

Avl og kvantitativ genetikk










Avl og kvantitativ genetikk inkluderer genomisk seleksjon, genetiske analyser, modeller og metoder for beregning av avlsverdier, avlsplanlegging, genetiske ressurser og biologiske aspekter av husdyravlen. Det forskes blant annet på hvordan vi best kan utnytte store og økende mengder med genotypeinformasjon og nye fenotypedata i avlsarbeidet.

Innen fagområdet *Avl og kvantitativ genetikk* finnes oppgaver som passer for studenter i husdyrfag, genetikk og biologi.

Forslag til tema for gradsoppgaver: se side 3.

- Foruten problemstillingene nevnt nedenfor, kan studentene selv oppsøke veilederne og diskutere andre problemstillinger også.

Kontaktpersoner:

Navn	Område	Navn	Område
 Peer Berg peer.berg@nmbu.no		 Theo Meuwissen theo.meuwissen@nmbu.no	
 Laila Aass laila.aass@nmbu.no		 Björg Heringstad bjorg.heringstad@nmbu.no	
 Hans Magnus Gjøen hans.magnus.gjoen@nmbu.no		 Hanne Fjerdingby Olsen hanne.fjerdingby@nmbu.no	
 Gunnar Klemetsdal gunnar.klemetsdal@nmbu.no	 Geir Steinheim geir.steinheim@nmbu.no	 Bente Aspeholen Åby bente.aby@nmbu.no	

* Se link til oppgavebeskrivelsene på nettsiden «Forslag til gradsoppgaver».

Breeding and Quantitative genetics










Breeding and quantitative genetics includes genomic selection, models and methods for genetic analyses, genetic evaluations, breeding plans and design of breeding programs, genetic resources, and biological aspects of animal breeding. How to best utilize new high-resolution phenotypes together with the large and increasing amount of genomic information in animal breeding, is currently an important research topic.

Within this area there are thesis proposals suitable for students in animal science, genetics and biology.

Suggested thesis topics: see page 3.

- In addition to the below mentioned topics, students can visit the supervisors and discuss other relevant topics as well.

Contacts:

Name	Area	Name	Area
 Peer Berg peer.berg@nmbu.no		 Theo Meuwissen theo.meuwissen@nmbu.no	
 Laila Aass laila.aass@nmbu.no		 Björg Heringstad bjorg.heringstad@nmbu.no	
 Hans Magnus Gjøen hans.magnus.gjoen@nmbu.no		 Hanne Fjerdingsby Olsen hanne.fjerdingsby@nmbu.no	
 Gunnar Klemetsdal gunnar.klemetsdal@nmbu.no	 Geir Steinheim geir.steinheim@nmbu.no	 Bente Aspehølen Åby bente.aby@nmbu.no	

* See full information of thesis proposals on the webpage: «Forslag til gradsoppgaver»

Gradsoppgaver i Avl og kvantitativ genetikk

– Thesis proposals in Breeding and Quantitative genetics

Produksjonsdyr (*Livestock*)

- **Nordiske fjellku raser. Genetisk diversitet og kulturhistorie**

Formålet med prosjektet er å kartlegge den felles kulturhistorien til kurasene i nordområdene; Sidet trønder og nordlandsfe, Svensk Fjellku og Nordfinsk ku. Kultur og husdyr har alltid hatt en sterk tilknytning til hverandre. Kyrne i nordområdene har utviklet seg for å tåle det harde klimaet i nordområdene. De var også veldig viktige for folks overlevelse der klimaet satte begrensinger for jordbruket. I nyere tid har de blitt utkonkurrert av mer høytytende dyr. Gjennom å kartlegge historien, analysere stamtavlene, samt genomiske analyser med både arkeologiske DNA prøver og DNA prøver fra nålevende/moderne dyr skal prosjektet kartlegge sammenhengen mellom kultur og genetiske ressurser. Oppgaven er assosiert med et Nordisk prosjekt hos NordGen.

Please contact: Peer Berg and Maria Kjetså, NordGen.

