



Sluttrapport fra forprosjekt «Indeksbasert harehundavl» 2021-2024

Hans Chr. Pedersen, Sjur Danielsen, Sven-Tore Kittilsen & Arild Nygård



Norske harehundklubbers forbund

Sammendrag

Grappa har etter opprettelsen i april 2021 arbeidet for å oppfylle mandat som ble vedtatt på RS i august 2021. Siden siste RS 23. april 2023 er det gjennomført arvbarhetsanalyser på vasket datamateriale som vedtatt på RS. Samtlige egenskapsmomenter og tilleggsregistreringer er analysert for rasene Dunker, Finsk Støver og Hamiltonstøver, slik data var tilrettelagt ved forrige analyse sommeren 2022, men på vaskede data.

Flere av egenskapene viser sikrere og bedre estimat av arvbarhet etter vasking av data, men arvbarhetsanalysene viser generelt lave arvegrader både for egenskapsmomentene og for tilleggsregistreringene. Dette er imidlertid ikke uventet, gitt resultater fra andre studier av arvbarhet på bruksegenskaper. Det er allikevel stor variasjon mellom forskjellige egenskaper. En ytterligere optimalisering av modeller og sammensetning av egenskaper i flerfaktor-analyser vil for alle egenskaper kunne forbedre de genetiske analysene. Dette vil igjen føre til bedre sikkerheter på avlsverdier for hvert enkelt individ.

Generelt presterer egenskapsmomenter som poengsettes fra 1 til 5 bedre i analysene enn tilleggsregistreringer. Videre presterer analysene med de tre rasene samlet, jevnt over bedre enn når rasene analyseres enkeltvis. Det anbefales derfor på dette stadiet å jobbe med rasene samlet.

I motsetning til hva som var forventet er det størst utfordring med tilleggsregistreringene. Dette skyldes at veldig mange hunder får samme registrering (for eksempel 120 min lengste los) og dette gir liten variasjon mellom individene. Dette bidrar til at det er vanskelig å skille mellom hva som er genetikk og hva som er miljø. Det anbefales allikevel at tilleggsregistreringene fortsatt blir registrert, slik at det eventuelt ved et seinere tidspunkt kan være mulig å jobbe videre med genetiske analyser på disse registreringene.

For enkelte egenskaper ble det kjørt flerfaktor analyser hvor det ble estimert høye genetiske sammenhenger mellom egenskaper. Slike analyser gav positivt utslag ved at resultatene fikk økt sikkerhet. Dette viser at det er gunstig å kjøre flere egenskaper sammen for å utnytte informasjon mellom egenskapene (samme genetiske bakgrunn). For å beregne genetiske sammenhenger mellom alle egenskapene kreves det et større arbeid. I tilfeller hvor to/flere egenskaper er ugunstig genetisk korrelert (negativ genetisk sammenheng), kan man forbedre begge egenskapene ved å vektlegge begge i det videre avlsarbeidet. På denne måten kan man finne de individene som genetisk er gode på begge egenskaper.

Et fortsatt arbeid med datainnsamling vil bidra positivt i forhold til videre genetiske analyser. Dette kan skje gjennom å få flere individer til å gå jaktprøver, inkludere alle raser og å ikke minst å utnytte jaktprøvedata på individer i de andre nordiske landene. Det sistnevnte vil også være positivt med tanke på å få et mer helhetlig bilde av populasjonene, fordi man blant annet får et mer utfyllende slektskap mellom individer. Dette er igjen nødvendig for å utarbeide gode avlsverdier.

For noen få egenskaper er det beregnet avlsverdier og sikkerhet på avlsverdier. Dette viser at å selektere individer som skal brukes i avl basert på avlsverdier er en vesentlig sikrere metode for ønsket avlsfremgang sammenlignet med å selektere individer basert på egen

fenotype/prestasjon, slik dagens avl foregår. Når man bruker avlsverdier er man sikrere på at man velger ut de individene som innehar de genene man ønsker å forbedre/spre i populasjonen.

Det viktigste i et avlsarbeid er å definere et avlsmål for rasen. Når man har definert avlsmålet må man bestemme hvilke egenskaper som bør vektlegges for å nå avlsmålet som er satt. Det er egenskaper man ønsker å forbedre som bør vektlegges i framtidig avlsarbeid. Dette gjelder både om man gjør fenotypisk seleksjon, slik som i dag, eller seleksjon basert på avlsverdier. Dette innebærer at man må lage et avlsprogram for hver enkelt rase, slik som skjematisk illustrert i figur 4.

For forvaltningen av harehundrasene er det viktig at all seleksjon gjøres ved å kombinere utvalg av de beste genetiske dyrene (basert på avlsverdi eller fenotype) sammen med slektskapsinformasjon. På denne måten hensyntar man innavlsgraden i populasjonen når avlsdyr skal velges. I tillegg må helse, gemytt, eksteriør og eventuelle andre faktorer tas hensyn til.

