenskaper for etemønster:
 - gjennomsnittlig daglig fôrinntak
 - gjennomsnittlig antall besøk i fôrstasjon per dag
 - gjennomsnittlig tidsforbruk til eting per dag
 - gjennomsnittlig etehastighet (kg fôr/time)
- 2) Beregne genetiske korrelasjoner mellom de fire nye egenskapene for etemønster og de eksisterende produksjonsegenskapene fôreffektivitet og tilvekst

2. Litteraturstudie

2.1 Genetiske sammenhenger mellom observerte egenskaper under vekst

Flere studier har vist at den genotypiske responsen til egenskaper kan endre seg med alderen til dyret. Fenotyper som kroppsvekt, kroppssammensetning og fôrinntak er egenskaper hos gris som er kjent å endre seg etter alder (Huisman & Van Arendonk, 2002a) Det er naturlig å forvente en endring av kroppsvekt og kroppssammensetning etter hvert som dyret vokser og at det delvis kan være genetisk bestemt til hvilken grad dette skjer. Mindre opplagt er det at egenskaper som daglig fôrinntak, tidsforbruk til eting og hvor ofte dyret spiser er genetisk betinget. Er det ingen endring i egenskapen over tid kan ikke egenskapen sees på som individuelle egenskaper, men en og samme egenskap for hele vekstperioden. Hvis det finnes signifikante endringer i egenskapen over tid kan det derimot antas at det i realiteten er ulike egenskaper. Flere studier har funnet slike sammenhenger for daglig fôrinntak, det er bevist at dette ikke er en og samme egenskap gjennom hele vekstperioden. Endringene påvirkes av genetiske faktorer (Labroue et al., 1994; Schulze et al., 2002; Von Felde et al., 1996). Å finne genetiske parametre som kan beskrive egenskaper med slike endringer over tid er nyttig for å forstå hvordan endringer kan påvirkes gjennom seleksjon og til hvilken grad dette er mulig. Labroue et al., (1994) fant i sin studie av etemønster til svin at antall besøk i fôrstasjon per dag viste en synkende trend utover testperioden, mens det daglige fôrinntaket gikk opp. I denne studien ble det benyttet svin av rasene fransk landsvin og "Large White" i en testperiode fra 35 kg til 95 eller 100kg. Begge rasene viste de samme trendene for endringer gjennom tid. Det var derimot store forskjeller mellom rasene i etemønster. "Large White" hadde dobbelt så mange besøk i fôrstasjonene som fransk landsvin, men det daglige fôrinntaket forholdt seg likevel likt mellom rasene. Både kastrater og rånere ble benyttet og kastratene viste et større daglig fôrinntak (17 % større) enn rånene. Under testperioden var dyrene fordelt i 42 binger med 9 – 14 svin i hver bing. Endringene i etemønsteret ved ulik alder var uavhengig av rase og kjønn.

Schulze et al.(2002) estimerte arvegrader for gjennomsnittlig daglig fôrinntak gjennom en testperiode som var delt inn i første, tredje, femte, sjuende og niende uke. Arvegradene var henholdsvis 0.17, 0.32, 0.37, 0.43 og 0,41. Studien besto av 5061 avlsrånere som var oppstallet i grupper. En multivariat dyremodell ble benyttet i estimeringene og egenskapen ble analysert som en unik egenskap for hvert tidsintervall. De estimerte genetiske korrelasjonene mellom

daglig fôrinntak blant ulike tidsperioder varierte mellom 0,02 – 0,73. Og var derfor signifikant ulike fra 1, egenskapene ble derfor ansett å være ulike blant de ulike tidsperiodene. Studien viser at daglig fôrinntak er ulikt genetisk betinget gjennom vekstperioder. Optimalisering av produksjonsegenskaper i sluttperioden av oppfôring kan oppnås ved å øke det daglige fôrinntaket i starten av vekstperioden og ved å begrense fôrinntaket i den siste delen av vekstperioden.

Von Felde et al.(1996) utførte analyser på 3188 rånere oppstallet i grupper. Rånene var i test fra 100 dager til 170 dager og egenskapene daglig fôrinntak, etemønster og produksjonsegenskaper ble analysert. Registreringene ble gjort med elektroniske fôrstasjoner som for de andre forsøkene tidligere nevnt og rånene ble tilbudt fri tilgang av fôr. Testperioden ble delt inn i fem perioder samt en for hele testperioden i ett. Estimerte arvegrader for daglig fôrinntak var henholdsvis 0.16, 0.24, 0.30, 0.27, 0.26, og 0.22. Den tredje perioden av hele testperioden viste høyest arvegrad og samsvarer med en alder på 130 dager og rundt 85 kg levendevekt. Denne vektperioden viste også en høy genetisk korrelasjon med daglig fôrinntak for hele testperioden ($r_g = 0,91$). Estimerte genetiske korrelasjoner mellom daglig fôrinntak og etehastighet, residual fôrinntak, gjennomsnittlig daglig tilvekst og spekk tykkelse var 0.04, 0.97, 0.62 og 0.42, henholdsvis. Tidsforbruk per dag i fôringsstasjonen viste liten endring gjennom testperioden. Det ble funnet høye arvegrader for etemønster egenskapene, etehastighet, fôropptak / besøk, antall besøk, tid per besøk, og tid per dag i fôringsautomaten. Arvegradene var henholdsvis 0.44, 0.51, 0.43, 0.42 og 0.43. Med unntak fra egenskapen tidsforbruk i fôrstasjon/dag, ble det funnet lave genetiske korrelasjoner mellom egenskapene for etemønster og produksjonsegenskaper. Tidsforbruk/dag i fôrstasjon hadde signifikante estimater for korrelasjoner med daglig fôrinntak på 0,44 og gjennomsnittlig daglig tilvekst på 0,32.

Det er av allmenn oppfatning at sosial rang kan påvirke etemønster til dyr som står i grupper og blir fôret likt/sammen. Dette gjelder både for dyr i vill tilstand, men er også observert på domestiserte dyr. Sosial rang i bingen er også bevist å ha en effekt på etemønsteret til svin. Sosiale faktorer kan derfor indirekte bli selektert for ved fokus på fôreffektivitet og tilvekst i avlsmålet og kan spille en viktig rolle i avlsbeslutninger på lang sikt. Hoy et al. gjorde i 2002 en studie på dette hvor 679 ungpurker ble delt inn i grupper på 12 dyr i hver bing. Elektroniske fôrstasjoner ble benyttet for å måle antall besøk i fôrstasjon, tidsforbruk i fôrstasjon per gang og fôrinntaket per besøk. Hver bing inneholdt en fôrstasjon. I tillegg ble

sosial rang rundt fôrstasjon i 8 av bingene registrert med infrarød videoteknikk. Alle ungpurkene i bingen ble tildelt en sosial rang fra 1 -12. Gjennomsnittsverdier for egenskapene ble delt inn i grupper for høy rang(1 – 6), lav rang(7-12) og for hvert dyr sin individuelle rang. Resultatene viste at individ med færrest antall besøk i fôrstasjonen brukte signifikant lenger tid i fôrstasjonen(5,1 min) per gang, samt hadde et høyere fôrinntak(176,7 g) per gang, enn individ som hadde høyest antall besøk(høyest frekvens per 48timer) i fôrstasjon. Det estimerte middelet var for disse 3,4 minutter og 109,8 g fôr per besøk. I alle deler av testperioden hadde individ med høyest rang færre besøk i fôrstasjon, høyere tidsforbruk og fôrinntak per besøk, sammenlignet med individ med lavere rang i samme bing. For hele testperioden sett under ett, viste de to grisene med høyest rang i hver bing signifikant færre besøk i fôrstasjon(745) sammenlignet med resten av bingen(1637). For egenskapene tidsforbruk og fôrinntak viste de 3grisene med høyest rang i hver bing større verdier enn gjennomsnittet i bingen(6,6 minutter mot 3,2 minutter og 228 gram fôr mot 101 gram fôr).

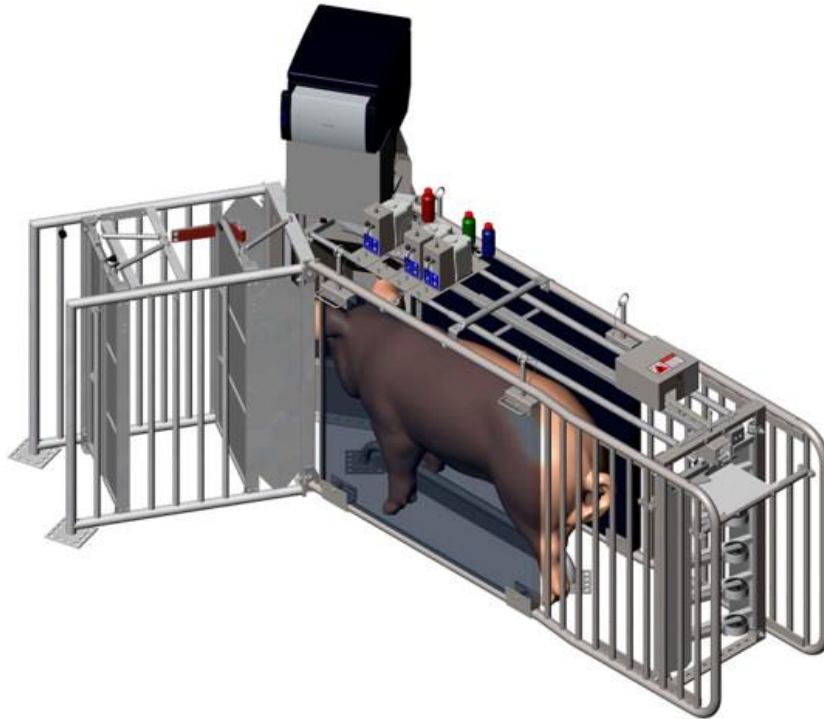
Som beskrevet er det funnet flere genetiske sammenhenger for egenskaper under vekst, og flere ” Quantitative trait loci ” (QTL) er påvist å ha effekt på egenskaper som tilvekst og fôrinntak på gris, det vil si at dette er komplekse egenskaper som påvirkes av flere gener. Men det var lenge få funn for interaksjon mellom QTL(epistasi) for egenskapene i ulike vekstperioder, som kunne forklare hvorfor de genetiske sammenhengene endret seg. Duthie et al., utførte i 2011 en studie hvor epistatisk QTL for vekst, fôrinntak og kroppssammensetning på gris ble undersøkt, den første av sitt slag ifølge Duthie et al.,(2011). Det ble påvist atten signifikante epistatiske QTL par, syv av disse påvirket vekst, seks påvirket fôrinntak eller etehastighet og fem påvirket kroppssammensetning. Av atten par ble bare to av disse påvist å ligge på samme kromosom. De påviste QTL parene forklarte moderate mengder(5 % – 10,3 %) av den fenotypiske variasjonen til egenskapene. I følge Duthie et al.,(2011) tyder funnene på at epistasi er viktig i den genetiske reguleringen av vekst, fôrinntak og kroppssammensetning. Dette er derfor faktorer som dypere kan forklare hva som skjer genetisk når tilsynelatende samme egenskap endrer seg over tid. Det ble antatt at for samme egenskap, vil interaksjonen mellom ulike epistatiske QTL par være avhengig av vekstfasen til individet.

2.2 Hvordan kan etemønster registreres

En av utfordringene i genetiske analyser av etemønster er å finne gode metoder for å registrere data. Flere ulike redskaper er utviklet og stort sett benyttes det elektroniske fôringsstasjoner i dag. Videre kan det være utfordringer med å få observasjoner som er forenelige med normale produksjonsforhold. I testmiljø blir svin gjerne satt i binger, med en fôrstasjon på deling. Dette skiller seg klart fra hvordan situasjonen er ute i de fleste produksjoner. Svineproduksjonen i Norge skiller seg også fra en del land internasjonalt, fordi det er strengere regler til oppstalling og forbudt med fiksering. Hvordan egenskapene som måles på testanlegg vil virke i praksis er derfor ikke alltid like enkelt å vite.

Flere sensorer eksisterer for å måle etemønster til svin, siden oppstalling i grupper i hovedsak er brukt i Norge er det lagt vekt på en kort presentasjon av grunn metoder tilpasset dette. I en testsetting hvor flere svin går sammen er det først nødvendig å kunne skille individene fra hverandre på en lett måte. Den letteste metoden i dag er å benytte radiofrekvensidentifikasjon(RFID). Dette gjøres ved å utstyre grisen med en radio styrt tag(RFID-brikke), gjerne i øremerket. I fôrautomaten er det så en antenne eller annet system som leser av informasjonen på RFID brikken (Maselyne et al., 2014).

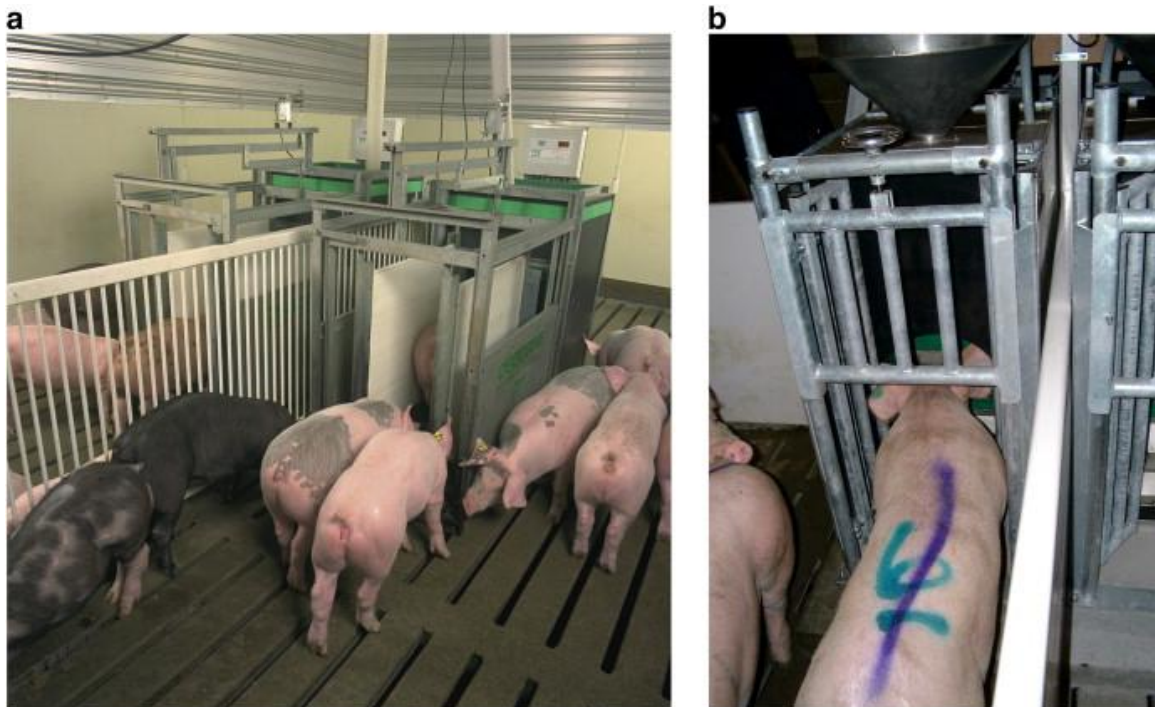
For purker i smågrisproduksjon finnes det mange fôringsstasjoner som kan være praktiske også i produksjonsbesetninger. Et eksempel på en slik fôrstasjon (Nedap, Groenlo, Nederland) er vist i figur 2-1. Slike fôrstasjoner kjennetegnes ofte av at purka kan gå inn i en beskyttet kasse som blir luket bak purka når hun spiser. Grisene blir identifisert ved hjelp av RFID systemet og individuell fôring kan gis på denne måten. Purka kan gå når hun er ferdig, og inngangen åpner seg igjen for neste gris. Ofte registrerer disse fôrstasjonene bare daglig fôrintak og antall besøk per dag(Maselyne et al., 2015).