- **Pedigree analysis of Norwegian native cattle breeds**

The Norwegian Genetic Resource Center maintains a database with pedigree information on the six native Norwegian cattle breeds. Based on these data a master project with two objectives are proposed. First to document genetic diversity and in particular rates of inbreeding in the six breeds based on pedigree analysis. Secondly to evaluate the potential of optimal contribution selection to improve management of the breeds.

Please contact: Peer Berg, Nina Sæther, Anna Holene

- **Genetic diversity in poultry assessed using Runs of Homozygosity**

Lines of poultry from the Norwegian Poultry Genebank has been genotypes with a 500K SNP chip. A commercial line has also been genotyped. Inbreeding has previously been documented based on pedigree and identity by state. The objective of this master project would be to evaluate diversity and inbreeding in the poultry lines genotyped, using Runs of Homozygosity (ROH) as a measure and compare this to previously obtained results.

Please contact: Peer Berg, Nina Sæther, Anna Holene

- **Including genomic information in optimal contribution selection in sheep**

NSG has genotyped several year classes of natural service rams as well as AI rams as a part of a project in genomic selection in sheep. These genotypes will be combined with pedigree based relationships and utilized jointly together with breeding values to make the most optimal ram selection, maximizing genetic progress and limiting increase in inbreeding. The optimal contribution selection theory will be applied using the EVA-software.

Please contact: Peer Berg, Jette Jakobsen

- **Herd based prediction of SNP effects and breeding values.**

Some phenotypes are much easier to obtain at the herd level than at the individual level. An example is feed intake. It is much easier to measure how much feed was eaten in the entire herd in a year than recording feed intake on individual cows. The MSc project investigates whether by combining herd-level records with herd-level DNA genotypes can results accurate estimates of SNP effects. Given accurate estimates of SNP effects, we can get accurate predictions of breeding values for DNA genotyped cows and bulls.

Please contact: Theo Meuwissen

- **Nye mål for kufuktbarhet**

Aktivitetmålere brukes nå i mange besetninger for brunstkontroll. Dette gir muligheter for nye og mer presise fenotyper for fruktbarhet hos ku. Målet med masteroppgaven vil være å estimere arvegrader og beregne avlsverdier for nye fruktbarhetsegenskaper. GENO vil være bidra med veiledere til denne oppgaven.

Kontakt: Bjørg Heringstad

- **Jureksteriør og mjølkerobot**

Det stilles andre krav til kuas jureksteriør i besetninger med mjølkerobot. Med data fra *kukontrollen* og fra eksteriørbedømming kan vi undersøke hvilke egenskaper det gjelder og hvor store forskjellene er. Målet med masteroppgaven vil være å undersøke sammenhenger mellom jureksteriør og utrangering i besetninger med ulike mjølkesystem. GENO vil bidra med veiledere til denne oppgaven.

Kontakt: Bjørg Heringstad

- **Kalvehelse**

Kan vi avle for bedre kalvehelse? Målet med masteroppgaven er å beregne arvegrader for de mest vanlige kalvesjukdommene i Norge. I samarbeid med GENO, som også vil stille med medveiledere til gradsoppgaven.

Kontakt: Bjørg Heringstad

- **Klimaku**

Er det genetisk variasjon for metanutslipp hos NRF kyr? Utstyr for å måle metangass for individuelle kyr er installert i noen besetninger. I samarbeid med GENO, som også vil stille med medveiledere til gradsoppgaven.

Kontakt: Bjørg Heringstad

- **Genetic studies of boar taint**

Boar taint is an unfavorable taste and odor of the meat from some uncastrated male pigs, which is avoided by surgically castrating all male piglets intended for meat production. This is however undesirable due to economic and animal welfare reasons. Lowering levels of boar taint in pigs using breeding and genetics is an attractive solution, although challenging due to possible unfavorable correlations to other traits in the breeding goal. The Master Project could be either:

- **Quantitative genetics:**

There are phenotypic data available on boar taint for quantitative genetic studies to estimate breeding values and examine correlations to other traits in the breeding goal. During the project, you will become familiar with the pig breeding program in Norway and practical breeding program work like estimation of variance components and heritability.