I vektleggingen av egenskaper i et avlsmål anbefales det å fokusere på et *utvalg* av egenskaper som skal vektlegges. Fordi arbeidet så langt har vist at man jobber med egenskaper med lav arvbarhet, vil responsen av seleksjonen sannsynligvis ikke være synlig før det har gått noen generasjoner. Det bør være en kontinuerlig evaluering av hvilke egenskaper som inngår i avlsmålet og vektleggingen av disse, slik at man sikrer at man er på riktig vei. Dette innebærer at man eventuelt kan endre hvilke egenskaper man ønsker å forbedre og vektleggingen av disse (figur 4).

Bruk av avlsverdier vil gi økt sikkerhet i avlsarbeidet. Basert på gjeldende analyser, så anbefales det å gå vider med egenskapene som er registrert på en skala på 1-5, gitt at dette også er viktige egenskaper i avlsmålet. Det anbefales samtidig å jobbe med flerfaktor modeller, for å utnytte genetiske sammenhenger mellom egenskaper, for ytterligere å styrke beregningen av avlsverdiene for de utvalgte egenskapene. I tabell 18 vises hvilke egenskaper som kan inkluderes i et avlsmål slik resultatene er i dag.

Samtidig som man bruker avlsverdier er det viktig å bevare den genetisk variasjon i rasen. Det kan man oppnå ved også å ta hensyn til slektskap mellom individer som brukes i avlsarbeidet. For å kunne utnytte arbeidet som er gjort til nå i praktisk avl anbefaler det at man benytte seg av *Fagsystem avl* som ANINOVA har utviklet for Norske Elghundklubbers forbund. Dette er et fagsystem som tilgjengeliggjør og systematiserer informasjon som man bruker i seleksjon av avlsdyr. I dette systemet kan man for utvalgte egenskaper vise avlsverdier på enkeltindivider, fiktive parringer og fremtidig avkom. Fagsystemet presenterer både rådata og prosesserte data. Blant annet kan man beregne avlsverdier for jaktprøver, slektskapsindekser og helse. I tillegg til informasjon på enkeltindivider får man også statistikk på populasjonsnivå.

Det er viktig å minne om at Mattilsynet har fått i oppdrag av Landbruks- og matdepartementet om en ny forskrift om avl av hund. I den nye forskriften vil det komme krav til den enkelte hundeeier som avler. En videreføring av arbeidet som NHKF har startet i

samarbeid med ANINOVA vil kunne gi tilgang til nødvendige verktøy som gjør at kravene i forskriften blir oppfylt.

Oppsummering

- Definer et avlsmål for rasen
- Velg ut egenskaper basert på avlsmålet, som man ønsker å forbedre, og beregne avlsverdier for disse
- Beregne slektskapsindekser
- Lag en helhetlig strategi for seleksjon så alle avlsdyr blir vurdert på samme måte
- Lag en god strategi for seleksjon med avlsmålet som utgangspunkt, hvor seleksjon av avlsdyr baserer seg på avlsverdier på egenskaper fra jaktprøver, slektskap til populasjonen, helseegenskaper, eksteriør og eventuelle andre viktige faktorer.
- Utnytte dataene bedre ved å optimalisere flerfaktor modeller, og å utnytte genetiske sammenhenger mellom egenskaper
- Inkluder alle raser i videre arbeid slik at datamengden kan utnyttes bedre
- Hente data fra de andre nordiske landene for å få mer data og å utnytte slektskap som finnes mellom individer på tvers av landene. Dette vil også være gunstig med tanke på å få en god oversikt over tilstanden til rasen på populasjonsnivå, da man får mer utfyllende slektskap
- Få flere hunder til å ta jaktprøve for å øke datamengden

Forord

Formålet med våre jaktprøver for drivende hunder er: .. «å prøve drivende hunder og premiere de egenskaper en vil bygge på i avlsarbeidet for å få frem hunder som er tilpasset vår jakt og jaktkultur». For på best mulig måte å forbedre de egenskapene vi ønsker må vi kunne tallfeste den genetiske, dvs arvbare andelen av fenotypen (den egenskapen vi registrerer, for eksempel *jaktlyst*) som blir overført fra foreldre til avkom. Dette har blitt forsøkt siden 1980-tallet, og med innføring av tilleggsregistreringer fra 1990-tallet. Etter flere runder med intensjon om å gjennomføre arvbarhetsanalyser av jaktprøvedata, ble forprosjekt «Indeksbasert harehundavl» igangsatt i 2021. Det ble nedsatt en arbeidsgruppe av NHKF og et mandat ble utarbeidet.

Denne rapporten presenterer arbeidet som er gjort fram til mars 2024. Vi presenterer så vel datamaterialet som gjennomførte analyser, resultater, konklusjoner og hva vi ser på som viktige momenter i det videre arbeid. Takk til Knut Jellum og Leif Håkon Berg for tilgang til materiale og dokumenter innsamlet i en tidligere fase og takk til NKK for tilsendte rådatafiler.