Figur 2-1: Elektronisk fôrstasjon for purker(Nedap, Groenlo, Nederland). Med inngang, beskyttende kasse, fôrtro og utgang. (Kilde: www.esf2013.com)

For slaktegris er det utviklet lignende fôrstasjoner, det er viktig at disse kan registrere tidsforbruket per besøk, vekt og daglig fôrinntak. Et eksempel på et en slik fôrautomat er F.I.R.E. – systemet (Feed Intake Recording Equipment, Osborne Industries, Inc., Osborne, Kansas USA) i figur 2-2a. Systemet kan benyttes med kun fôrtro, men det finnes flere ulike typer beskyttelsesdeler som kan monteres på. Grisene identifiseres med RFID systemet og veies før og etter eting ved hjelp av vektceller. Flere genetikk selskaper og forsker grupper benytter denne fôrstasjonen(Maselyne et al., 2015). Norsvin Delta benytter denne typen fôrstasjon og en nærmere gjennomgang av systemet vil derfor bli gitt i avsnitt 3.2.

IVOG systemet (individual feed intake recording in group housing, Insentec B.V., Marknesse, Nederland) er illustrert I figur 2-2b, og er en annen versjon av en elektronisk fôrstasjon som benyttes for registrering på slaktegris. Prinsippet er det samme som for de andre med vektceller og identifiseringssystem. Fôrstasjonen gir kun hode og nakke beskyttelse og er mer utsatt for dominante griser. Likevel kan beskyttelsen disse to fôrstasjonene gir påvirke brukbarheten til resultatene. I en vanlig slaktegrisbesetning finnes det sjelden samme type beskyttelse av individene ved eting. Etemønsteret kan derfor endre seg i forhold til testmiljøet. I en testperiode er beskyttelsen en ekstra sikkerhet for å kunne skille antall besøk fra hverandre(Maselyne et al., 2015).



Figur 2-2a: F.I.R.E. (Feed Intake Recording Equipment, Osborne Industries, Inc., Osborne, Kansas USA) (kilde: www.osbornelivestockequipment.com); **b:** IVOG (individual feed intake recording in group housing, Insentec B.V., Marknesse, Nederland)(kilde: www.insentec.eu).

2.3 Ønsket retning på genetisk endring av etemønster

Gjennom genetisk seleksjon har den europeiske grisen endret seg mye de siste tiårene. Det er spesielt avl på produksjonsegenskaper som har sørget for denne utviklingen. Den moderne produksjonsgrisen er i dag en hurtigvoksende gris med magert kjøtt. Samtidig er det ønskelig med føreffektive svin, og spesielt i Norge har det vært fokus på føreffektivitet på grunn av det høye kostnadsnivået i landet. Førutgiften er den største kostnaden til bonden. Dette har resultert i svært føreffektive svin, som er konkurransedyktige internasjonalt (Olsen, 2015). Tradisjonelt har ikke avlsarbeidet tatt hensyn til etemønsteret i sin seleksjon av dyr. I følge Robinson et al., (2004) er det en tendens innenfor raser at de mest effektive produksjonsdyrene er de med færre måltider per dag. Det ble også påpekt store forskjeller i etemønster mellom ulike raser. Studien ble utført for storfe, men det er fornuftig å anta at dette også gjelder andre dyreslag. For produksjoner som svinenæringen hvor kryssningsavl forekommer er det derfor ikke tilstrekkelig med informasjon om etemønster til en rase, eller til svin som samlebetegnelse.

Det er viktig at den fremtidige grisen møter kravene til både bonde og forbruker. Tradisjonelt har bondens behov blitt vektlagt høyt for å at det genetiske materialet skal være

konkurransedyktig. Men med mer fokus i media på dyrevelferd og smak har forbrukerne sine ønsker kommet mer i fokus for alle dyreslag de siste årene. Seleksjonen for magert kjøtt har tydelig gått utover mengden fettvev i svineslaktet. Uten tiltak vil dette føre til mindre smak på kjøttet. Norsvin har fortløpende kontroll på egenskaper som påvirker smakelighet for sine raser i avlsarbeidet, og har i tillegg utviklet et eget produkt(edelgris) for markedet som etterspør mer fett/smak. Men seleksjon for magert kjøtt og føreffektivitet har vist seg å i tillegg ha konsekvenser for andre egenskaper hos purker. Det er en fare for at seleksjonen går utover det daglige fôrinntaket. Det blir et problem hvis purkene ikke makter å spise nok for et øket vedlikeholdsbehov på grunn av magert kjøtt og raskere vekst. Dette kan gå kritisk ut over purker i laktasjon, eller påvirke fruktbarheten. I en litteraturstudie av Kongsted (2005) ble det funnet at lavt fôrinntak sammenlignet med et høyt fôrinntak før paring, kunne påvirke kullstørrelsen og føre til store vekttap under laktasjon. Store vekttap under laktasjon er uønsket da det blir ekstra tids- og kostnadskrevende å få purkene i godt hold igjen. Dette vil også gå utover fruktbarheten. Er purkene i dårlig hold under laktasjon er de i tillegg mer utsatt for liggesår og andre helseproblemer. Det var spesielt et problem ved førstegangs grising. Både grisningsprosent og kullstørrelse er påvirket av fôrinntaket. For alle typer svineproduksjon vil det være ugunstig med individ som har svært lavt daglig fôrinntak. Det er ønskelig med føreffektive dyr, men det blir et problem hvis seleksjonen går utover det daglige fôrinntaket på en negativ måte. Det er derfor ønskelig med svin som har god tilvekst og et moderat til høyt daglig fôrinntak som samtidig ikke øker det totale fôrinntaket (god tilvekst burde sørge for dette). Når tidligere studier har påvist sammenhenger mellom etemønstre og produksjonsegenskaper, er kunnskap om etemønstret nødvendig for å kunne være føre var i et avlsarbeid hvor produksjonsegenskapene står i fokus.

3. Materiale og metoder

3.1 Datamaterialet

Datafilen stammer fra Norsvin sin database med data fra råneteststasjonen siden oppstart i mars 2008 til tidspunkt ved uthenting av data i starten av februar 2015. Filen inneholdt 10 095 individer med ID nummer, medlemsnummer og år, fødsels måned, mors kullnummer, avdeling, bing, kull nummer, og regresjonseffektene levende fødte i kullet og levende fødte i kullet². I tillegg var det fire egenskapsgrupper som var delt inn i vektintervallene 40 – 60 kg, 60 – 80 kg, 80 -100 kg og 100 – 120 kg. Disse fire egenskapsgruppene var gjennomsnittlig daglig fôrintak, gjennomsnittlig antall besøk i fôringsautomat per dag, gjennomsnittlig tid brukt i fôringsautomat per dag og kg fôr i perioden. Filen inneholdt også alder ved 40 kg, 60 kg, 80 kg, 100 kg og 120 kg.

Filen med data fra Norsvin krevde ikke omfattende redigering, da den allerede var kontrollert. Datasettet ble korrigert for dobbeltregistreringer. Det ble korrigert for ekstremt høye eller lave verdier og andre unormale verdier ble også redigert bort. SAS ble benyttet til redigering av datamaterialet (SAS Statistical Analysis Software Version 9.1.3).

Flere individer manglet fullstendige målinger på alle egenskaper, men ble likevel beholdt i datasettet fordi de kunne bidra med genetisk informasjon og arvegrader på de andre egenskapene. Spesielt for egenskapene målt i perioden 100 – 120 kg manglet det mange registreringer. Dette er naturlig fordi vektintervallet 100 – 120 kg ble innført i 2012 og datasettet har individer fra 2008 til 2015. Fordelingen av observasjoner for hver egenskap er summert i tabell 3-1.

For å beregne de genetiske varianskomponentene ble det dannet en slektskapsfil for den redigerte datafilen. Elleve individer måtte slettes i denne prosessen fordi det ikke fantes slektskapsinformasjon på disse. Det totale antallet individer med observasjoner som ble benyttet var 10 084. Antall dyr i slektskapsfilen var 21 469.

Tabell 1-3: Antall observasjoner for hver egenskap, egenskapens gjennomsnittsverdi og standard avvik. d = gjennomsnittlig daglig fôrinntak(kg), v = gjennomsnittlig antall besøk i fôrstasjon per dag, h = gjennomsnittlig etehastighet(kg fôr/time), t = gjennomsnittlig tidforbruk i fôrstasjon(minutter), f = kg fôr i perioden(fôreffektivitet), a = alder, dager = antall dager i testperioden(tilvekst).

Egenskap	N	Snitt-verdi	Standard avvik	Egenskap	N	Snitt-verdi	Standard avvik
d40_60kg	9986	1,70	0,16	t40_60kg	9997	56,07	12,85
d60_80kg	10035	2,18	0,19	t60_80kg	10043	52,98	10,91
d80_100kg	9929	2,61	0,25	t80_100kg	9997	48,82	9,70
d100_120kg	4112	2,97	0,30	t100_120kg	4233	45,66	9,03
d40_120kg	4062	2,30	0,16	t40_120kg	4196	50,39	9,08
v40_60kg	9997	11,29	3,48	f40_60kg	9986	38,10	3,47
v60_80kg	10044	11,25	3,89	f60_80kg	10035	41,62	3,93
v80_100kg	9997	10,39	3,56	f80_100kg	9929	45,74	4,71
v100_120kg	4234	9,54	3,27	f100_120kg	4112	49,91	5,76
v40_120kg	4196	10,59	3,13	f40_120kg	4062	172,60	12,37
h40_60kg	9986	1,90	0,39	a_40kg	10013	84,45	6,63
h60_80kg	10035	2,56	0,49	a_60kg	10065	107,00	7,43
h80_100kg	9929	3,30	0,59	a_80kg	10063	126,22	8,19
h100_120kg	4112	4,03	0,69	a_100kg	10014	143,90	8,99
h40_120kg	4062	2,88	0,49	a_120kg	4242	158,54	9,44
Dager 40_60kg	9997	22,59	2,83	Dager 100_120kg	4234	16,96	2,71
Dager 60_80kg	10044	19,21	2,48	Dager 40_120kg	4207	75,49	6,74
Dager 80_100kg	9997	17,70	2,50				

3.2 Råneteststasjonen og F.I.R.E. – systemet

Råneteststasjonen Delta består av 16 avdelinger for råner i test, i hver av disse er det seks binger med 12 råner i hver, 72 råner per avdeling. I hver avdeling er det en blanding av landsvin og duroc, det forsøkes å sette annen hver bing med hver rase. Bingene i samme avdeling fylles opp fortløpende ved innsetting av ny gris, slik at rånene i hver avdeling er i forholdsvis samme vekstperiode gjennom test. Rånene står i samme bing og avdeling gjennom hele testperioden.

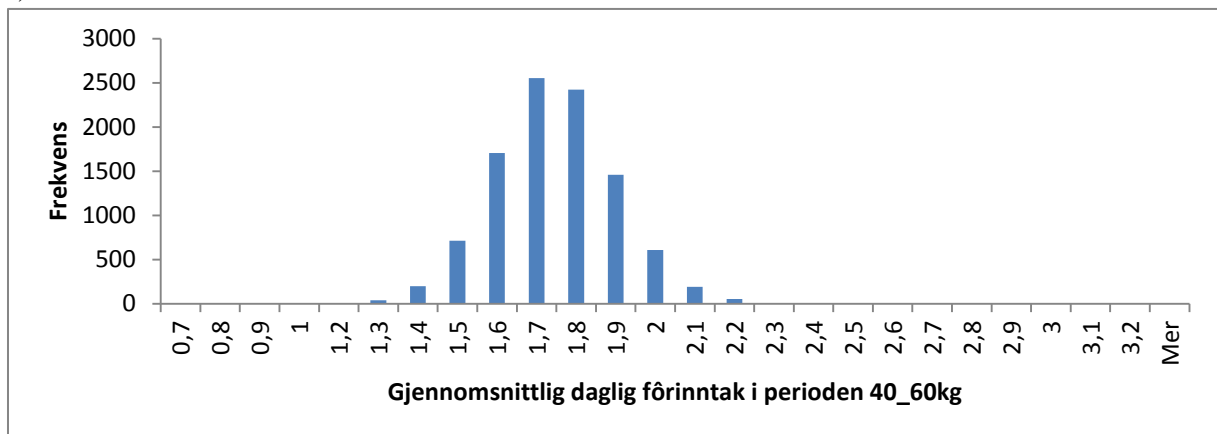
I hver bing finnes det en datastyrt F.I.R.E. (Feed Intake Recording Equipment) fôrstasjon som rånene må dele. Fôrstasjonen består av en plattform med regulerbare vegger hvor rånene går inn for å spise og en fôrtro. Veggene justeres manuelt (flere ganger i løpet av testperioden) etter størrelsen til rånene slik at ikke flere kan gå inn samtidig. Det føres etter appetitt (fri fôring) og F.I.R.E.- systemet gjør daglige registreringer av rånens individuelle fôrforbruk og vekt. Det finnes alltid fôr i fôrtroa og når det registreres at en râne går inn i automaten blir det registrert nøyaktig hvor mye fôr som ligger i troa når rånene går inn, og det registreres hvor mye fôr som ligger igjen når den går ut. Blir det tilført nytt fôr mens rånene står der, legges dette til i regnestykket (Presterud, 2015). Dette gjøres ved hjelp av vektceller tilkoblet fôrtroa og plattformen rånene står på. Ved å bruke elektroniske øremerker kan registreringene registreres på individ og bingnivå. Hver gris har et elektronisk øremerke i venstre øre, på venstre side av fôrtroa sitter det en antenne som registrer den unike koden til øremerket. Alle registreringer overføres automatisk til et eget dataprogram og sjekkes for unormale verdier hver dag. Dette for å oppdage feil ved fôrstasjonen, men det er også et godt redskap for å overvåke besetningen og finne potensielt syke dyr med unormal eteadferd. Fôrtroa og plattformen skrapes og rengjøres manuelt hver uke. Plattformen demonteres da delvis og settes sammen igjen etter rengjøring, dette kan av og til føre til feil i registreringene vis vekten ikke fungerer som den skal etterpå. Det er derfor viktig å vurdere dataene etter en slik rengjøring for å finne eventuelle feil med systemet. Vekten kalibreres jevnlig. I tillegg til fôrforbruk og vekt registreres antall besøk rånene har i fôrstasjonen per dag, og hvor lang tid de står der per gang. Registreringene som gjøres av F.I.R.E.- systemet er et viktig grunnlag for egenskapene tilvekst og fôrforbruk som inngår i avlsmålet for både landsvin og duroc. Registreringene benyttes aktivt for å beregne avlsverdier på testrånene.