- **Bioinformatics and genomics:**

There are also genomic data available (SNP data and whole genome sequence data) if the student would rather do bioinformatics work to look at genomic regions and genes associated with boar taint. During the project, you will become familiar with SNP chip data and methods for genome-wide association studies/QTL mapping.

The project is in close collaboration with Norsvin, who will share data and background knowledge, and you will get to know Norsvin as a breeding organization.

Please contact: Eli Grindflek

- **Inkludering av biologisk mangfold i livsløpsanalyser**

Livsløpsanalyser (*life cycle assessment*, LCA) er et verktøy for å dokumentere bærekraft i produktsystemer. Det pågår for tiden et 4-årig prosjekt ved BIOVIT hvor det utvikles livsløpsmodeller for norsk husdyrproduksjon med spesielt fokus på bruk av nye, norske fôrressurser (eks. gjær produsert på norske grantrær). Det er muligheter for flere oppgaver innenfor dette prosjektet, men en viktig utfordring er hvordan man kan inkludere biodiversitet i modellene. Til en slik oppgave vil det brukes data fra naturtypekartlegging som input til livsløpsanalyser av beite som fôrressurs. Det vil gjennomføres en casestudie for et avgrenset område, hvor antall dyr kartlegges, fôrbehovet, fôrtilgang og utviklingspotensialet i bruk av beiteområder.

Kontakt: Hanne Fjerdingsby Olsen

- **Enterisk metan fra småfe: Effekter av raseforskjeller i fordøyelsesanatomi og -fysiologi**

I prosjektet 'Grass to gas' skal vi måle metanproduksjon hos to svært ulike saueraser (NSG og GNS), som skal føres med ulike kvaliteter surfôr og beitegras. Metan blir målt med PAC-utstyr, første forsøket er i januar 2021.

I tillegg til åpenbare raseforskjeller som voksenvekt og lammetilvekst etc. tror vi det kan være forskjeller i fordøyelsesanatomi (for eksempel vomstørrelse og -struktur, vommikrobiota, etc.) og at dette kan resultere i ulik metanproduksjon. I de planlagte PAC-forsøkene vil eventuelle forskjeller i metanproduksjon fanges opp, men ikke årsaker. Det er derfor interessant å utvide registreringene i 'Grass to gas' med andre egenskaper. Her kommer foreslåtte masteroppgave inn.

Masteroppgaven vil være basert på data samlet inn på slaktelinja. Aktuelle registreringer er størrelse og vekt på vom og lengde på tarm, samt struktur på vomveggen og prøver av vominnhold.

Vi vil samarbeide med slakteri for å få informasjon om når lam og søyer av de aktuelle rasene er innmeldt til slakt. Feltarbeid blir høsten 2021 (2-3 uker). Vi har fått økonomisk støtte til denne fra Eckbos legat slik at f.eks. reisekostnader og overnatting for masterstudenten dekkes.

Kontakt: Bente Aspeholen Åby og Geir Steinheim

- **Evaluering av slakteprosent for kjøttferasene**

Tall for slakteprosent er basert på gamle estimat og det er viktig for næringen å få oppdaterte tall. Data vil bli samlet inn for de fem store kjøttferasene (Charolais, Hereford, Angus, Simmental og Limousin). Vekter vil bli installert på to slakterier for å veie levendevekt på både hanndyr og voksne hunndyr før slakt. Dette skal kombineres med slaktedata fra Storfekjøttkontrollen for å kunne beregne slakteprosent. Studenten må påberegne feltarbeid på slakteri vår og høst 2020. Samarbeidspartnere på denne oppgaven er TYR, Nortura og Animalia.

Kontakt: Bente Aspeholen Åby

- **Raseforskjeller i overlevingsrelevante egenskaper hos søyer og lam rundt fødsel: potensielle egenskaper for seleksjon. Norsk kvit sau og gammelnorsk spælsau.**

(Breed differences in traits relevant for survival in lambs at birth and during the neonatal period: modern Norwegian White Sheep and the lighter, old nordic type Gammelnorsk Spæl)

Vi har data (samlet i 2018) egenskaper hos søyer og lam av Norsk kvit sau (NKS) ved lamming, bl.a. lammingsvansker og hvor raskt lam etter fødsel lam får i seg råmelk.