En spesiell takk til Marte Wetten og Cecile Svihus, ANINOVA, for utallige gode og lærerike diskusjoner og for utførte arvbarhetsanalyser. Takk også til Odd Vangen, NMBU, for gode diskusjoner og råd underveis i arbeidet.

Trondheim 13.03.2024

Hans Chr. Pedersen
Leder i arbeidsgruppa

Innhold

Sammendrag	2
Forord	5
Innledning	7
Nedarving av egenskaper	7
Historikk - Jaktprøver	7
Mandat for gruppas arbeid	9
Materiale og metoder	9
Jaktprøvedata.....	9
Vasking av jaktprøvedata i datafila Harehundprøver 2007-14.03.2022.....	10
Eksempler fra skogsprotokoller.....	11
Arvbarhetsanalyser.....	12
<i>Definering av egenskaper</i>	12
<i>Kriterier til datasettet</i>	12
Oversikt over samlestatistikk for Dunker, Finsk støver og Hamiltonstøver	13
Statistisk modell	15
Resultater	15
Arvbarhet - egenskapsmomenter	15
Arvbarhet - tilleggsregistreringer	20
Avl på grunnlag av fenotype eller avlsverdi	22
Diskusjon.....	24
Arvbarhet - egenskapsmomenter	24
Arvbarhet - tilleggsregistreringer	25
Fenotype vs avlsverdi.....	26
Konklusjon.....	26
Videre arbeid.....	27
Mandat- status.....	31
Referanser	32
Ordliste	32

Innledning

Nedarving av egenskaper

Ethvert avlsarbeid baserer seg på at alle egenskaper er mer eller mindre arvelige og at egenskapene nedarves fra foreldre til avkom. Gjennomsnittlig vil avkom etter gode foreldre ha bedre gener – og dermed prestasjoner - enn avkom etter mindre gode foreldre. Ved å bruke dyr i avlen som har anlegg for de egenskapene vi er ute etter vil vi systematisk endre gjennomsnittet i hele populasjonen i ønsket retning.

Utfordringen i alt avlsarbeid er imidlertid å kunne dokumentere hvilke dyr som er best. Vi vet at hvordan en hund presterer på ei jaktprøve påvirkes både av de genene som hunden har, men også i veldig stor grad av det miljøet som hunden har vokst opp i. Samtidig vet vi at det er en rekke faktorer under en jaktprøve som også vil påvirke prestasjonen til hunden. Føreforhold, temperatur, terreng og årstid er eksempler på slike faktorer, i tillegg til kanskje den viktigste, fører/eier.

Det er genetikken vi er ute etter å tallfeste, for det er den eneste delen av fenotypen (den egenskapen vi registrerer, for eksempel *jaktlyst*) som blir overført fra foreldre til avkom og som gjør at vi kan drive avl på en egenskap i en ønsket retning. Men i tillegg til avl på bruksegenskaper, så skal man også avle på andre viktige egenskaper for rasene, som helse, gemytt og eksteriør. Og ikke minst skal man også forvalte rasen på en god måte med tanke på genetisk variasjon.

Historikk- Jaktprøver

I Formålsparagrafen for våre jaktprøveeregler heter det: Jaktprøvenes formål er å prøve drivende hunder og premiere de egenskaper en vil bygge på i avlsarbeidet for å få frem hunder som er tilpasset vår jakt og jaktkultur (NKK 2019). Selv om mange i dag deltar på jaktprøver for å konkurrere i rasemesterskap, nasjonale, nordiske og så vel europeiske mesterskap, er hovedformålet at jaktprøver skal brukes til å fremme avlsarbeidet. Siden en hunds prestasjoner er et produkt av arv (genetikk) og miljø (eier) vil kunnskap om arvbarhet av egenskaper som registreres under jaktprøver være viktig for avlsarbeidet.

Analyser av arvbarhet av forskjellige egenskaper er utført for mange forskjellige raser som har praktiske prøver som i noen grad ligner våre jaktprøver. Eksempler på dette er undersøkelser av Border collie (Arvelius et al. 2013), stående fuglehunder (Arvelius & Klemetsdal 2012, Brenøe et al. 2002) og norsk grå elghund (Wetten et al. 2020). Det som i størst grad er sammenlignbart med våre jaktprøver er undersøkelse av finsk støver fra Finland på slutten av 1990-tallet (Liinamo et al. 1997). Resultatene fra alle undersøkelsene viste at arvbarheten av forskjellige registrerte egenskaper viste stor variasjon, og totalt sett hadde mange av egenskapene lave verdier for arvbarhet og slik sett ble vurdert som lite egnet til bruk i avlssammenheng. Dette var kanskje mest fremtredende i undersøkelsen av finsk støver (Liinamo et al. 1997). Imidlertid veit vi nå at selv om egenskaper har lav arvbarhet så er det mulig gjennom avlsarbeid å endre på egenskapen. Bruk av avlsverdier vil gi en sikrere seleksjon på egenskaper med lav arvbarhet, sammenlignet med hva en fenotypisk (registrert egenskap) seleksjon vil.