3.2 Presentasjon av egenskapene

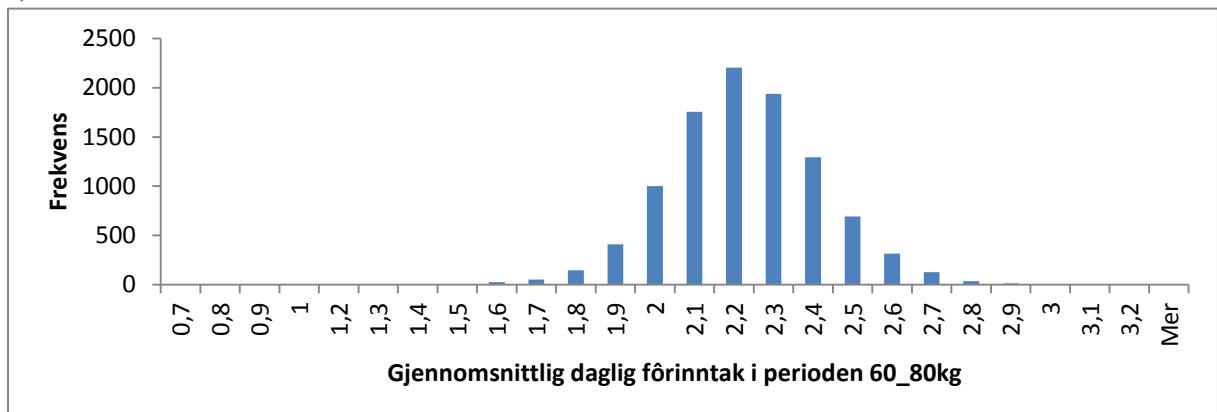
3.2.1 Gjennomsnittlig daglig fôrinntak(DFI)

F.I.R.E.- systemet registrer hvor mye hver råne spiser per dag ved å legge sammen spist kraftfôr mengde fra hvert besøk i fôringsautomaten den dagen. Registreringene gjøres som beskrevet ved hjelp av elektroniske øremerker og vektceller. Datasettet inneholdt daglige gjennomsnittsverdier for de fire vektperiodene. For egenskapen gjennomsnittlig daglig fôrinntak var det estimerte middelet på 1.7, 2.2, 2.6, 3.0, 2.3kg i henholdsvis vektperiodene 40_60kg, 60_80kg, 80_100kg, 100_120kg og 40_120kg. Det estimerte standard avviket var på 0.16, 0.19, 0.25, 0.30, 0.16 i de samme vektperiodene. Antall observasjoner for egenskapen var henholdsvis 9986, 10 035, 9929, 4112 og 4062. Observasjonene for gjennomsnittlig daglig fôrinntak er vist i figur 3-2a-d. Som det går frem av figurene var egenskapen tilnærmet normalfordelt og viser klar variasjon mellom vektperioder.

a)

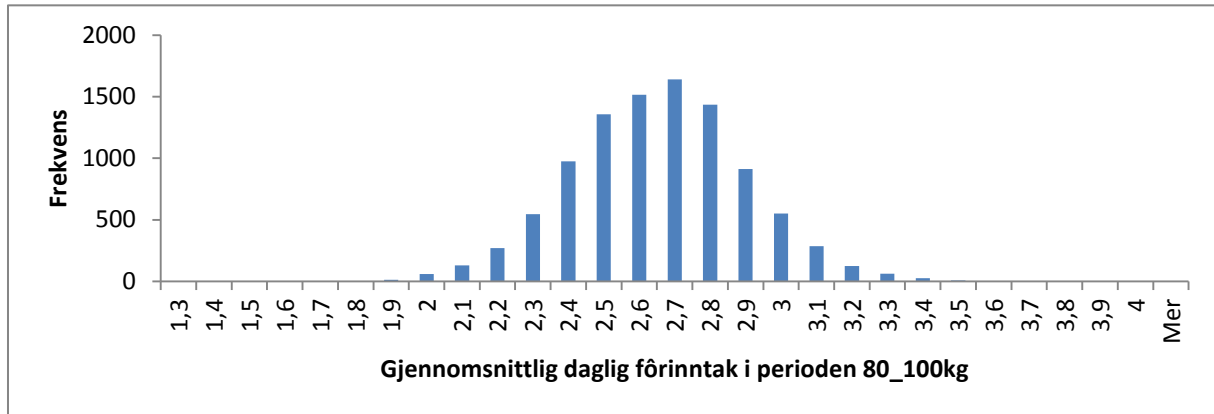


b)

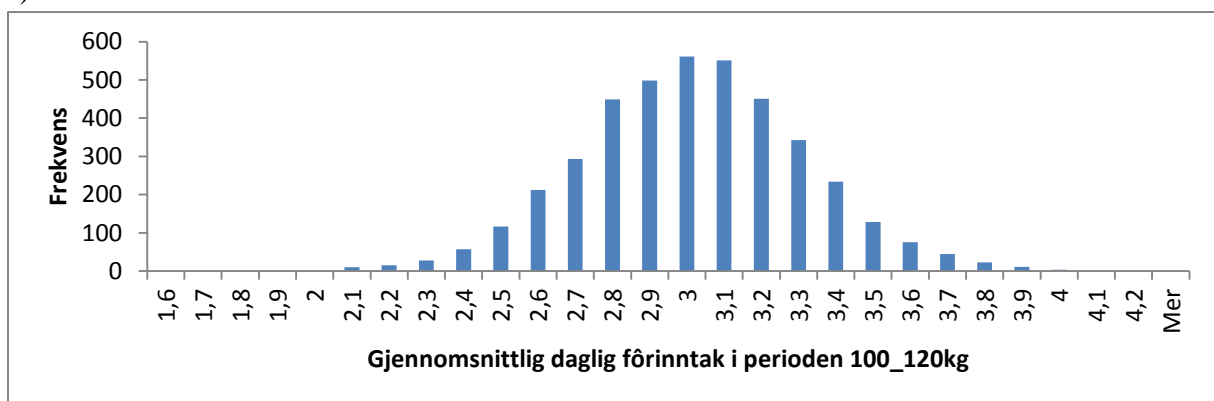


Figur 3-2a-b: Fordeling av egenskapen gjennomsnittlig daglig fôrinntak(df) i periodene 40_60kg og 60_80kg.

c)



d)



Figur 3-2c-d: Fordeling av egenskapen gjennomsnittlig daglig fôrintak(df_i) i periodene 80_100kg og 100_120kg.

3.2.2 Gjennomsnittlig antall besøk i fôringsautomat per dag

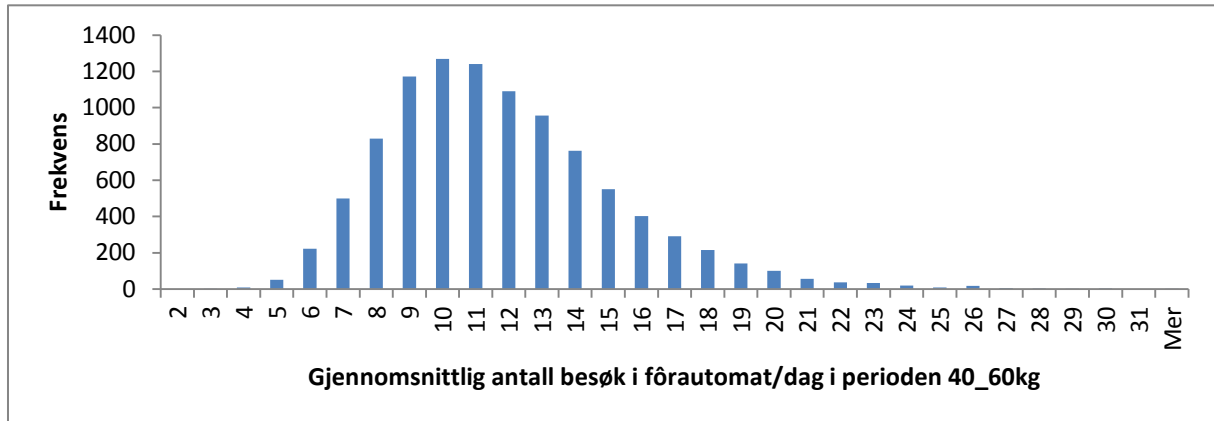
Antall besøk i fôringsautomat per dag per råne blir registrert gjennom FIRE- systemet.

Rånene må tilstrekkelig inn i fôrstasjonen for at ID skal registreres og data bli samlet inn.

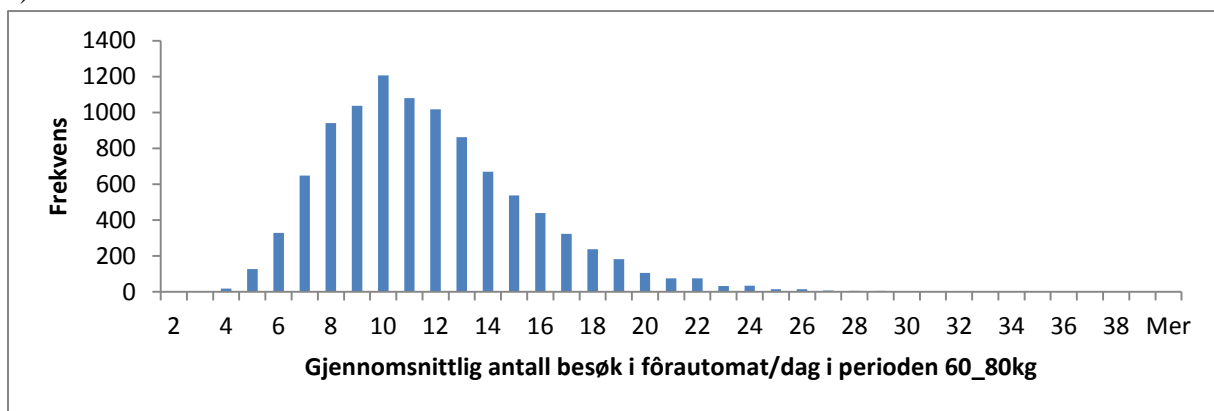
Datasettet inneholder gjennomsnittsverdier av egenskapen fordelt på de fire vektperiodene.

Egenskapen hadde henholdsvis 9997, 10 044, 9997, 4234 og 4196 antall observasjoner i vektperiodene 40_60kg, 60_80kg, 80_100kg, 100_120kg og 40_120kg. Estimert middel på 11,3, 11,3, 10,4, 9,5 og 10,6 besøk i henholdsvis vektperiodene 40_60kg, 60_80kg, 80_100kg, 100_120kg og 40_120kg. De estimerte standardavvikene var 3,5,3,9, 3,6, 3,3 og 3,1 besøk for de samme vektperiodene. Frekvensen til egenskapene er vist i figur 3-3 a-d.

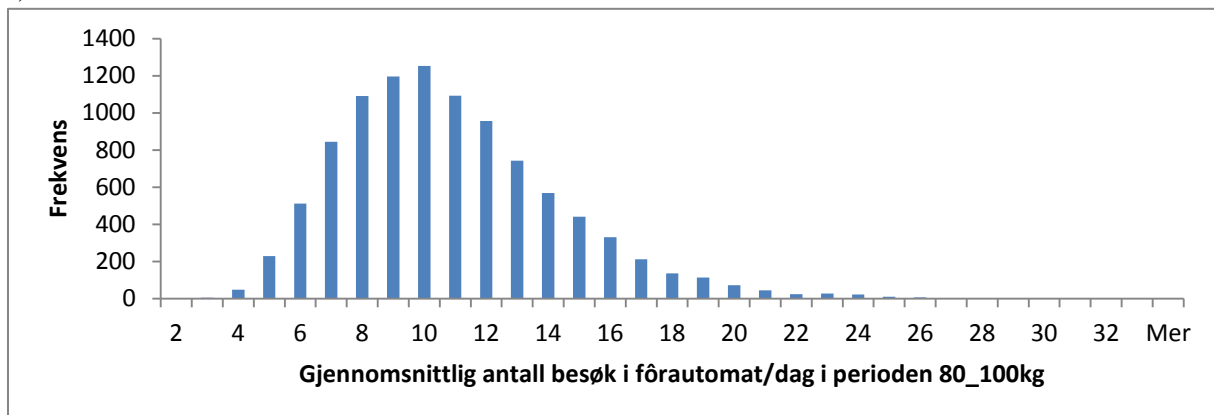
a)



b)

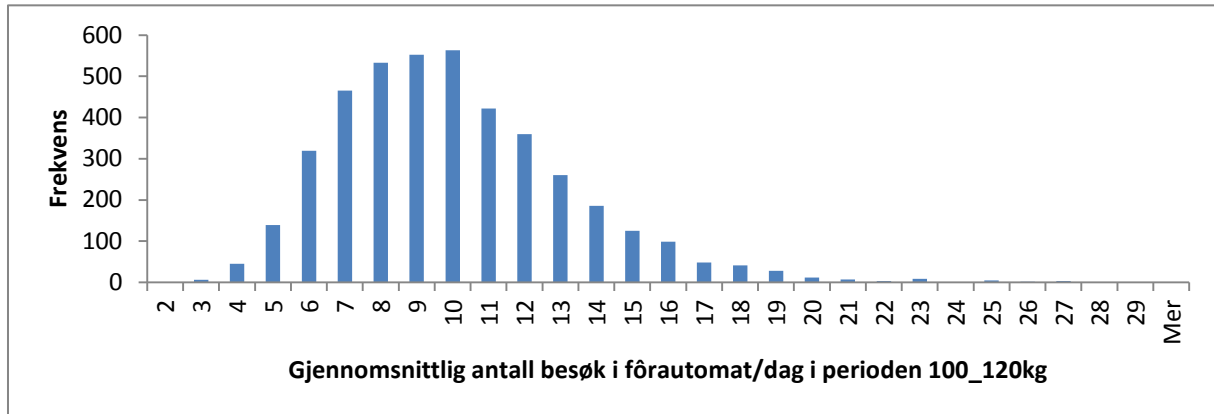


c)



Figur 3-3a-c: Fordeling av egenskapen gjennomsnittlig antall besøk i fôrstasjon/dag i periodene 40_60kg, 60_80kg og 80_100kg.

d)



Figur 3-3d: Fordeling av egenskapen gjennomsnittlig antall besøk i fôrstasjon/dag i perioden 100_120kg.