Vi har nå en besetning med Gammelnorsk spælsau (GNS), og ønsker å samle samme

type data for å kunne se på raseforskjeller. Vi kan lære mer om viktige atferder / egenskaper hos søyer & lam, for å kunne sette inn tiltak + kunne avle for redusert tidlig dødelighet. NKS har ca. 8% dødelighet for lam f.o.m. fødsel til beiteslepp (4% dødfødte), dette er like mye som på sommerbeite (se tab. Under, tall fra Animalia 2019: Årsrapport Sauekontrollen). Dødelighet før/ved fødsel hos GNS er på omtrent halvparten (1,9%): *Hvorfor er det slik?* Vi vil ikke få nok data til å direkte analysere dødelighet, men vil se på egenskaper som er kjent som viktige for overleving - og som er enkle å observere.

Please contact: Inger Dønnem, Geir Steinheim

- **Nye egenskaper for seleksjon for slakteegenskaper / slaktemodenhet og størrelse hos norsk sau: skjelettmål hos nyfødte lam (avhenger av finansiering)** (*New traits for selecting for improved carcass conformation while restricting adult size in Norwegian sheep: skeletal measurements on neonatal lambs (dependent on funding)*)
In our “sheep breeding scheme” selection for carcass quality is based on EUROP-classification, and lamb autumn weights, successfully: EUROP-classification greatly improved. Adult ewe size has increased, meaning some (unknown prop.) gain disappears as increased need for winter forage. Alternative traits for selection, using information easily measured on newborn lambs at weighing? Potential traits will include length of various bones as well as circumferences of some body parts. Approach inspired by international research on beef cattle and sheep.

Please contact: Gunnar Klemetsdal, Geir Steinheim, Muhammad Azher Bhatti

- **Udder condition/score and mastitis: genetic parameters (dependent on funding)**
Mastitis is the most important reason for culling ewes, economically important – and very relevant for animal (ewes and lambs in summer!) welfare. Health data are often off too low quantity (and quality?). Estimate genetic parameters of udder condition/score trait. Est. correlations with occurrence of mastitis. Will an easily observed score be an alternative trait for selection against risk of mastitis?

Please contact: Gunnar Klemetsdal, Geir Steinheim

- **Flock behaviour in sheep: how to measure it? Breed comparisons**
We are now establishing a flock of the old Nordic-type breed ‘Gammelnorsk spælsau’ (GNS) at NMBU. This breed is known to be more active, agile and vigilant than the modern ‘Norwegian White Sheep’ (NKS), and, importantly, to have a much stronger flock affinity. We have both breeds at the university farm (SHF). Flock behaviour is potentially important for:
 - Work effort needed for monitoring on + collecting animals from summer pastures; with or without herding dogs
 - Predation by large, protected predators, perhaps
 - Effects of the grazing sheep on landscapes and biodiversity

So: How can we describe sheep flock behaviour? How can we describe + quantify it to compare genotypes, and, conceivably, select for genetic change?

Please contact: Geir Steinheim, Øystein Holand, Tormod Ådnøy

- **Fødselsvekter hos norsk sau: Er det mulig å selektere for redusert variasjon i egenskapen, uten å endre gjennomsnittet?** (*Birth weight in sheep: is it possible to select for reduced variation without altering the mean?*)

We know that for lambs being close to average sized is the best for lamb survival at and after birth. Bigger or smaller: both mean trouble, and results in reduced production, reduced welfare, waste of resources. How can we (can we?) select for reduced variation in birth weight? I.e., a need to describe the genetics of the trait 'variation in birth weight'. Genetic variation, heritability, BV estimation. Using a prototype program. Existing dataset with pedigree on Norwegian sheep. Method seem promising for other traits as well, model birth weight to develop the methods. Student should have a good grasp on statistical modelling / quantitative genetics, and/or breeding theory / life history theory & -evolution. And be quite fearless around not so user-friendly software.