I Norge er det siden 1980-tallet gjennomført noen foreløpige analyser av jaktprøvedata fra drivende hunder. På begynnelsen av 1990-tallet foretok NKK-veterinær Frode Lingaas arvbahetsanalyser av egnskapsregistreringer fra jaktprøver, men konkluderte da med at praktisk talt alle egnskaper, med unntak av målbruk i fot og tap, hadde svært lav arvbahet. På det tidspunkt ble det derfor konkluderte at egnskapsregistreringer i praksis var uegnet for bruk i avlssammenheng. På bakgrunn av dette ble det utarbeidet et nytt sett av registreringer – tilleggsregistreringer. Fra jaktprøvesesongen 1997/98 ble følgende 4 tilleggsregistreringer, hvor bruk av klokka som er en mer objektiv registrering, innført; minutter fot til uttak, minutter uttak til slutt los, minutter lengste lossekvens, antall tap. Dette materialet ble analysert etter et par år, og Lingaas konkluderte, på tross av relativt lite materiale, at arvbaheten for tilleggsregistreringene så lovende ut.

I 2011 ble det opprettet et utvalg ledet av Leif Håkon Berg for å utrede muligheten for analyser av bl.a. tilleggsregistreringer. Utvalget hadde innledende diskusjoner med Frode Lingaas, men dette arbeidet ble ikke slutført. Etter dette har det blitt debattert bl.a. i Harehunden i 2017-2019 om arbeidet med arvbahetsanalyser av jaktprøvedata burde gjenopptas. Som grunnlag for ny revidering av jaktprøveeglene besluttet NHKF i februar 2021 (SAK 21.2019) og opprette et forprosjekt «Indeksbasert harehundavl». Arbeidet skal gjennomføres av et utvalg bestående av Sjur Danielsen (NHKF), Sven-Tore Kittilsen (Telemark Harehundklubb) og Hans Chr. Pedersen (Trøndelag Harehundklubb). I gruppas første møte 15.04.2021 ble Pedersen valgt til gruppas leder. Etter RS i 2022 ble også Arild Nygård (Norsk Harehundklubb) medlem av gruppa.

På Representantskapsmøte 15.08.2021 ble det besluttet å bevilge kr. 50 000,- i budsjett for 2021 til drift av et forprosjekt i 2021-2022. Prosjektet orienterte om status på RS 2022 i april. I orienteringen fra prosjektet ble det påpekt at arvbahetsanalysene vil være et nyttig verktøy i avlsarbeidet, fordi det gir mulighet til å drive et avlsarbeid basert på avlsverdier. Da tar man ikke bare hensyn til individets prestasjon, men også hvordan eventuelle slektninger presterer. Ved å se hvordan gjennomsnittlig avlsverdi i populasjonen endrer seg over år (genetiske trender), så har man et styringsverktøy for de egnskapene man ønsker å avle på. Disse kan oppdateres hvert år, eller hver gang man regner avlsverdier. Forutsetningen for indeksbasert avl krever at man har kontroll på hele hunden/hele populasjonen.

Etter tilrettelegging av jaktprøvedata fra 2007-mars 2022 ble resultater fra ca. 25000 jaktprøvedager oversendt forskningsinstitusjonen ANINOVA, Hamar, for en begrenset analyse med sikte på å belyse grad av arvbahet på et utvalg av egnskaps- og tilleggsregistreringer. Resultatene viste lav arvbahet for praktisk talt alle egnskaper og tilleggsregistreringer, også egnskaper som ved tidligere analyser har vist en viss grad av arvbahet. En sannsynlig forklaring på dette var at datamaterialet som ble analysert viste seg å inneholde mye feilpunching, spesielt av tilleggsregistreringer for hovedlosen. Dette skaper stor usikkerhet og vil kunne kamuflere og/eller ødelegge viktige sammenhenger mellom egnskap og grad av arvbahet. En omfattende vasking og rydding i data ble derfor gjennomført vinteren 2022/23 og prosjektgruppa anbefalte på RS 23.04.2023 at det ble gjennomført en reanalyse av vasket jaktprøvedata. Styrets innstilling om å disponere kr. 40 000,- av overskuddet fra 2022 til en reanalyse av vaskede jaktprøveresultater ble vedtatt med 45 stemmer mot 15 stemmer.

Mandat for gruppas arbeid

På RS 15.08.2021 ble følgende mandat for gruppas arbeid vedtatt:

- 1) Grappa skal utarbeide arvbarhetsindekser for egenskaper brukt ved bedømming av alle raser drivende hunder tilsluttet NHKF.
- 2) Grappa skal fremskaffe datamateriale fra jaktprøver som finnes lagret hos NKK og eventuelt gammelt materiale lagret hos tidligere NHKF-medarbeidere.
- 3) Grappa skal knytte kontakt med fagmiljø tilknyttet NMBU, Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap, ANINOVA og andre relevante miljø.
- 4) Grappa skal om nødvendig knytte kontakt med andre jakthundmiljø (fuglehund, elghund etc.) som har erfaring fra tilsvarende tidligere og pågående arbeid.
- 5) Grappa skal foreslå eventuelle endringer i egenskapsvurdering i forbindelse med jaktprøver for drivende hunder i forkant av neste revisjon av dagens jaktprøvere regler.
- 6) Data som benyttes og resultater som framkommer eies og disponeres av NHKF. Men resultater kan publiseres etter avtale med NHKF og gruppas medlemmer.