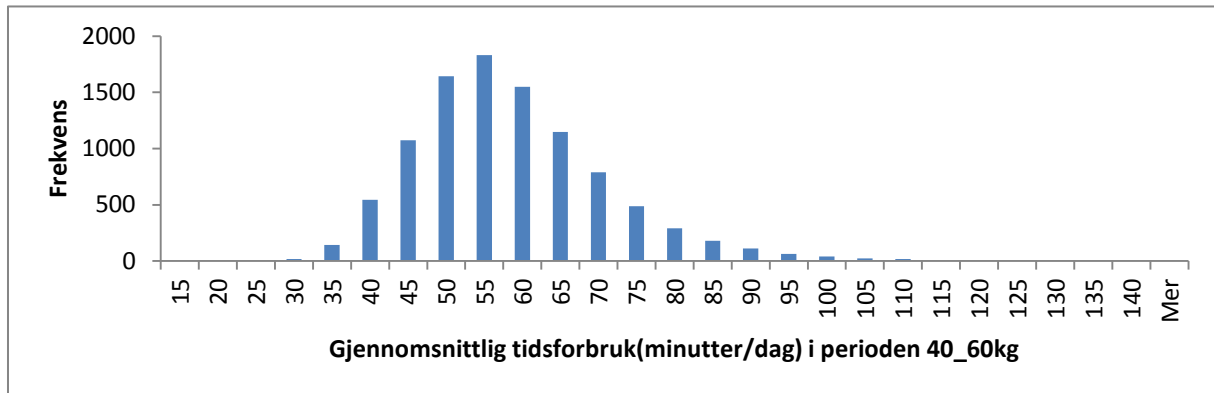
3.2.3 Gjennomsnittlig tidsforbruk i fôringsautomat per dag og etehastighet

I tillegg til vekt, hvor mye kraftfôr rånene spiser og hvor mange besøk de har i fôringsautomatene per dag registreres det også automatisk hvor lang tid hver râne står i automaten per gang. Tidene blir lagt sammen hver dag og i datamaterialet til denne studien ble observasjoner for gjennomsnittlig tidsforbruk (minutter) per dag benyttet. Figur 3-4a-d, viser fordelingen av disse observasjonene i de fire vektperiodene. Det kommer frem av figuren at egenskapen hadde mindre variasjon mellom vektperioder, men viser en tilnærmet normalfordeling av observasjonene. Egenskapen hadde henholdsvis 9997, 10 043, 9997, 4233 og 4196 antall observasjoner i vektperiodene 40_60kg, 60_80kg, 80_100kg, 100_120kg og 40_120kg. Estimert middel på 56.1, 53.0, 48.8, 45.7 og 50.4 minutter i henholdsvis vektperiodene 40_60kg, 60_80kg, 80_100kg, 100_120kg og 40_120kg. De estimerte standardavvikene var 12.8, 11.1, 9.7, 9.0 og 9.1 minutter for de samme vektperiodene.

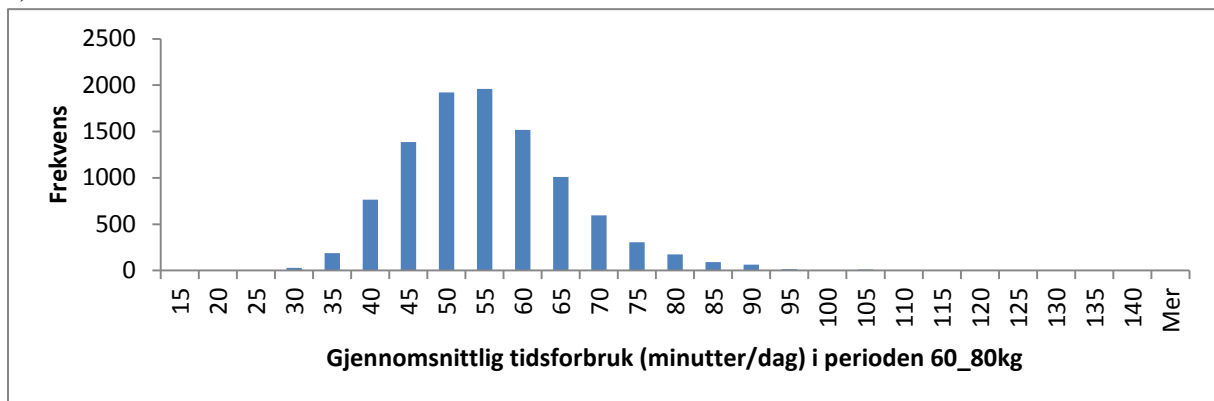
I tillegg til tidsforbruket ble det laget en ny egenskap for etehastighet (kg fôr/time) ved å dividere gjennomsnittlig daglig fôrinntak på gjennomsnittlig tid brukt i fôrstasjon. Dette ble gjort for å få en pekepinn på hva rånene faktisk gjorde i fôrstasjonen. Høy etehastighet tyder på at rånen spiser mye per time, mens lav etehastighet kan tyde på en râne som okkuperer matfatet eller jager bort andre. Figur 3-5a-d, viser fordelingen av disse observasjonene i de fire vektperiodene. Fra figuren kommer det frem at det finnes variasjon i tidsforbruk mellom de ulike vektperiodene. Egenskapen hadde henholdsvis 9986, 10 035, 9929, 4112 og 4062 antall observasjoner i vektperiodene 40_60kg, 60_80kg, 80_100kg, 100_120kg og 40_120kg. Estimert middel på 1.9, 2.6, 3.3, 4.0 og 2.9 kg/time i henholdsvis vektperiodene 40_60kg,

60_80kg, 80_100kg, 100_120kg og 40_120kg. De estimerte standardavvikene var 0.39, 0.49, 0.59, 0.69 og 0.49 kg/time for de samme vektperiodene.

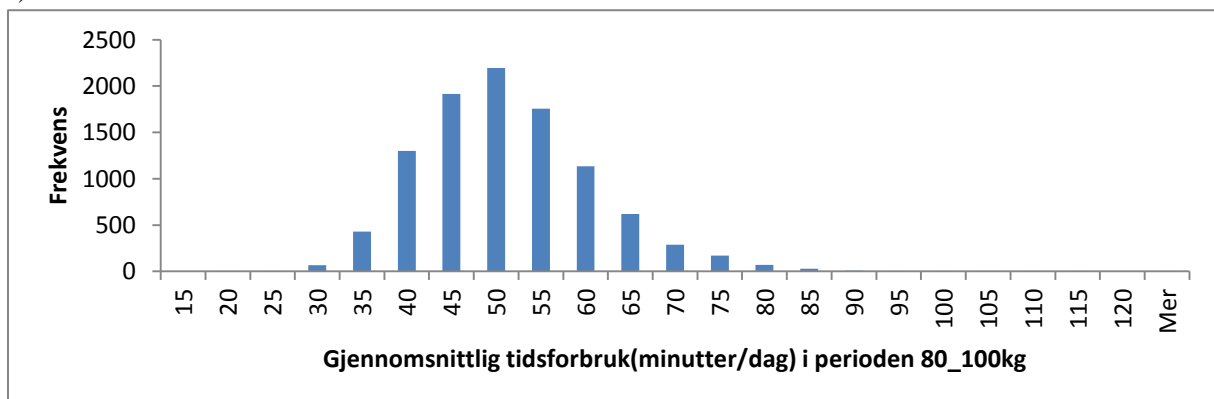
a)



b)

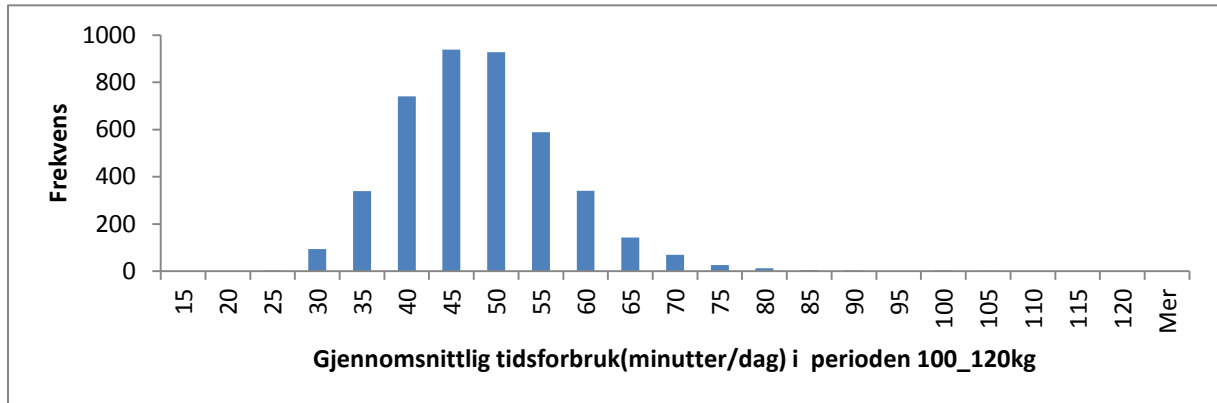


c)



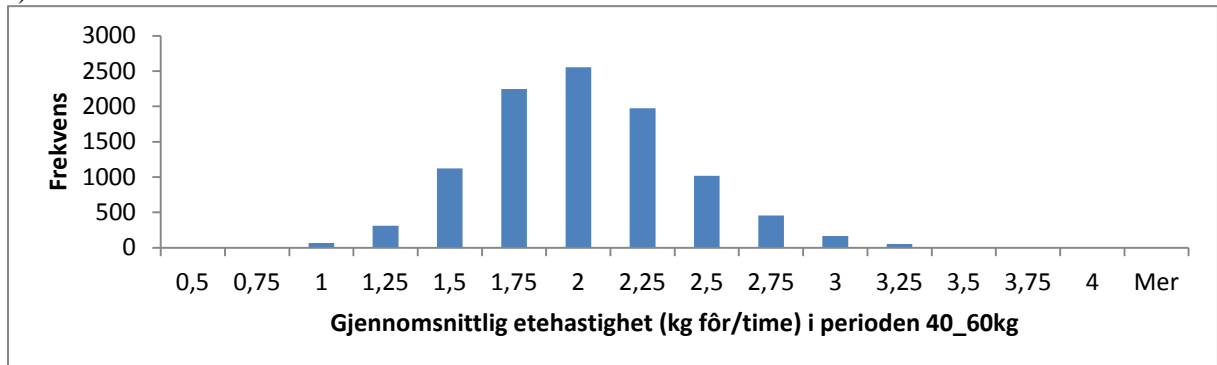
Figur 3-4a-c: Fordeling av egenskapen gjennomsnittlig tidsforbruk (minutter/dag) i periodene 40_60kg, 60_80kg og 80_100kg.

d)

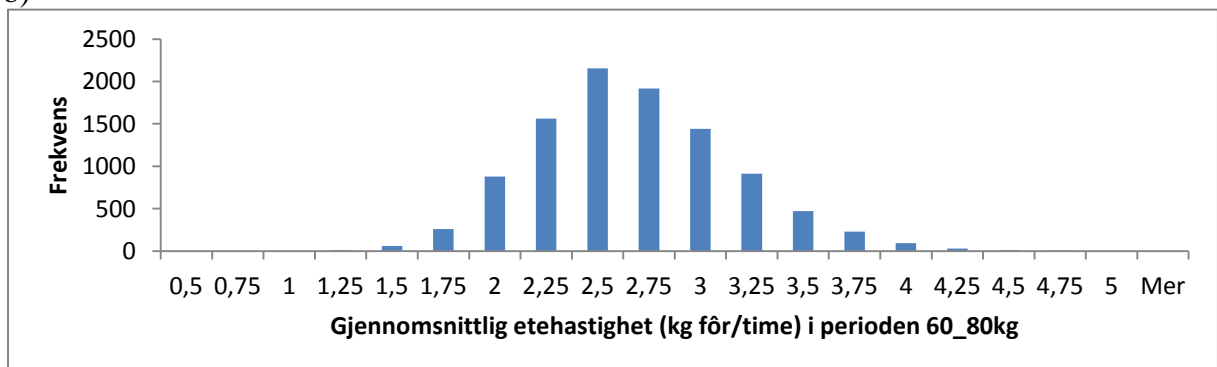


Figur 3-d: Fordeling av egenskapen gjennomsnittlig tidsforbruk (minutter/dag) i perioden 100_120kg.

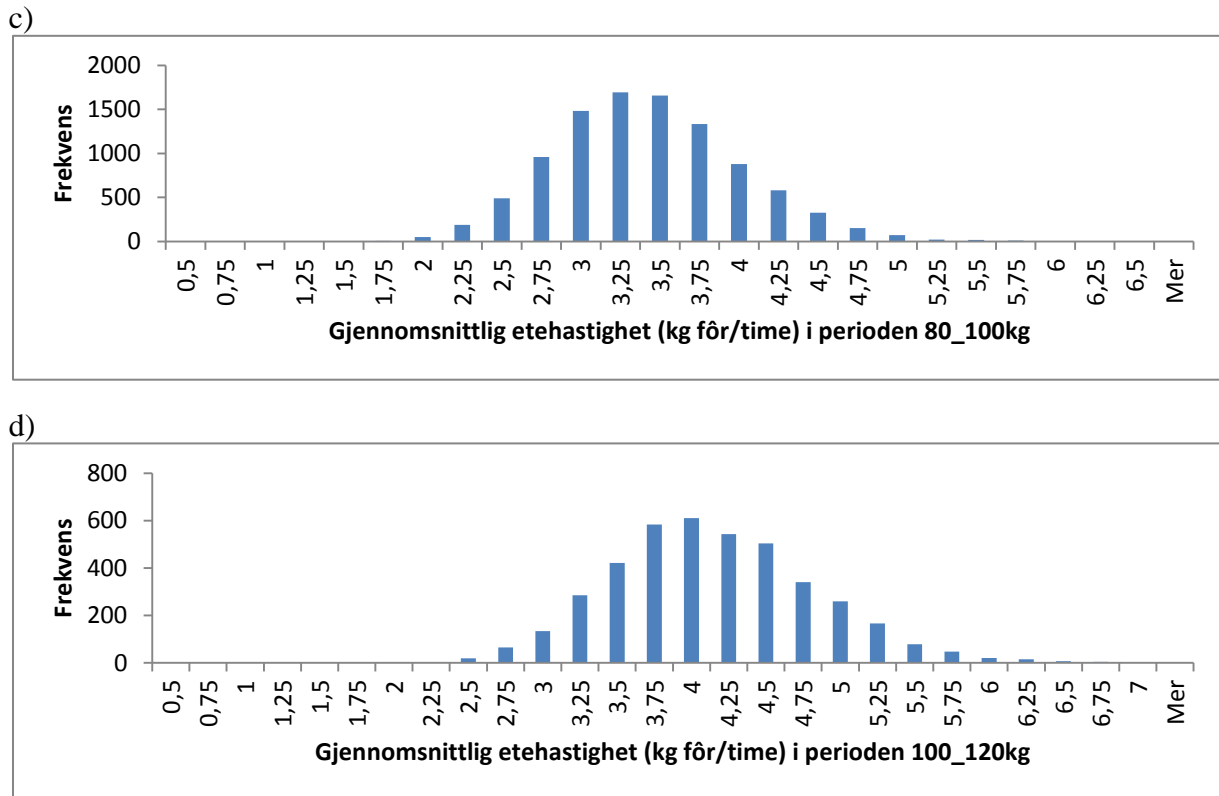
a)



b)



Figur 3-5a-b: Fordeling av egenskapen gjennomsnittlig etehastighet (kg fôr/time) i periodene 40_60kg og 60_80kg.