Please contact: Gunnar Klemetsdal, Geir Steinheim

- **Sauebjeller – effekter på atferd og dyrevelferd** (*Bell collars on ewes on pasture: effect on behaviour and welfare*)

Bells will emit sound > 100 dB, close to the sheep's ears - louder than allowed to expose employees for. If you had a bell around your neck, tolling away at your every movement, would your welfare be affected? The practice of bells on sheep is dominating in Norway, makes it easirt to locate animals. But at what cost, in terms of animal welfare? Field work on near-campus pastures at NMBU, summer months. Ewes with / without bell collars. Measure dB and compare movements, activity pattern, foraging, lamb-ewe interactions, stress indicators (heart rate?). Effect on hearing. Previous research done on dairy in Europe, effects found on foraging behaviour, activity pattern. Cooperation with NIBIO (Tjøtta).

Please contact: Øystein Holand, Geir Steinheim

- **Metanutslipp fra norsk sau, målt med PAC-utstyr, i EU-prosjektet 'Grass To Gas'** (*GHG emissions in sheep: the ERA-net project 'Grass To Gas' 2020-2021*)
IHA/NMBU takes part in an EU project with focus on measuring and analyzing methane emissions from sheep production. Emissions will be registered on study animal (Norwegian White sheep and the old short-tail breed Gammelnorsk spælsau) at SHF/NMBU, using mobile PAC equipment / methods. Experiments autumn 2020 and 2021, breed effects and effect of forage quality / type. Cooperation with NSG and several foreign institutions. Students may suggest topics for theses in connection with

the project.

Please contact: Ingjerd Dønnem, Bente Åby, Geir Steinheim

Hund (Dogs)

- **Genetikk bak feilstilte øyehår (*distichiasis*) i Bichon Havanais**

I hunderasen Bichon Havanais er *distichiasis* (feilstilte øyehår) hyppig forekommende og det er krav om at alle avlsdyr øyelyses, og lidelsen kan påvises tidlig i livet ved øyelysning. I tillegg er det ikke avlsforbud på hunder med diagnosen i denne rase. Det virker sannsynlig at denne lidelse har en polygenetisk nedarving (skyldes mange gener). Basert på data fra Norsk Kennel Klubb skal det verifiseres om lidelsen har en genetisk bakgrunn, lidelsens mulige arvegang skal testes og arvbarhet beregnes. Co-supervisor from «Norsk Kennel Klubb» (NKK) will be Kim Bellamy.

Please contact: Peer Berg

- **Slektskapsutvikling på Buhund**

Norsk Buhund er en av de bevaringsverdige norske hunderasene og regnes for og være en direkte etterkommer etter hundene til de første bosetterne her i landet. Navnet "buhund" kommer av at den opprinnelig var en gårds- og gjeterhund. Rasen regnes som kritisk truet da det fødes få valper hvert år. Buhundklubbens avlsråd har utarbeidet avlsregler som blant annet har som mål og opprettholde tilstrekkelig genetisk variasjon i rasen. Reglene som skal regulere innavlsutviklingen sier noe om hvor mange avkom hvert avlsdyr bør få og maks innavlsgrad på et valpekull. Man vet allikevel lite om hvordan utviklingen i rasen har vært og hvor godt disse reglene har fungert i praksis. Målet med denne masteroppgaven er å analysere slektskapsutviklingen på buhund ved hjelp av avstammings data og evaluere strategier for hvordan rasen forvaltes framover.

Please contact: Peer Berg

Hest (Horses)

- **Evaluation of measures to control inbreeding in Norwegian Coldblooded Trotter.**

An increasing rate of inbreeding has been observed in the Norwegian Coldblooded Trotter. Optimal methods to control rates of inbreeding (Optimal Contribution Selection) is difficult to implement as mating decisions is the decision of individual horse owners. There is thus a need to evaluate practical measures to control rates of inbreeding, such as quotas on number of mares a stallion can mate or the number of offspring a stallion can sire. These measures to control rates of inbreeding will be compared using deterministic and stochastic simulation. Co-supervisor from "Norsk hestesenter" will be Siri Furre.