Materiale og metoder

Jaktprøvedata

Etter henvendelse til NKK og NHKF sine forskjellige datalagre har følgende data blitt tilgjengelig og samlet:

- 1994-1997- gammelt system
 - Ingen tilleggsregistreringer
 - 5685 prøvedager
- 1999/00-2004/05
 - Ca 11600 starter
 - Fire første tilleggsregistreringer
- 2004/2005
 - Ca 2060 starter
 - Fire første tilleggsregistreringer
- 2005/2006)
 - Ca 1560 starter
 - Alle seks tilleggsregistreringer
- 2007 (høst)-2022 (vår)
 - 2495 SP-prøvedager
 - 111855 ÅP-prøvedagen
 - 12506 EP-prøvedager
 - Totalt 26507 prøvedager
 - Alle 6 tilleggsregistreringer inkludert
 - Tillegg ca 160 RR-prøvedager

Det er datamaterialet fra høst 2007-vår 2022 (reg tom 14.03.2022) som er benyttet i arvbarhetsanalysene av ANINOVA.

Vasking av jaktprøvedata i datafila Harehundprøver 2007-14.03.2022.

Fila er vasket for å rydde bort opplagte feilpunchinger. Den er sjekket for:

- 1) Antall tap
- 2) Lengste tap
- 3) Minutter fot til uttak
- 4) Lengste losreprise

I fila Harehundprøver **2007-14.03.2022HCPredigert160223** ligger alle endringer som er foretatt. Etter beste evne er det sjekket opp mot Skogsprotokoller i jaktprøveresultater som ligger på hjemmesida til NHKF.

Det er brukt fargekoder i cellene hvor feil/ending/riktig er sjekket:

Rød – sannsynligvis feil, men ikke mulig å sjekke da skogsprotokoll ikke er tilgjengelig.

Gul – som oftest feilpunching, ofte byttet om to registreringer, for eksempel antall tap og lengste tap. Disse er rettet opp.

Grønn - sjekket, men overveiende sannsynlig riktig. Ikke endret.

Sjekk av antall tap opp imot lengste tap er enkelt, og gjøres opp imot øvrige registreringer (se vedlagte klipp fra skogsprotokoller nedenfor)

Sjekk av minutter fot-uttak er gjort for alle registreringer hvor fot-uttak >400 minutter. Også sjekket alle hvor fot-uttak >240 minutter og egenskapsscore > 3.

Sjekk av lengste losreprise er gjort for alle registreringer der losreprise > 120 minutter. Der losreprise > registrert los settes lengste losreprise = registrert los.

Det er ikke foretatt redigering av 1) uttak til 60 minutter los, og 2) uttak til slutt los. Dette er et tidkrevende arbeid som ikke har blitt prioritert i denne omgang. Det er imidlertid mulig å gjøre dette hvis man beslutter å videreføre arbeidet utover forprosjektet. I fila **2007-14.03.2022HCPredigert160223** er disse to kolonnene merket med **oransje**.

Eksempler fra skogsprotokoller

Prøve dato:		17/11-2018		Slipp kl:		08:00		Avsluttet kl:		14:45		Mark:		Barmark	
		Poeng	Vekt	Sum		Losdyr	Hare	Hare							
1	Jaktlyst	4	3	12		Lospoeng	Los1	Los2	Los3	Los4					
2	Samarbeid/kontakt	4	1	4		Lostid min	48	60							
3	Fotarbeid/evne til uttak	5	2	10		Tillegg LUH									
4	Målbruk i fot og tap					Tillegg LIB	20								
	a) i fot	3	1	3		Sum Lospoeng	68	60	0	0					
	b) i tap	3	2	6		G for:	Spesifiser pkt.:								
5	Arbeid i los og tap					Mål:	Entonig								
	a) i los	3	2	6		Trukket?									
	b) i tap	3	2	6		Har vært i fot?	Ja								
6	Mål					RR-prøve:									
	a) nyansering	3	1	3		Tilleggsreistreringer for hovedlosen (i minutter, unntatt antall tap)									
	b) hørbarhet	4	2	8		Fot til uttak	6	Uttak til 60 min	77	Uttak til slutt	97				
	Sum egenskapspoeng (A) (80)			58		Lengst lossek.	28	Lengste tap	1	Antall tap	29				
	Sum lospoeng B (120/90)			68		Tilleggsopplysninger:									
	Premiepoeng (A+B) (200/170)			126		Haren krøyp inn, hunden hentet hunde eier og markerte hare i berg									
7	Kondisjon/styrke	4	1	4		Hunden innstilles til	Dato og dommers underskrift								
8	Lydighet	3	1	3		Premie:	3								
	Konkurranspoeng (A+B+7+8) 4			133											

Figur 1. Denne står oppført med 29 tap. Tap og lengste tap må være byttet om.