Figur 3-5a-d: Fordeling av egenskapen gjennomsnittlig etehastighet (kg fôr/time) i periodene 80_100kg og 100_120kg.

3.2.4 Produksjonsegenskapene tilvekst og fôreffektivitet

Produksjonsegenskapene tilvekst og fôreffektivitet inngår i avlsmålet til Norsvin og er derfor viktig å inkludere i analysen for å undersøke den genetiske sammenhengen mellom disse og eteadferdsegenskapene.

Tilvekst blir registrert som antall dager rånen benytter i testperioden fra 40 til 120 kg. Antall dager i hver periode ble konstruert ved å ta alder i sluttvekt – alder i startvekt for hver periode. Tilvekst er i denne studien delt inn i de samme vektperiodene som øvrige egenskaper for å sammenligne de genetiske sammenhengene over tid. Egenskapen hadde henholdsvis 9997, 10 044, 9997, 4234 og 4207 antall observasjoner i vektperiodene 40_60kg, 60_80kg, 80_100kg, 100_120kg og 40_120kg. Estimert middel på 22,6, 19,2, 17,7, 16,7 og 74,48 dager i test i henholdsvis vektperiodene 40_60kg, 60_80kg, 80_100kg, 100_120kg og 40_120kg. De estimerte standardavvikene var 2,8, 2,5, 2,5, 2,7 og 6,7 dager for de samme vektperiodene.

Fôreffektivitet blir registrert som antall kilo fôr hver råne spiser i løpet av testperioden. Dette registreres via den automatiske fôrstasjonen i hver bing som er tilkoblet datasystemet på

Delta og via øremerket på rånen. Denne egenskapen ble også splittet i fire vektperioder for å kunne analysere sammenhengen mellom disse og eteadferdsegenskapene over tid. Samt det ble laget en egenskap for hele testperioden. Egenskapen hadde henholdsvis 9986, 10 035, 9929, 4112 og 4062 antall observasjoner i vektperiodene 40_60kg, 60_80kg, 80_100kg, 100_120kg og 40_120kg. Estimert middel på 38.1, 41.6, 45.7, 49.9 og 172.6 kg i henholdsvis vektperiodene 40_60kg, 60_80kg, 80_100kg, 100_120kg og 40_120kg. De estimerte standardavvikene var 3.5, 3.9, 4.7, 5.8 og 12.4 kg for de samme vektperiodene.

3.3 Presentasjon av faste og tilfeldige effekter

Faste og variable effekter antas å ha en effekt på de ulike egenskapene som analyseres.

Effektene som ble benyttet i denne studien var ID nummer, medlemsnummer og år(medlaar), fødsels måned(fmnd), mors kullnummer(m_kullnr), avdeling, binge, kullnummer, og regresjonseffektene levende fødte i kullet og levende fødte i kullet². Signifikansnivå for de ulike effektene og egenskapene er presentert i tabell 3-6. Det er tatt utgangspunkt i dette under modell avgjørelser.

ID nummer er viktig å ha med i modellen for å kunne estimere den additive genetiske variasjonen for egenskapene.

Medlemsnummer og år(medlaar) er knyttet til en spesifikk svineprodusent og årstallet. Ulike effekter kan for eksempel komme av ulike rutiner og endringer i fôring fra år til år. Spesielt i analyser over flere år kan det skje endringer på fôringssiden, ny teknologi og kunnskap. Det var 217/114(i henholdsvis vektperiodene mellom 40_100kg og 100_120kg) nivå for denne effekten.

Det er naturlig å tenke seg en effekt av fødselsmåned på grunn av ulike temperaturer i fjøset. Fødselsmåned hadde 12 nivå, en for hver måned i året.

Mors kullnummer påvirker purkas prestasjoner. Purker som griser for andre gang leverer ofte større kull, enn første gang. Gjennomsnittlige fødselsvekter er også vist å være høyere ved andre og tredje kull (Damgaard et al., 2003). Tabell 3-6 viser at denne effekten ikke var signifikant i denne studien, og ble derfor ikke benyttet videre. Mors kullnummer hadde 3 nivå.

For å kompensere for forskjeller mellom avdelinger på råneteststasjonen ble avdelingseffekten benyttet. Denne hadde 144/62 nivåer for henholdsvis vektperiodene mellom 40_100kg og 100_120kg.

Innen hver avdeling på råneteststasjonen er det seks binger, for å kompensere for forskjeller mellom disse ble en bingeffekt benyttet. Effekten hadde 881 nivå og kunne ikke slås sammen.

Kullnummer kan ha en effekt på egenskapene da de blant annet vil variere i størrelse og antall levendefødte. Tabell 3-6 viser at kull sjelden hadde en signifikant effekt, og ble ikke benyttet. Kullnummer hadde 9700 nivå, alle var individuelle og kunne ikke slås sammen.

Antall levende fødte i kullet kan påvirke enkelte av egenskapene i denne studien. Et stort antall overlevende gir mindre ressurser til hver. Disse var regresjonseffekter og hadde 1 nivå.

3.5 Statistiske modeller

På grunn av ubalanserte data er det naturlig å bruke dyremodellen i denne studien. Dette er ofte tilfellet med dyreforsøk da gruppene sjelden er/blir helt like. For å analysere signifikansnivå ble en ” General Linear Model” (GLM) analyse benyttet ved hjelp av softwaren SAS (SAS, u.a).

Til estimering av de genetiske parametrene ble Softwaren DMU benyttet. Programmet DMUAI estimerte varianskomponenter og genetiske korrelasjoner ved å benytte gjennomsnittlig forventet informasjon, men programmet kan ved behov svinge over til EM metoden som benytter Maximum Restricted Likelihood (forventet maksimums verdi) for å få kjøringene til å konvergere. Når komponentene i kjøringen konvergerer angir DMU et estimat på variansen, genetiske korrelasjoner og standardfeil (DMU, 2006).

3.5.1 GLM analyse

Modell [1] ble benyttet i univariate GLM analyser av datafilen for å få en oversikt over hvilke effekter som ha signifikant effekt på egenskapene daglig fôropptak, antall besøk i fôringsautomat per dag, etehastighet, kg fôr i perioden, tidsforbruk i fôrstasjon per dag og antall dager i test i de fire vektperiodene. GLM analysen ble utført for hver egenskap i hver vektperiode og resultatene er presentert i tabell 3-6.

$$Y = \mu + MA + AVD + FMND + MK + id + binge + kull + levf_k + levf_k2 + e \quad [1]$$

- Y er individets fenotypiske verdi for egenskapen
- μ er middeltall av egenskapen
- MA er fast effekt av besetningsnummer og år(medlaar)
- AVD er fast effekt av avdeling
- FMND er fast effekt av fødselsmåned
- MK er fast effekt av mors kullnummer
- id er tilfeldig effekt av id nummer, individets additive genetiske effekt
- binge er tilfeldig effekt av binge
- kull er tilfeldig effekt av kull
- levf_k er fast regresjons effekt av antall levndefødte i kullet
- levf_k2 er fast regresjons effekt av antall levndefødte i kullet kvadrert
- e er feilleddet, $e \sim N(0, \sigma^2 e)$

Tabell 3-6: Signifikansnivå på faste og tilfeldige effekter for de ulike egenskapene og andelen(R^2) av totalvariasjonen som er forklart av GLM-modellen. Faste effekter er medlår, fmnd, m_kullnummer, avdeling. Tilfeldige effekter er binge og kull. Levf_k og levf_k² inngår i modellen som faste regresjonsvariabler.

	R ²	Medlår	Binge	Kull	M_kullnr	Avdeling	Fmnd	levf_k	levf_k ²
DFI									
40_60kg	0,19	****	****			****	****	*	*
60_80kg	0,15	****	****			****	****	*	*
80_100kg	0,10	****	**			****	*	*	*
100_120kg	0,11	****				****	**		
Besøk									
40_60kg	0,13	****	**			****			
60_80kg	0,14	****	**			****	*		
80_100kg	0,12	****	*	*		****			
100_120kg	0,12	****	*			****			
Tidsforbruk									
40_60kg	0,17	****	***			****		*	
60_80kg	0,10	****		**		****		*	
80_100kg	0,09	****		**		****	*	*	
100_120kg	0,10	****		**		****		*	
Etehastighet									
40_60kg	0,10	****	*			****		*	
60_80kg	0,10	****	**			****			
80_100kg	0,09	****	**			****	*		
100_120kg	0,10	****	*			****			
Antall dager									
40_60kg	0,16	****	**			****	*	*	*
60_80kg	0,10	****				****		*	*
80_100kg	0,09	****		*		****			*
100_120kg	0,09	****			*	****			
Fôrforbruk									
40_60kg	0,27	****	*			****	**		
60_80kg	0,17	****	**	*		****			
80_100kg	0,13	***		*		****			
100_120kg	0,12	***	*			****			

**** P<0,0001; *** P<0,001; ** P<0,01; * P<0,05

3.5.2 Genetisk analyse

Modellen ble definert ut i fra datastrukturen, faste og tilfeldige effekter ble inkludert ut i fra signifikansnivå. Effekter med P-verdi under 0,05 ble tatt med i varianskomponentestimeringen (tabell 3-6). I kjøringer for samme egenskap med ulike vektperioder ble de samme effektene valgt for alle vektperiodene.

Modell [2] ble benyttet i bi- og multivariate analyser for estimering av varianskomponenter, korrelasjoner og arvegrader for egenskapene.

$$y_i = X\beta_{klm} + Zu_{1i} + Zu_{2i} + Zu_{3i} + e_i \quad [2]$$

- y_i er observasjoner på i -te egenskap.
- X knytter faste effekter til observasjonene.
- β_k er fast effekt av egenskap fødselsmåned.
- β_l er fast effekt av egenskap medlemsnummer-år.
- β_m er fast effekt av egenskap avdeling.
- 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 , og m . 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 bingje 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 feilledet for egenskap i $e_i \sim N(0, \sigma^2_{e_i})$

4. Resultater

Resultatene i denne studien omfatter estimerte arvegrader, genetiske og fenotypiske korrelasjoner for de fire nye eteadferdsegenskapene. Først er de genetiske parametrene for gjennomsnittlig daglig fôrinntak presentert, deretter parametrene for gjennomsnittlig antall besøk i fôringsautomat per dag og til slutt parametrene for gjennomsnittlig tidforbruk i fôringsautomat og etehastighet. Disse egenskapene er først presentert hver for seg med korrelasjoner for egenskapen mellom ulike vektperioder i test. Deretter er resultatene fra analysen av eteadferdsegenskapene og de to produksjonsegenskapene presentert.

Varianskomponentene fra analysene er ikke presentert, men ble benyttet for å regne ut arvegrader.

4.1 Genetiske parametre for gjennomsnittlig daglig fôrinntak

I tabell 4-1 presenteres estimerte arvegrader, fenotypiske og genotypiske korrelasjoner for daglig fôrinntak i de fire vektperiodene. De estimerte arvegradene er henholdsvis 0,23, 0,33, 0,32 og 0,33 for periodene 40_60kg, 60_80kg, 80_100kg og 100_120kg. Det er en høy positiv genetisk korrelasjon mellom vektperiodene, med høyest korrelasjon mellom nærliggende perioder. Alle de genetiske korrelasjonene har relativt lave standardfeil med verdier på 0,02 som lavest og 0,06 som største.

Tabell 4-1: Arvegrader (på diagonalen), genetiske korrelasjoner (under diagonalen) med standardfeil og fenotypiske korrelasjoner (over diagonalen) for gjennomsnittlig daglig fôrinntak(DFI). Inndelt i periodene 40_60kg, 60_80kg, 80_100kg og 100_120kg.

Gjennomsnittlig DFI (kg)	1.	2.	3.	4.
1. 40_60kg	0,23	0,39	0,26	0,23
2. 60_80kg	0,87 ± 0,03	0,33	0,53	0,41
3. 80_100kg	0,72 ± 0,05	0,96 ± 0,02	0,32	0,61
4. 100_120kg	0,66 ± 0,06	0,92 ± 0,03	0,98 ± 0,02	0,33

4.2 Genetiske parametre for gjennomsnittlig antall besøk i fôringsautomaten per dag

Arvegrader, fenotypiske og genotypiske korrelasjoner for gjennomsnittlig antall besøk i fôringsautomat per dag fordelt i de fire vektperiodene er presentert i tabell 4-2. De estimerte arvegradene ligger på 0,42, 0,44, 0,46 og 0,47 for henholdsvis vektperiode 40_60kg, 60_80kg, 800_100kg og 100_120kg. Det er estimert svært høye og positive genetiske

korrelasjoner mellom ulike vektperioder med verdier mellom 0,89 til 0,99 med lave standardfeil på 0 eller 0,01.

Tabell 4-2: Arvegrader (på diagonalen), genetiske korrelasjoner (under diagonalen) med standardfeil og fenotypiske korrelasjoner (over diagonalen) for gjennomsnittlig antall besøk i fôrstasjon per dag. Inndelt i periodene 40_60kg, 60_80kg, 80_100kg og 100_120kg.

Antall besøk i fôrstasjon per dag	1.	2.	3.	4.
1. 40_60kg	0,42	0,81	0,69	0,60
2. 60_80kg	0,96 ± 0,01	0,44	0,86	0,74
3. 80_100kg	0,93 ± 0,01	0,99 ± 0,00	0,46	0,87
4. 100_120kg	0,89 ± 0,01	0,96 ± 0,01	0,99 ± 0,01	0,47

4.3 Genetiske parametre for gjennomsnittlig tidsforbruk i fôrstasjon per dag og etehastighet

De genetiske parametrene for tidsforbruk i fôringsautomat er presentert i tabell 4-3.

Arvegradene er 0,47, 0,51, 0,48 og 0,48 for henholdsvis vektperiode 40_60kg, 60_80kg, 80_100kg og 100_120kg. Tabellen viser høye positive genetiske korrelasjoner mellom alle vektperiodene, men spesielt de som er nære hverandre. De genetiske korrelasjonene ligger på 0,87 til 0,99 med lave standardfeil mellom 0,01 til 0,02. For egenskapen tidsforbruk ville ikke kjøringen konvergere skikkelig når alle fire vektperiodene ble kjørt samtidig, kjøringene med to og to vektintervaller konvergente.

Tabell 4-3: Arvegrader (på diagonalen), genetiske korrelasjoner (under diagonalen) med standardfeil og fenotypiske korrelasjoner (over diagonalen) for gjennomsnittlig tid(minutter) brukt i fôrstasjon per dag. Inndelt i periodene 40_60kg, 60_80kg, 80_100kg og 100_120kg.