Please contact: Peer Berg

- **Effektiv populasjonsstørrelse hos norsk varmblodstraver ved bruk av genomisk informasjon**

Det foreligger et datasett på om lag 600 genotypede individer av norsk varmblodstraver, og som tidligere er benyttet til å se på gener som har effekt på forekomst av *osteocondrose*. Deler av materialet er også tidligere brukt til arvbarhetsstudier av samme lidelse og til å påvise sammenheng mellom innavl og nedgang i travprestasjon. I sistnevnte studie ble det beregnet innavlsrate på bakgrunn av stamtavleinformasjon og ved bruk av molekylær homozygoti. I en studie gjort på fjordhest tidligere i år ble det funnet at bruk av informasjon om delte segmenter ga mer presise estimater av innavlsraten i populasjonen når tilgang på data er begrenset. Det er derfor et behov for å sammenlikne ulike metoder for å beregne innavlsrate også på varmblodstraver, med dette materialet med genomisk informasjon som strekker seg over en lengre tidsperiode.

Kontakt: Hanne Fjerdingby Olsen, Dag Inge Våge, Nils Ivar Dolvik, Gunnar Klemetsdal

- **Identifisering av gener med stor effekt på travprestasjon hos varmblodstraver.**

Det foreligger et datasett på om lag 600 genotypedede individer av norsk varmblodstraver, og som tidligere er benyttet til å se på gener som har effekt på forekomst av osteochondrose. Oppgaven vil bestå i å samle inn og bearbeide fenotypedata på prestasjon for de genotypedede individene og gjøre analyser for å identifisere mulige gener som kan ha stor effekt på travprestasjon.

Kontakt: Hanne Fjerdingby Olsen, Dag Inge Våge, Nils Ivar Dolvik, Gunnar Klemetsdal

Fiske avl, reproduksjon, osv. (*Fish breeding, reproduction, etc.*)

- **Simulation studies**

If you are interested in programming, we have several simulation studies for aquaculture breeding programmes that we would like to do.

Please contact: Hans Magnus Gjøen

- **Reproduction in tilapia**

We have earlier had two master thesis projects on cold-water treatment for synchronised spawning and the hormonal effect of this. Further studies should be:

- o Developing methods for better artificial fertilisation methods
- o Develop better methods for cryopreservation

Please contact: Hans Magnus Gjøen

- **Ethology and stress response in tilapia**

Characterisation of the hormone response levels for different type of stress and hormones is not well described in tilapia. Aims:

- o Establish base-line hormone response curves for cortisol
- o Efficient ways to measure hormone response, preferably in the water
- o Efficient ways to initiate stress response in tilapia (standard confinement stress is not effective)

Please contact: Hans Magnus Gjøen

- **Tilapia breeding program in Madagascar**

In Madagascar, we have in collaboration with The Royal Norwegian Society for Development (“Norges Vel”) started a simple breeding program for Nile tilapia. This is the first time the principles of controlling inbreeding without a tagging system is

tested in “real life”, so this will be a unique opportunity to document this. This MSc project will entail one or two shorter stays at Madagascar.

Please contact: Hans Magnus Gjøen

- **Derivation of economic values for commercial traits in different production systems in Nile tilapia**

Over the past three decades, Nile tilapia industry has grown into a significant aquaculture industry in the world due to the genetic improvement programmes all over the world. The objective of genetic improvement program is to select tilapia for the production of fingerlings that will produce desired products more efficiently under future economic circumstances. The selection index used for selecting genetically superior animals thus consists the estimated breeding values of many desired traits weighed by the economic values with the goal to maximize economic return. In the master thesis, the student will thus calculate the economic values for few commercial traits (body weight, fillet weight, fillet yield and disease resistance) of Nile tilapia. Commercial cage and pond production system in Asia will be considered for the analysis. During the project, the student will become familiar with tilapia production and economic value calculation. The project is in close collaboration with GenoMar Genetics AS, a leading tilapia breeding company. Co-supervisor from GenoMar will be Rajesh Joshi.

Please contact: Peer Berg