Prøve dato:		14/11-2010		Slipp kl:		08:00		Avsluttet kl:		13:30		Mark:		Snø	
Dag 2															
		Poeng	Vekt	Sum		Losdyr	Hare								
1	Jaktlyst	4	3	12		Lospoeng	Los1	Los2	Los3	Los4					
2	Samarbeid/kontakt	4	1	4		Lostid min	120								
3	Fotarbeid/evne til uttak	3	2	6		Tillegg LUH									
4	Målbruk i fot og tap					Tillegg LIB									
	a) i fot	5	1	5		Sum Lospoeng	120	0	0	0					
	b) i tap	3	2	6		G for:	Spesifiser pkt.:								
5	Arbeid i los og tap					Mål:	Entonig								
	a) i los	3	2	6		Trukket?									
	b) i tap	4	2	8		Har vært i fot?	Ja								
6	Mål					RR-prøve:									
	a) nyansering	3	1	3		Tilleggsreistreringer for hovedlosen (i minutter, unntatt antall tap)									
	b) hørbarhet	4	2	8		Fot til uttak	50	Uttak til 60 min	60	Uttak til slutt	140				
	Sum egenskapspoeng (A) (80)			58		Lengst lossek.	70	Lengste tap	20	Antall tap	10				
	Sum lospoeng B (120/90)			120		Tilleggsopplysninger:									

Figur 2. Riktig antall tap her må være 1 og ikke 10.

Prøve dato:		28/02-2011		Slipp kl:		08:00		Avsluttet kl:		15:00		Mark:		Snø	
		Poeng	Vekt	Sum		Losdyr	Hare								
1	Jaktlyst	3	3	9		Lospoeng	Los1	Los2	Los3	Los4					
2	Samarbeid/kontakt	3	1	3		Lostid min	60								
3	Fotarbeid/evne til uttak	3	2	6		Tillegg LUH									
4	Målbruk i fot og tap					Tillegg LIB									
	a) i fot	5	1	5		Sum Lospoeng	60	0	0	0					
	b) i tap	4	2	8		G for:	Spesifiser pkt.:								
5	Arbeid i los og tap					Mål:	Entonig								
	a) i los	3	2	6		Trukket?									
	b) i tap	3	2	6		Har vært i fot?	Ja								
6	Mål					RR-prøve:									
	a) nyansering	3	1	3		Tilleggsreistreringer for hovedlosen (i minutter, unntatt antall tap)									
	b) hørbarhet	3	2	6		Fot til uttak	165	Uttak til 60 min	184	Uttak til slutt	184				
	Sum egenskapspoeng (A) (80)			52		Lengst lossek.	12	Lengste tap	36	Antall tap	10				
	Sum lospoeng B (120/90)			60		Tilleggsopplysninger:									
	Premiepoeng (A+B) (200/170)			112		Delvis is, og skareføre									
7	Kondisjon/styrke	3	1	3		Hunden innstilles til	Dato og dommers underskrift								
8	Lydighet	3	1	3		Premie:	3								
	Konkurranspoeng (A+B+7+8) 4			118											

Figur 3. Sannsynligvis riktig antall tap.

Arvbarhetsanalyser

Metoder som benyttes er velkjent for tilsvarende arbeid i regi av Institutt for husdyr – og akvakulturvitenskap, NMBU og ANINOVA. I dette forprosjektet har tilrettelegging av data, samt en gjennomgang av hvilke parametere og kriterier som skal benyttes blitt diskutert. Dette er gjennomført i samarbeid med Marte Wetten og Cecilie Svihus, ANINOVA, med veiledning og innspill fra Odd Vangen, NMBU, i samarbeid med prosjektgruppa.

Definering av egenskaper

For alle egenskaper som poengsettes fra 1 til 5, settes verdi 0 til ukjent (missing).

For tilleggsregistreringen *uttak til 60 minutter los* er øvre grense satt til 180 (jfr. vasking av data over). For registreringen *uttak til slutt* er øvre grense satt til 300. For individer med høyere verdi enn øvre grense har fenotypen (egenskapen) blitt satt til ukjent (missing).

- For følgende egenskaper er registrering=0 satt til missing:
 - Jaktlyst
 - Samarbeid/Kontakt
 - Fotarbeid
 - Målbruk i fot
 - Målbruk i tap
 - Arbeid i los
 - Arbeid i tap
 - Mål/Hørbarhet
 - Mål/Nyansering
 - Lydighet
 - Kondisjon
 - Maks antall minutter for følgende tilleggsregistreringer er satt til:
 - Uttak til 60 minutter – maks 180 minutter (registreringer >180 min=missing)
 - Uttak til slutt – maks 300 minutter (registreringer > 300 min=missing)

Datasettet benyttet i analysene er det samme som ble brukt i foreløpige analyser i 2022, men etter at de ble vasket. Det er innhentet tilhørende stamtavleinformasjon for alle prøvehunder fra NKK sitt register.