Tidsforbruk i fôrstasjon per dag	1.	2.	3.	4.
1. 40_60kg	0,47	0,76	0,63	0,57
2. 60_80kg	0,95 ± 0,01	0,51	0,81	0,71
3. 80_100kg	0,87 ± 0,02	0,97 ± 0,01	0,48	0,81
4. 100_120kg	0,87 ± 0,02	0,96 ± 0,01	0,98 ± 0,01	0,48

*ikke konvergent, usikre estimat

4.4 Genetiske korrelasjoner mellom egenskaper for etemønster og produksjonsegenskapene tilvekst og totalt fôrforbruk

Det ble først kjørt en multivariat analyse hvor de genetiske parametrene for daglig fôrinntak, antall besøk i fôrstasjon per dag, totalt fôrforbruk i perioden og antall dager i de fire vektperiodene ble estimert (40_60kg, 60_80kg, 80_100kg og 100_120kg). Deretter ble det kjørt flere bivariate analyser av alle egenskapene for hele testperioden under ett (40_120kg). Disse ble satt sammen til tabell 4-5 som tilsvarer en multivariat analyse. Arvegrader ble regnet ut ved å ta gjennomsnittet til alle estimatene fra de bivariate analysene. Dette ble gjort på grunn av tekniske problemer med å kjøre en multivariat analyse av denne størrelsen.

I tabell 4-4 er resultatene fra den multivariate analysen presentert. Det er også her estimert nye arvegrader for egenskapene. Arvegradene for daglig fôrinntak ble i stigende vektperiode estimert til 0.21, 0.29, 0.28 og 0.27, arvegradene for antall besøk i fôrstasjon per dag ble estimert til 0.43, 0.45, 0.45 og 0.50 for de samme vektperiodene. For produksjonsegenskapene fôrforbruk og tilvekst ble arvegradene estimert til henholdsvis 0.14, 0.16, 0.19, 0.28 og 0.14, 0.19, 0.21 og 0.12 i de samme vektperiodene.

Hovedhensikten med de multivariate analysene hvor både produksjonsegenskaper og egenskaper for etemønster er med, er å kunne undersøke eventuelle interaksjoner mellom disse egenskapsgruppene. De genetiske korrelasjonene mellom egenskapene er også presentert i tabell 4-4 og 4-5.

I den første analysen med egenskaper delt inn etter vektperiode ble det estimert høye negative korrelasjoner mellom antall dager i test (tilvekst) og daglig fôrinntak på -0.78, -0.79, -0.76 og -0.42 for henholdsvis vektperiodene 40_60kg, 60_80kg, 80_100kg og 100_120kg. Mellom antall dager i test og antall besøk i fôrstasjon per dag ble det estimert moderate positive korrelasjoner på henholdsvis 0.26, 0.21, 0.14 og 0.11. Korrelasjonene mellom totalt fôrforbruk og daglig fôrinntak ble estimert til 0.07, 0.06, 0.03 og 0.52. For fôrforbruk og antall besøk i fôrstasjon per dag ble de estimerte korrelasjonene 0.18, 0.06, -0.02 og -0.04. De to produksjonsegenskapene hadde høye korrelasjoner på 0.56, 0.55, 0.62 og 0.55 for henholdsvis vektperiodene 40_60kg, 60_80kg, 80_100kg og 100_120kg. Mellom antall besøk i fôrstasjon per dag og daglig fôrinntak ble de estimerte korrelasjonene henholdsvis -0.20, -0.21, -0.21 og -0.20.

Tabell 4-4: Arvegrader (på diagonalen) og genetiske korrelasjoner (under diagonalen) med standardfeil for egenskapene daglig fôrinntak, antall besøk i fôrstasjon per dag, fôrforbruk i test(kg fôr) og antall dager i test. Inndelt i periodene 40_60kg, 60_80kg, 80_100kg og 100_120kg.

	Egenskaper for etemønster		Produksjonsegenskaper	
	1.	2.	3.	4.
40_60kg				
1. DFI	0,21			
2. Antall besøk	-0,20 ± 0,07	0,43		
3. Fôrforbruk	0,07 ± 0,10	0,18 ± 0,08	0,14	
4. Antall dager	-0,78 ± 0,04	0,26 ± 0,08	0,56 ± 0,07	0,14
60_80kg				
1. DFI	0,29			
2. Antall besøk	-0,21 ± 0,06	0,45		
3. Fôrforbruk	0,06 ± 0,09	0,06 ± 0,08	0,16	
4. Antall dager	-0,79 ± 0,04	0,21 ± 0,07	0,55 ± 0,06	0,19
80_100kg				
1. DFI	0,28			
2. Antall besøk	-0,21 ± 0,06	0,45		
3. Fôrforbruk	0,03 ± 0,08	-0,02 ± 0,08	0,19	
4. Antall dager	-0,76 ± 0,04	0,14 ± 0,07	0,62 ± 0,05	0,21
100_120kg				
1. DFI	0,27			
2. Antall besøk	-0,20 ± 0,10	0,50		
3. Fôrforbruk	0,52 ± 0,10	-0,04 ± 0,10	0,28	
4. Antall dager	-0,42 ± 0,12	0,11 ± 0,13	0,55 ± 0,10	0,12

Tabell 4-5 viser estimatene for hele testperioden under ett(40_120kg). Dette er resultater fra de bivariate analysene og stammer kun fra individ som har observasjoner i vektperioden 100_120kg. En mindre datamengde kunne derfor benyttes i disse analysene. Det ble estimert arvegrader for daglig fôrinntak(0,36), antall besøk i fôrstasjon per dag(0,54), tidsforbruk i fôrstasjon per dag(0,57), etehastighet(0,60), fôrforbruk i test(0,40) og antall dager i test(0,32).

For hele testperioden under ett ble det estimert en høy negativ korrelasjon mellom daglig fôrinntak og antall dager i test(-0,59). Daglig fôrinntak og totalt fôrforbruk hadde en korrelasjon på 0,34. Antall besøk i fôrstasjon var positivt korrelert med antall dager i test(0,27), mens korrelasjonen mellom antall besøk og totalt fôrforbruk var tilnærmet lik null. Egenskapen tidsforbruk i fôrstasjon per besøk var negativt korrelert med antall dager i test

(-0,25) og tilnærmet lik null med totalt fôrforbruk. Etehastighet viste moderate korrelasjoner med både antall dager i test og totalt fôrforbruk på henholdsvis 0,12 og 0,10.

De to produksjonsegenskapene hadde en høy genetisk korrelasjon(0,60). Mens det ble estimert varierende korrelasjoner mellom egenskaper for etemønster. Daglig fôrinntak viste høy negativ korrelasjon med antall besøk i fôrstasjon per dag(-0,35), moderat til høy positiv korrelasjon med tidsforbruk i fôrstasjon(0,24), og tilnærmet ingen korrelasjon med etehastighet. Det ble estimert en lav positiv korrelasjon mellom antall besøk i fôrstasjon per dag og tidsforbruk i fôrstasjon per dag(0,08), og moderat til høy negativ korrelasjon med etehastighet(-0,19). Mellom egenskapene tidsforbruk i fôrstasjon per dag og etehastighet ble det estimert en svært høy negativ korrelasjon(-0,96).

Tabell 4-5: Arvegrader (på diagonalen), genetiske korrelasjoner (under diagonalen) med standardfeil og fenotypiske korrelasjoner (over diagonalen) for egenskapene daglig fôrinntak, antall besøk i fôrstasjon per dag, tidsforbruk i fôrstasjon(min) per dag, etehastighet(kg fôr/time), fôrforbruk i test(kg fôr), og antall dager i test. Inndelt i perioden 40_120kg. Resultatene stammer fra bivariate analyser som er slått sammen, arvegradene er et gjennomsnitt.

40_120kg	Egenskaper for etemønster				Produksjonsegenskaper	
	1.	2.	3.	4.	5.	6.
1. DFI	0,36	-0,06	0,25	0,12	0,24	-0,60
2. Antall besøk	-0,35 ± 0,09	0,54	0,13	-0,16	0,04	0,06
3. Tidsforbruk	0,24 ± 0,09	0,08 ± 0,08	0,57	-0,89	0,02	-0,19
4. Etehastighet	-0,0009 ± 0,09	-0,19 ± 0,07	-0,96 ± 0,00*	0,60	0,08	-0,04
5. Fôrforbruk	0,34 ± 0,10	0,02 ± 0,09	-0,005 ± 0,09*	0,10 ± 0,09	0,40	0,62
6. Antall dager	-0,59 ± 0,07	0,27 ± 0,09	-0,25 ± 0,09*	0,12 ± 0,09	0,60 ± 0,07	0,32

*Ikke konvergente kjøring, usikre estimat

Tabell 4-6 er tatt med for å vise hvordan etehastighet(kg fôr/time) er korrelert med produksjonsegenskapene. Etehastighet viste liten variasjon mellom ulike vektperioder og det var forventet at det samme ville være tilfellet med produksjonsegenskapene.

Tabell 4-6: Arvegrader (på diagonalen) og genetiske korrelasjoner (under diagonalen) med standardfeil for egenskapene etehastighet(kg fôr/time), fôrforbruk i test og antall dager i test. Inndelt i periodene 40_60kg, 60_80kg, 80_100kg og 100_120kg.

40_60kg	1.	2.	3.
1. Etehastighet	0,53		
2. Fôrforbruk	0,25 ± 0,08	0,13	
3. Antall dager	0,05 ± 0,08	0,56 ± 0,08	0,14
60_80kg			
1. Etehastighet	0,51		
2. Fôrforbruk	0,19 ± 0,07	0,16	
3. Antall dager	0,11 ± 0,08	0,55 ± 0,07	0,20
80_100kg			
1. Etehastighet	0,54		
2. Fôrforbruk	0,20 ± 0,07	0,19	
3. Antall dager	0,12 ± 0,07	0,62 ± 0,06	0,21
100_120kg			
1. Etehastighet	0,58		
2. Fôrforbruk	0,11 ± 0,10	0,28	
3. Antall dager	0,13 ± 0,13	0,58 ± 0,10	0,11

5. Diskusjon

De genetiske parametrene som er estimert i denne studien har jevnt over høye verdier, for enkelte egenskaper er de estimerte parametrene høyere enn forventet. Dette kan skyldes en overestimering av både arvegrader og genetiske korrelasjoner fordi det er benyttet middeltall i datasettet. Gjennomsnittsverdier kan forårsake at noe av den fenotypiske variasjonen forsvinner, residualene bli mindre og de genetiske parametrene overestimeres som en følge av dette. For de egenskapene hvor tidligere studier har funnet en noe lavere verdi for arvegrader og genetiske korrelasjoner enn det ble funnet i denne studien kan dette være en av grunnene til at de genetiske parametrene er estimert noe høyere her. Egenskapene fôrforbruk og tilvekt er ikke dannet på grunnlag av snittverdier, men er nøyaktige individuelle verdier for hver râne. Men det kan heller ikke utelukkes at enkelte egenskaper har høye parametre i virkeligheten.

Det er knyttet en større usikkerhet til de genetiske estimatene for egenskaper i vektintervallet 100_120kg fordi et flertall av rånene i datasettet avsluttet test ved 100 kg slik det var vanlig før midten av 2012. Det er derfor større usikkerhet for estimeringen av egenskaper i dette vektintervallet for rånere som avsluttet test ved 100 kg. Det kan være mulig å oppnå bedre estimat om det også ble kjørt analyser eksklusive denne perioden. Et mindre antall observasjoner i vektperioden 100_120kg vil også påvirke sikkerheten til parametrene estimert for hele testperioden under ett.

5.1 Genetiske parametre for gjennomsnittlig daglig fôrinntak

5.1.1 Arvegrader

Arvegradene for daglig fôrinntak (tabell 4-1) er relativt like gjennom de ulike vekstperiodene mens rânen står i test. De spenner fra 0,23 i den første vektperioden til 0,33 i den siste vektperioden. Arvegraden for daglig fôrinntak i hele testperioden er estimert til 0,36 (tabell 4-5). At denne arvegraden er høyere enn for egenskapene oppdelt i vektperioder er naturlig da noe av feilledet for registrering av observasjonene blir borte når man ser hele testperioden under ett. Ved oppdeling av egenskapen inn i fire deler kan enkelte observasjoner feilaktig komme inn i feil periode, spesielt rundt vektgrensene. Tallene tyder likevel på at det daglige fôrinntaket i slutten av perioden er høyere genetisk berettiget enn i spesielt første del av testen opp til 60 kg. Det lille hoppet fra den første vektperioden til de andre kan være påvirket av at

rånene ikke er kjent med systemet fra første stund. Etter innsett tar den litt tid før rånene finner seg til rette, og finner ut av fôringsautomatene. Basert på arvbarhetene kan det konkluderes med at det er mulig å endre adferd relatert til daglig fôrinntak gjennom seleksjon.

Arvegradene er i omtrent samme størrelsesorden som de arvegradene Huisman & Van Arendonk(2002b) fant på daglig fôrinntak for ungpurker. Men det var i denne studien en synkende trend i arvegradene, arvbarheten sank fra 0,53 på dag fem i test, 0,28 på dag 50 i test og til 0,24 på dag 95 i test. Testperioden var i denne studien delt inn i tre deler etter antall dager i test. Daglig fôrinntak på dag 5, daglig fôrinntak på dag 50 og daglig fôrinntak på dag 95. Samt en variabel for hele perioden, arvegraden her var 0,29. Ungpurkene startet test ved en gjennomsnittlig alder på 94 dager, noe som tilsvarer 13,5 uker og ble fôret på fri tilgang. Forskjellene i inndelingen av de to studiene gjør det vanskelig å direkte sammenligne resultatene. Det kan forventes at etemønster påvirkes av faktorer som kjønn, rase, vekt og temperatur, faktorer som er ulike her. Trendene i arvegradene gjennom testperiodene er likevel interessant, da de går i motsatt retning av hverandre. Ungpurkene benyttet i studien av Huisman & Van Arendonk(2002b) var nederlandske landsvin. Ulikheten i retningen på trendene til arvbarheten kan tyde på genetiske forskjeller mellom de to rasene. Avlsarbeidet som har blitt gjort på svin i Norge kan være en av årsakene til dette. Norsk landsvin har svært god fôreffektivitet og tilvekst på verdensbasis, og er kjent for å være en mager gris. I følge Webb(1998) blir svin feite fra naturens side fordi fôrinntakskapasiteten ikke er i balanse med vekst kapasiteten. De spiser for lite i starten av livet og for mye etter nådde 70 kg. Dette vil påvirke fettavleiring og vekstkurven. Det kan derfor tyde på at det norske landsvinet har en bedre balanse mellom fôrinntak og vekstkapasitet, som et resultat av seleksjon. Flere studier(Von Felde et al., 1996; Hall et al., 2000) har undersøkt korrelasjonen mellom daglig fôrinntak, ryggspekk og daglig tilvekst. Gjennom en testperiode ble det funnet en økende negativ korrelasjon mellom daglig fôrinntak og ryggspekk, og en positiv genetisk korrelasjon med daglig tilvekst. Ved å selektere for høyere daglig fôrinntak i den tidlige vekstperioden samtidig som fôrinntaket holdes stabilt i slutfasen er det mulig å oppnå magrere slakt. Disse korrelasjonene vil bli diskutert nærmere i avsnitt 5.4. En slik balanse ville i teorien være å foretrekke, så lenge vi unngår for magre svin. Resultatene fra begge studier er forenelige med at arvbarheten til daglig fôrinntak er påvirket av vekstfasen til svin.