Kriterier til datasettet

Følgende kriterier er satt til datasettet:

- Individer som er trukket fra jaktprøve er ekskludert
- Alle individer må ha oppgitt dommer for jaktprøven

- For to dagers jaktprøver er kun første dag inkludert
- For individer som har gått flere jaktprøver må det være minst 10 dager mellom dato for jaktprøve
- For individer som har gått mer enn 10 jaktprøver, er kun de 10 første jaktprøvene inkludert i datasettet
- Datasettet er det samme som i forrige kjøring i juli 2022, men det er blitt ryddet i outliere og registreringsfeil.
- Det er lagt til distriktnummer, slik at distrikt er forbedret som fast effekt.
- Fem hunder som manglet stamtavle, er slettet
- Alle registrerte egenskaper er inkludert.
- Kun brukt data med losdyr Hare.

Oversikt over samlestatistikk for Dunker, Finsk støver og Hamiltonstøver

Beskrivende statistikk for Dunker (fra dmu1)

Trait	N-obs	Average	SD	Min value	Max value
LostidHovedlos	2291	84,47	38,01	0	120
Jaktlyst	2291	3,81	0,73	1	5
SamarbeidKontakt	2291	3,58	0,70	1	5
Fotarbeid	2254	3,42	0,71	1	5
MålbrukFot	2254	4,75	0,61	1	5
MålbrukTap	2254	4,44	0,81	1	5
ArbeidLos	2034	3,39	0,76	1	5
ArbeidTap	2034	3,20	0,82	1	5
MålNysansering	2254	3,35	0,66	1	5
MålHørbarhet	2254	3,48	0,64	1	5
Kondisjon	2034	3,82	0,72	1	5
Lydighet	2291	3,41	0,68	1	5
Fot_til_uttak	2063	39,05	48,88	0	517
LengsteLostid	2064	55,82	27,86	0	120
Uttaktil60min	1673	82,98	31,51	0	180
LengsteTap	2024	28,81	25,25	0	90
Uttak_til_slutt	2025	139,23	61,67	0	300
AntallTap	2035	2,08	1,85	0	11

Tabell 1. Beskrivende statistikk for Dunker brukt i analysene. N-obs- antall prøvedager, average – gjennomsnitt, SD- standard deviation – uttrykk for variasjon i datasettet, min value – laveste verdi, max value – høyeste verdi.

Beskrivende statistikk for Finsk støver (fra dmu1)

Trait	N-obs	Average	SD	Min value	Max value
LostidHovedlos	4435	88,38	37,40	0	120
Jaktlyst	4433	3,93	0,70	1	5
SamarbeidKontakt	4433	3,59	0,70	1	5
Fotarbeid	4359	3,42	0,72	1	5
MålbrukFot	4359	4,78	0,60	1	5
MålbrukTap	4358	4,56	0,74	1	5
ArbeidLos	4002	3,56	0,80	1	5
ArbeidTap	4002	3,40	0,86	1	5
MålNyansering	4358	3,52	0,71	1	5
MålHørbarhet	4359	3,66	0,66	1	5
Kondisjon	4002	3,93	0,68	2	5
Lydighet	4433	3,44	0,74	1	5
Fot_til_uttak	4041	43,45	53,70	0	449
LengsteLostid	4050	60,37	29,47	0	120
Uttaktil60min	3402	80,70	29,27	0	180
LengsteTap	3969	26,66	24,79	0	90
Uttak_til_slutt	3984	138,77	57,85	0	300
AntallTap	3991	1,97	1,81	0	15

Tabell 2. Tabell 1. Beskrivende statistikk for Finsk støver brukt i analysene. N-obs- antall prøvedager, average – gjennomsnitt, SD- standard deviation – uttrykk for variasjon i datasettet, min value – laveste verdi, max value – høyeste verdi.

Beskrivende statistikk for Hamiltonstøver (fra dmu1)

Trait	N-obs	Average	SD	Min value	Max value
LostidHovedlos	1442	86,77	38,48	0	120
Jaktlyst	1443	3,94	0,74	1	5
SamarbeidKontakt	1443	3,57	0,71	1	5
Fotarbeid	1419	3,42	0,73	1	5
MålbrukFot	1419	4,72	0,69	1	5
MålbrukTap	1419	4,40	0,83	1	5
ArbeidLos	1282	3,43	0,79	1	5
ArbeidTap	1282	3,33	0,83	1	5
MålNyansering	1419	3,38	0,71	1	5
MålHørbarhet	1419	3,54	0,67	1	5
Kondisjon	1282	3,96	0,70	1	5
Lydighet	1443	3,43	0,70	1	5
Fot_til_uttak	1306	38,15	45,98	0	383
LengsteLostid	1305	57,70	29,59	0	120
Uttaktil60min	1062	79,82	29,17	0	180
LengsteTap	1287	27,24	24,66	0	90
Uttak_til_slutt	1283	139,85	60,02	0	300
AntallTap	1292	2,19	2,06	0	13

Tabell 3. Tabell 1. Beskrivende statistikk for Hamiltonstøver brukt i analysene. N-obs- antall prøvedager, average – gjennomsnitt, SD- standard deviation – uttrykk for variasjon i datasettet, min value – laveste verdi, max value – høyeste verdi.