5.1.2 Genetiske korrelasjoner innenfor egenskapen

Figur 4-1 viser store positive genetiske korrelasjoner mellom daglig fôrintak i ulike vektperioder, disse spenner fra 0,66 til 0,98. Som forventet er de noe større for vektperioder som ligger nært, men det er jevnt over store korrelasjoner. De genetiske korrelasjonene for vektperioder som ligger i hver sin ende av vektskalaen har også en noe høyere standardfeil som gjør korrelasjonene mer usikre. Det er sannsynlig at den noe høyere standardfeilen er en følge av færre observasjoner for daglig fôrintak i dette vektintervallet (4112 mot 9929 – 10 035 i de tre andre vektintervallene). I tillegg til de støyfaktorene som alt er nevnt kan CT skanningen som utføres mot slutten av testperioden, påvirke fôrintaket noen dager etterpå på grunn av at rånene blir gitt Stresnil(sedativ)(Prestrud, 2015). Det er likevel ikke så store forskjeller i standardfeil at de gir betydelig utslag på resultatene. De genetiske korrelasjonene er høyere enn tidligere funnet i studien til Huisman & Van Arendonk(2002b). De genetiske korrelasjonene som ble estimert i denne studien spenner i fra 0,30 for testperioder lengst fra hverandre, og 0,37(mellom 5d og 50d) og 0,29(mellom 50d og 95d) for testperioder som ligger etter hverandre. Purkene i dette forsøket hadde en større gjennomsnittvekt ved testslutt enn testrånene i Norge har, dette kan påvirke trendene fordi fettavleiringen ikke har startet skikkelig hos den norske grisen på sluttidspunktet for rånetesten i Norge.

Variasjonen mellom korrelasjonene i ulike vektintervall tyder på at daglig fôrintak er genetisk betinget til en viss grad og derfor kan endres gjennom seleksjon. De genetiske korrelasjonene for daglig fôrintak for ulike vektperioder var betydelig ulike fra 1, noe som indikerer at det daglige fôrintaket er ulikt genetisk betinget gjennom testperioden.

For å undersøke nærmere om det er reelle forskjeller mellom siste fase og de andre fasene, eller om det skyldes støy og usikker estimering kunne det vært gjort kjøring hvor kun individer som hadde fullført den siste perioden ble inkludert i analysen. Da burde resultatene blitt jevnere om forskjellene skyldes mer støy i vektperiode 100_120kg. Er forskjellene fortsatt tydelige mellom vektperiodene kan det tyde på at det er ulike genetiske trekk som spiller inn i de ulike vektperiodene. Dette kan for eksempel skyldes mer fettavleiring i den siste perioden, eller andre biologiske forskjeller som påvirker genuttrykket.

5.2 Genetiske parametre for gjennomsnittlig antall besøk i fôrstasjon per dag

5.2.1 Arvegrader

Arvegradene for egenskapen antall besøk i fôringsautomat per dag er høye og stigende i testperioden. Arvegradene går fra 0,42 i den første vektperioden til 0,47 i den siste vektperioden. For hele testperioden under ett hadde egenskapen en arvegrad på 0,54.

Estimatene tyder også her på at egenskapen er genetisk betinget og kan endres ved seleksjon. Finnes det høye korrelasjoner mellom denne egenskapen og tilvekst eller fôreffektivitet som er en del av avlsmålet kan det nåværende avlsarbeidet også føre til endringer i egenskapen for antall besøk i fôringsautomat per dag. Dette blir diskutert nærmere i avsnitt 5.4.

Norsvin har ikke tidligere estimert genetiske parametre for denne egenskapen og det er derfor ikke mulig å sammenligne med tall fra Norsvin. Som nevnt i litteraturdelen estimerte Von Felde et al.(1996) en arvegrad på 0,43 for antall besøk i fôrstasjon per dag. Dette stemmer godt overrens de nye estimatene. Von Felde et al.(1996) benyttet et lignende testoppsett som miljøet på Norsvin sin teststasjon og benyttet observasjoner fra kun råner i estimeringen. Det er vert å merke at studien er gammel og endringer kan ha forekommet i arvegradene for denne egenskapen siden den gang. Endringer i arvegrader (og korrelasjoner) kan forekomme når avlsarbeidet går fremover og endrer variasjonen i populasjonen. Siden det ikke er benyttet samme rase i studiene er det ikke sikkert disse endringene vil være synlige. I en nyere studie av Schulze et al.(2003) ble arvegraden for antall besøk estimert til 0,44. Resultatene samsvarer godt med hverandre.

5.2.2 Genetiske korrelasjoner innenfor egenskapen

Tabell 4-2 viser at det finnes høye genetiske korrelasjoner for egenskapen i ulike vektperioder. Korrelasjonene varierer fra 0,89 til 0,99. Det er også her en noe høyere korrelasjon for vektperioder som ligger tett, enn perioder som ligger lenger fra hverandre. Dette er som forventet. De genetiske korrelasjonene er så høye at det i praksis er samme egenskap for hele testperioden. Eventuelt kan to og to nærliggende vektperioder slås sammen. Dette fordi det finnes så liten variasjon mellom de ulike vektperiodene. I analysen ble først de fire vektperiodene kjørt sammen fordi det var interessant å se på sammenhengene mellom antall besøk og produksjonsegenskapene over ulike vektperioder. For egenskapen antall besøk i fôrstasjon ga dette store genetiske korrelasjoner, men kjøringene klarte å konvergere. Deretter ble egenskapene slått sammen til å gjelde hele testperioden som vist i figur 4-5. Dette blir diskutert i avsnitt 5.4.

5.3 Genetiske parametre for gjennomsnittlig tidsforbruk i fôrstasjon per dag og etehastighet

5.3.1 Arvegrader

Arvegradene for egenskapen tidsforbruk og etehastighet viser også her høye estimater. For henholdsvis vektperiodene 40_60kg, 60_80kg, 80_100kg og 100_120kg ble arvegradene estimert til 0.47, 0.51, 0.48 og 0.48 for tidsforbruk og 0.53, 0.51, 0.54 og 0.58 for etehastighet. (se tabell 4-3 og 4-6). For hele testperioden under ett ble de estimerte arvegradene 0,57(tidsforbruk) og 0,60(ete hastighet). Som for daglig fôrintak og antall besøk, tyder estimatene på at egenskapene er tydelig genetisk betinget og kan endres ved seleksjon, men at det finnes liten variasjon mellom de ulike vektperiodene og derfor kunne vært slått sammen til en egenskap for hele testperioden.

I studien av Von Felde et al.(1996) ble arvegraden til egenskapen tidsforbruk i fôrstasjon per dag estimert til 0,43 og 0,44. Resultatene tyder på at det norske landsvinet kan ha noe høyere arvegrader for begge egenskapene. Dette kan komme av raseforskjeller. Rasene benyttet av Von Delde et al. (1996) var landsvin og "Large White", det burde ikke være store forskjeller da disse rasene er forholdsvis like det norske landsvinet. Men ulikt avlsarbeid kan ha påvirket rasene. Ulike målemetoder vil også spille inn på registrerte observasjoner og kan skape ulikheter som følge av dette. Arvegradene Schulze et al.(2003) estimerte for tidsforbruk(0,34) og etehastighet(0,41) viser også noe lavere verdier, men generelt er det vist høye arvegrader for etemønster egenskapene.

5.3.2 Genetiske korrelasjoner innenfor egenskapen

Tabell 4-3 viser at det også her finnes høye genetiske korrelasjoner for tidsforbruk i ulike vektperioder. Korrelasjonene varierer fra 0,87 til 0,98 med de høyeste verdiene for vektperioder i nærheten av hverandre. Det finnes liten variasjon både for arvegrader og korrelasjoner for denne egenskapen og den kunne derfor blitt slått sammen for hele vektperioden eller to og to nærliggende vektperioder. Dette ble gjort etter å ha analysert egenskapene hver for seg først. I de videre korrelasjonsanalysene var det forsvarlig å slå sammen egenskapen for hele testperioden. For egenskapen tidsfôrbruk ville ikke kjøringen konvergere når alle fire vektintervallene ble kjørt samtidig, kjøringene med to og to vektintervaller konvergente. Dette er sannsynlig en følge av de svært høye genetiske korrelasjonene innenfor egenskapen.

5.4 Genetiske parametre for etemønster og produksjonsegenskaper

5.4.1 Genetiske korrelasjoner for ulike vektperioder

Tabell 4-4 viser at antall dager i test(tilvekst) er negativt korrelert med daglig fôrinntak. Den genetiske korrelasjonen er størst for de tre første vektperiodene, og noe synkende for vektperioden 100_120kg. De genetiske korrelasjonene er henholdsvis -0.78,-0.79, -0.76 og -0.42. Det er verdt å markere at standardfeilen er betydelig større i vektperioden 100_120kg enn i de andre periodene. Standardfeilen er beregnet til 0,04 for de tre første vektperiodene mot 0,12 i siste vektperiode. Estimater er derfor mer usikkert i denne vektperioden.

Resultatene viser at ved seleksjon for bedre tilvekstegenskaper(reduisert antall dager i test) vil det også indirekte selekteres for høyere daglig fôrinntak. Dette er en fornuftig sammenheng, da det er ventet at rånene må spise mer per dag for å nå slaktevekt raskere(i tillegg til at man selekterer for raskere vekst rent genetisk uavhengig av fôr og bedre fôreffektivitet).

Resultatene i tabell 4-4 viser at samtidig som tilvekst og daglig fôrinntak er negativt korrelert finnes det en positiv korrelasjon mellom daglig fôrinntak og fôrforbruk i testperioden. Dette kan virke logisk fordi høyere fôrinntak kan føre til et høyere totalt fôrforbruk om ikke antall dager i test blir tilsvarende redusert. Ved nærmere inspeksjon av den genetiske korrelasjonen mellom disse egenskapene er det tydelig at sammenhengen mellom daglig fôrinntak og fôrforbruk er betydelig mindre i de tre første vektperiodene. Den genetiske korrelasjonen er oppe i 0,52 i siste vektperiode(100_120kg) mot 0,03-0,7 i de tre andre periodene.

Standardavvikene her er moderate, men jevne over alle vektperiodene. De lave positive korrelasjonene mellom fôrinntak og fôrforbruk i periodene mellom 40 til 100 kg tyder på at balansen mellom fôrinntak og tilvekst er god. Dette gir fôreffektive svin, noe det norske landsvinet er kjent for på verdensbasis. Resultatene er derfor ikke overraskende. Men den høye positive korrelasjonen mellom fôrinntak og fôrforbruk i vektperioden 100_120kg tyder på at det fortsatt er en del å hente i forhold til fôreffektiviteten i denne perioden. Antagelig vil dette føre til at antall dager i test også vil gå opp, fordi tilvekst og fôreffektivitet har en høy positiv genetisk korrelasjon. Faktum at antall dager i test i denne vektperioden går opp kan også være årsaken til den økte korrelasjonen mellom daglig fôrinntak og totalt fôrforbruk. Rånene spiser mer per dag, men har ikke tilsvarende reduksjon i antall dager i test slik de har i de tre andre vektperiodene. Det totale fôrinntaket øker derfor som følge av dette.

Resultatene viser en moderat til høy positivgenetisk korrelasjon mellom egenskapen antall besøk i fôrstasjon og tilvekst(antall dager i test). Korrelasjonen ligger på 0.26, 0.21, 0.14 og

0.11 for henholdsvis vektperiodene 40_60kg, 60_80kg, 80_100kg og 100_120kg. Tallene tyder på interaksjoner mellom antall dager i test og hvor ofte rånene spiser. Dette gjelder spesielt for de to første vektperiodene fra 40 til 80 kg. Merk de relativt høye standardfeilene til de lave korrelasjonene, dette skaper mer usikre estimat. Hvis det er en signifikant sammenheng her, vil seleksjon for bedre tilvekst føre til en indirekte seleksjon for rånere som spiser sjeldnere (er færre ganger innom fôrstasjonen per dag). Da det allerede er påpekt at det daglige fôrinntaket går opp ved en slik seleksjon vil dette føre til at vi selekterer for svin som spiser mer per besøk og sjeldnere. Resultatene i tabell 4-4 bekrefter også dette ved å se på den genetiske korrelasjonen mellom daglig fôrinntak og antall besøk i automat per dag. Denne er stabil og negativ på -0,20 til -0,21. Økt fôrinntak betyr derfor indirekte færre besøk i fôringsautomaten. Rånene må derfor spise større porsjoner hver gang, eller kompensere ved å spise raskere. Det kunne her vært interessant å analysere sammenhengene mellom daglig fôrinntak, etetid og etehastighet. Det var ikke mulig i denne studien å analysere daglig fôrinntak i en multivariat modell med etehastighet og tid, fordi egenskapen etehastighet ble dannet via beregninger med daglig fôrinntak og etetid. For å få et overblikk over alle egenskapene sammen ble alle seks egenskapene (kun for hele perioden 40_120kg) kjørt i bivariate modeller og satt sammen til tabell 4-5. Arvegradene er et gjennomsnitt. Dette er diskutert nærmere i avsnitt 5.4.2. Antall besøk i fôringsautomat virker ikke å være nevneverdig korrelert med det totale fôrforbruket. Disse korrelasjonene ligger på -0,04(100_120kg), -0,02(80_100kg), 0,06(60_80kg) og 0,18(40_60kg). Standardavvikene er moderate og det kan derfor ikke påvises betydelige sammenhenger her.

Von Felde et al., (1996) fant få signifikante korrelasjoner mellom etemønster og produksjonsegenskaper. Det ble konkludert med at selv om det fantes høye arvegrader for egenskapene, gjorde den lave korrelasjonen med produksjonsegenskapene at egenskapene for etemønster var lite påvirket av avlsarbeidet. I senere studier er det påvist korrelasjoner mellom etemønster og produksjonsegenskaper. Schulze et al., (2003) estimerte korrelasjoner som samsvarer bedre med resultatene i denne studien. Det ble ikke funnet interaksjoner mellom antall besøk per dag i fôrstasjon og produksjonsegenskaper. Men tidsforbruk i fôrstasjon per dag hadde høye positive korrelasjoner med tilvekst og daglig fôrinntak på henholdsvis 0,31 og 0,41.

I dagens avlsmål for landsvin er fôrforbruk og tilvekst høyt vektlagt i en samleavlsverdi for produksjonsegenskaper på henholdsvis 55 % og 30 %. I total avlsverdi er produksjonsegenskaper vektlagt med 12 % for landsvin (Ranberg, 2015). Det er i flere år

utført seleksjon for bedre tilvekst og føreffektivitet, noe som har resultert i betydelige fremskritt for egenskapene. Resultatene i tabell 4-4 viser at det kan forventes at dette også har ført til endringer i egenskaper for etemønster. Spesielt egenskapen daglig fôrinntak.

Det er estimert moderate til høye arvegrader for daglig fôrinntak og antall besøk i fôringsautomat per dag i denne studien. Arvegradene til egenskaper for etemønster har høyere estimat enn for produksjonsegenskapene, med unntak av daglig fôrinntak. Arvegradene for de to produksjonsegenskapene spenner i fra 0,14 – 0,29 i analysen delt inn i vektperioder, mens arvegradene er estimert til 0,40 og 0,32 i analysen for hele testperioden i ett. Til sammenligning har flere tidligere studier estimert arvegrader for fôrforbruk og tilvekst til **x**. Norsvin benytter i sitt avlsmål arvegrader for fôrforbruk og tilvekst på henholdsvis 0,28 og 0,29(to og to vektperioder sammen) (Olsen, 2015). For hele testperioden estimerer Norsvin arvegradene til å være 0,34 og 0,39(Ranberg, 2015). Det er sannsynlig at arvegradene synker når en egenskap blir delt opp i flere tidsperioder. Ved en fiktiv oppdeling vil det alltid være litt feil assosiert med grensene av tidsperioden, for eksempel observasjoner som egentlig skulle vært med i annen periode. Ved å se på egenskapen over hele testperioden blir disse feilene borte og estimatene for arvegradene kan stige.

Egenskapene for etemønster ble estimert til høyere verdier enn forventet. En del av dette kan som tidligere påpekt skyldes overestimerte verdier på grunn av bruk av snittverdier. Tiltross for at de estimerte avlsverdiene til egenskaper for etemønster er noe usikre er det rimelig å anta at egenskapene har moderate arvegrader. Resultatene viser høye korrelasjoner med produksjonsegenskapene. Sammen med variasjonen innen hver egenskap er det derfor grunn til å anta at dagens seleksjon har og vil fortsette å påvirke etemønsteret til svin ulikt gjennom vekstperioden.

5.4.2 Genetiske korrelasjoner for hele testperioden

Ved å studere tabell 4-4 og 4-5 er det tydelig hvor lett det er å miste verdifull informasjon når hele testperioden analyseres under ett. Hvordan eventuelle trender for hvordan etemønsteret endrer seg under vekst blir borte. I tabell 4-4 er det tydelig forskjell i interaksjonen mellom totalt fôrforbruk og daglig fôrinntak gjennom testperioden. I de tre første vektperiodene ligger korrelasjonen på 0.03, 0.06 og 0.07, mens den til sammenligning i siste vektperiode ligger på 0,52. En meget tydelig trend kan observeres, og det er store forskjeller mellom periodene. I tabell 4-5 er korrelasjonen mellom egenskapene 0,34. Med et slikt resultat kan det feilaktig konkluderes med at det ikke finnes en trend for interaksjonen mellom disse egenskapene og

miste verdifull informasjon. Konsekvensen kunne blitt at interaksjonen mellom disse egenskapene feilaktig ble gitt større betydning, når interaksjonen i realiteten er nesten null for de tre første vektperiodene. Det samme er observert mellom egenskapene daglig fôrinntak og antall dager i test, samt antall besøk og antall dager i test. Interaksjonen mellom antall besøk og antall dager i test viser en todelt trend i tabell 4-4, med høyere korrelasjoner mellom de to første vektperiodene(0,26 – 0,21) enn de to siste vektperiodene(0,14 - 0,11). I tabell 4-5 er korrelasjonen for hele testperioden estimert til 0,27. Skal trender i etemønster gjennom vekst tas hensyn til i avlsmålet er det nødvendig å dele opp i flere vektperioder. Verdien av informasjon som går tapt vil være størst mellom egenskaper hvor trendene varierer fra negativ korrelasjon til positiv korrelasjon. Da kan interaksjonen i teorien feilaktig estimeres til null for hele testperioden.

En videre sammenligning av tabell 4-4 og 4-5 viser at interaksjonen mellom produksjonsegenskapene og egenskaper for etemønster forholder seg likt i forhold til retningen på interaksjonen. Tabell 4-5 viser i tillegg hvordan interaksjonen mellom det totale fôrforbruket i testperioden og antall besøk er tilnærmet lik null, mens det er en svak positiv korrelasjon mellom totalt fôrforbruk og etehastighet. Antall dager er negativt korrelert med tidsforbruk i fôrstasjon per besøk og svakt positivt korrelert med etehastighet. Når det selekteres for nedgang i fôrforbruk og antall dager, reduseres etehastigheten samtidig som tidsforbruket i fôrstasjonen per besøk øker. I avsnitt 5.4.1 ble det antatt at seleksjonen for redusert fôrforbruk i test ville gi rånere som hadde færre besøk i fôrstasjon per dag, og at dette måtte kompenseres for ved å enten spise mer per besøk eller øke etehastigheten. Samtidig vil seleksjon for redusert fôrforbruk og antall dager i test føre til et høyere daglig fôrinntak. Tabell 4-5 viser ingen interaksjoner mellom etehastighet og daglig fôrinntak, mens etehastighet og antall besøk har en moderat negativ korrelasjon(-0,19). Det vil si at når antall besøk går ned, vil etehastigheten gå opp og rånene spiser mer per time. Dette strider i mot resultatene for at etehastigheten synker når det selekteres for fremgang på produksjonsegenskapene. Hva resultatet i praksis vil bli er derfor noe vanskelig å forutse. Det er viktig å huske på at flere faktorer spiller inn for hver egenskap og at disse kan motarbeide hverandre. Det er mulig at de beste rånene har en noe lavere etehastighet enn andre. De spiser mindre fôr per time, og en kan anta at noe av tiden blir brukt til å understreke sin dominans ved å okkupere fôrstasjonen. En analyse av avlsverdier for etehastighet kunne vært utført for å få et overblikk i hvordan egenskapen har forandret seg over tid, når alle faktorer er tatt med i betraktning.

Resultatene tyder på at de beste rånene er de som tar seg god tid til å spise over et færre antall besøk i fôrstasjonen, mens de som kommer dårligere ut (enten som følge av rang eller produksjonsegenskaper) har flere besøk i fôringsautomaten per dag, men likevel ikke har et tydelig høyere fôrforbruk. Antagelig som en følge av flere korte besøk hvor de spiser lite per gang. Hvis rånene blir jaget vekk og sjelden får stå i fred å spise, blir de ikke tilstrekkelig mette og oppsøker derfor fôrstasjonen flere ganger. Resultatene kan også bekrefte dette mønsteret: Interaksjonen mellom antall besøk og totalt fôrforbruk er tilnærmet lik null, mens det er en høy negativ korrelasjon med daglig fôrinntak. Nedgang i daglig fôrinntak gir redusert tidsforbruk i fôrstasjon per besøk, som en følge av den høye positive korrelasjon med tidsforbruk i automat per besøk.

Det ville vært interessant å videre analysere hvordan korrelasjonene mellom egenskaper for etemønster og produksjonsegenskapene påvirker avlsverdiene. I denne studien ble det kun sett på sammenhenger med tilvekst og fôrforbruk, resultatene viser at det kan forventes en genetisk respons som følge av seleksjon på disse egenskapene, men det er vanskelig å si hvor stor denne vil være. Egenskapene for etemønster kan også være korrelert med andre egenskaper i avlsmålet som vil påvirke det endelige utfallet. Med videre analyser av avlsverdier for de ulike egenskapene kan trender i avlsverdiene for etemønster studeres. Siden datasettet inneholder informasjon for flere år tilbake kan også et klart bilde av fortiden dannes. Avlsverdier for egenskapene relatert til etemønster vil være et nødvendig verktøy for å overvåke responsene man får i avlsarbeidet. Det gjør det også mulig å sette i gang tiltak om trendene går i motsatt retning av hva som er ønskelig.

Til slutt er det vesentlig for bruksverdien til resultatene hvor forenelige de er med praktisk svineproduksjon. Egenskapene som er målt på råneteststasjonen er til en viss grad unike for dette miljøet. Oppstallingsforhold vil være ulike, og miljøet på delta er noe spesielt med kun en fôrstasjon på deling. Samtidig kan faktorer som kjønn og rase påvirke etemønsteret. Det er vanskelig å si om de samme trendene vil komme til uttrykk i besetninger som driver med smågrisproduksjon eller slaktegris. Men det er grunn til å tro at det vil være en genetisk respons på etemønster som følge av dagens avlsarbeid.. Hvordan dette vil komme til uttrykk og i til hvilken grad ute i besetninger hvor det er fritt frem til matfatet og ingen har samme mulighet til å okkupere matstasjonen som på delta er vanskeligere å forutse. For å kunne undersøke dette nærmere er det nødvendig med registreringer for etemønster ute i produksjonsbesetningene.

6. Konklusjon

- De estimerte arvegradene for hele testperioden er 0.36, 0.54, 0.57 og 0.60 for henholdsvis egenskapene daglig fôrinntak, antall besøk, tidsforbruk og etehastighet.
- Korrelasjonene mellom de ulike vektperiodene for daglig fôrinntak er signifikant ulike fra 1, og egenskapen kan derfor ikke ansees som samme egenskap for hele testperioden.
- Daglig fôrinntak har høy positiv korrelasjon med totalt fôrforbruk i test(0,34), og en stor negativ korrelasjon med antall dager i test(-0,59). Egenskapen viser i tillegg høye korrelasjoner med antall besøk(-0,35) og tidsforbruk(0,24), men ingen interaksjon med etehastighet.
- For egenskapen antall besøk, ble de genetiske korrelasjonene mellom ulike vektperioder estimert til 0,89 - 0,99. Det var i tillegg liten fenotypisk variasjon mellom ulike vektperioder og det anbefales å slå disse sammen til to og to nærliggende perioder.
- Antall besøk viser ingen/liten interaksjon med totalt fôrforbruk og tidsforbruk i fôrstasjon per besøk(hele testperioden under ett), men en høy korrelasjon med antall dager i test(0,27).
- For egenskapen tidsforbruk, ble de genetiske korrelasjonene estimert til 0,87 - 0,99. Det anbefales å slå disse sammen til to og to nærliggende perioder.
- Tidsforbruk viser ingen interaksjon med totalt fôrforbruk, men har en høy negativ korrelasjon med antall dager i test(-0,25).
- Etehastighet viser moderate korrelasjoner med begge produksjonsegenskaper(0,10 og 0,12).

7. Litteraturliste

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): 604-510

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.)

Duthie, C., Simm, G., Doeschl-Wilson, A., Kalm, E., Knap, P.W., Roehe, R. (2011) *Epistatic quantitative trait loci affecting chemical body composition and deposition as well as feed intake and feed efficiency throughout the entire growth period of pigs*. Livestock Science vol. 138, issues 1–3, p. 34–48

Hall, A.D., Bampton, P.R., Webb, A.J. (2000). *The effect of stage of growth on the genetic and phenotypic parameter estimates of food intake in pigs using a covariance function*. In: Proceedings of the British Society of Animal Science, British Society of Animal Science, UK, p. 40

Hoy, S., Schamun, S., Weirich, C. (2002). *Investigations on feed intake and social behaviour of fattening pigs fed at an electronic feeding station*. Applied Animal Behaviour Science vol. 139, issues 1–2, June 2012, Pages 58–64

Huisman A.E. (2002). *Genetic analysis of growth and feed intake patterns in pigs*. Doctoral thesis, animal breeding and genetics group, Wageningen Institute of Animal Sciences, Wageningen, The Netherlands. Kap. 6, p. 89-104

Huisman A.E., Veerkamp R.F., van Arendonk J.A.M. (2002a). *Genetic parameters for various random regression models to describe the weight data of pigs*. J. Animal Sci. Mar;80(3):575-82.

Huisman A.E., van Arendonk J.A.M. (2002b). *Genetic parameters for daily feed intake patterns of growing Dutch Landrace gilts*. Original Research Article, Livestock Production Science, vol. 87, issues 2–3, p. 221-228

- Kongsted, A.G. (2005). *A review of the effect of energy intake on pregnancy rate and litter size—discussed in relation to group-housed non-lactating sows*. *Livestock Production Science* vol. 97, issue 1, p. 13–26
- Kongsro, J. (2009). *Bruk av datatomograf(CT) i avlsarbeidet på gris-Norsvin Delta*, Husdyrforsøksmøtet 2009: s75-78. Universitetet for miljø- og biovitenskap, Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap, Ås. VIII, p. 594
- Labroue, F., Guéblez, R., Sellier, P., Meunier-Salaün, M.C. (1994). *Feeding behaviour of group-housed large white and landrace pigs in french central test stations*. *Livestock Production Science*, vol. 40, issue 3, p. 303–312
- Maselyne, J., Van Nuffel, A., De Ketelaere, B., Vangeyte, J., Hessel, E.F., Sonck, B., Saeys, W. (2014). *Range measurements of a High Frequency Radio Frequency Identification (HF RFID) system for registering feeding patterns of growing-finishing pigs*. *Comput Electron Agric*, 108, p. 209–220
- Maselyne, J., Saeys, W., Van Nuffel, A., J. (2015). *Review: Quantifying animal feeding behaviour with a focus on pigs*. *Physiology & Behavior*, vol. 138, p. 37–51
- Olsen, D. (2015) Personlig meddelelse
- Prestrud, H. (2015). Personlig meddelelse
- Ranberg, I. (2015) Personlig meddelelse
- Ranberg, I., Martinsen, K. H., Olsen, D. (2013). *Fokus på tilvekst etter 100 kg*. Husdyrforskermøtet 2013. ISBN: 978-82-7479-025-4, p. 133
- Robinson, D.L., Oddy, V.H. (2004). *Genetic parameters for feed efficiency, fatness, muscle area and feeding behaviour of feedlot finished beef cattle*. Original Research Article, *Livestock Production Science*, vol. 90, issues 2–3, p. 255-270
- SAS. (u.a). *SAS Statistical Analysis Software Version 9.1.3*, utg. USA: SAS Institute Inc.
- Schulze, V., Roehe, R., Lorenzo Bermejo, J, 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*, vol. 73, issues 2–3, p. 199–211

Schulze, V., Roehe, R., Lorenzo Bermejo, J., Looft, H., Kalm, E. (2003) *The influence of feeding behaviour on feed intake curve parameters and performance traits of station-tested boars*. Original Research Article, *Livestock Production Science*, vol. 82, issues 2–3, p. 105-116

Von Felde, A., Roehe, R., Looft, H., Kalm, E. (1996). *Genetic association between feed intake and feed intake behavior at different stages off growth of group-housed boars*. *Livest. Prod. Sci.* vol. 47, p. 11-22

Webb, A.J.(1998). *Objectives and strategies in pig improvement: an applied perspective*. *J. Dairy Sci.* vol. 81, p. 36-46



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Postboks 5003
NO-1432 Ås
67 23 00 00
www.nmbu.no