Statistisk modell

Det er foretatt genetiske analyser for hver av de tre rasene enkeltvis og en genetisk analyse hvor de tre rasene ble kjørt sammen. Hver enkelt egenskap/tilleggsregistrering ble kjørt hver for seg, i en såkalt *single-trait* (enkeltfaktor) modell. Dette ble gjort for hver enkelt rase og for de tre rasene samlet. Det ble også kjørt noen såkalte *multitrait* (flerfaktor) modeller, det vil si at flere egenskaper ble kjørt i samme analyse. Dette for å utnytte mulige genetiske sammenhenger (korrelasjoner) som kan finnes mellom egenskaper. Flerfaktormodeller ble kun kjørt med datasettet med de tre rasene samlet.

I analysene som ble kjørt enkeltvis per rase, er faste og tilfeldige effekter de samme for alle egenskapene. Faste effekter er kjønn, prøvenummer, år for prøve og distrikt. Tilfeldige effekter er dommer, dyret selv (miljø), dyrets genetikk og residual (restvariasjon).

For analysene hvor alle tre raser ble analysert samlet i samme datasett, ble det kjørt modelloptimalisering (program utviklet av Janez Jenko, Geno), for å finne hvilke faste effekter som var signifikant viktige (statistisk sikker) for hver enkelt egenskap. I analysene der egenskapene ble kjørt enkeltvis eller flere sammen (multivariate modeller) ble den optimaliserte modellen brukt for hver enkelt egenskap. Hvilke faste effekter som inngår i modellene variere avhengig av egenskap. Tilfeldige effekter er de samme som ved kjøring av enkeltrasene; dommer, dyret selv (miljø), dyrets genetikk og residual (restvariasjon). Hvilke faste effekter som inngår i de ulike egenskapene/tilleggsregistreringene, er vist i tabell 19, helt til slutt i dokumentet.

Resultater

Arvbarhet- egenskapsmomenter

Vi vil her presentere resultatene for samtlige egenskapsmoment og alle tilleggsregistreringer. For noen egenskaper er det presentert både enkeltfaktoranalyser (*single-trait*) og for noen få også flerfaktor (*multi-trait*) analyser. Generelt for alle analyser er det vanskelig å skille mellom dyrets miljø og dyrets genetikk i modellene. Analysene der rasene kjøres samlet gir generelt det beste resultatet med hensyn til denne problemstillingen.

Lostid hovedlos

For rasene enkeltvis presterer *lostid hovedlos* relativt dårlig (0,02-0,05). For Dunker og Finsk støver er det stor variasjon i dyrets miljøkomponent (statistisk: stor spredningen av verdiene i datasettet) og for Hamiltonstøver kan ikke arvegrad beregnes (modellen konvergerer ikke). Når rasene kjøres sammen oppnår man en arvegrad på 0,01, som er veldig lav. Imidlertid er det interessant å se at denne egenskapen har en svært høy genetisk sammenheng (korrelasjon) med *jaktlyst* (0,91) (tabell 5). *Jaktlyst* har en høyere arvegrad og sikrere resultater (tabell 4). Det vil derfor være en bedre strategi å vektlegge egenskapen *jaktlyst* i avlsarbeidet.

Jaktlyst

Jaktlyst har relativt lav arvegrad (tabell 4), men estimatene er relativt sikre med unntak av for Hamiltonstøver hvor det er stor variasjon i dyrets miljøkomponent (statistisk: stor

spredningen av verdiene i datasettet). Den beste tilnærmingen for egenskapen er å kjøre den samlet for de tre rasene. Dette gir sikreste modeller for alle tre raser (0,06).

Jaktlyst ble også kjørt sammen med *kondisjon* i en flerfaktor modell, men i denne analysen kan ikke arvegrad beregnes (modellen konvergerer ikke).

Egenskap	Rase	Totalt antall registreringer	Antall dyr med registreringer	Arvegrad
Jaktlyst	Dunker	2291	604	0,05
	Finsk støver	4433	1095	0,07
	Hamiltonstøver	1443	407	0,09

Tabell 4. Arvbarhet (arvegrad) for egenskapen *jaktlyst* for de tre rasene hver for seg. Antall prøvedager og antall forskjellige hunder som inngår i analysen er oppgitt.

Lostid hovedløs, uttak til 60min, jaktlyst

	Lostid <u>hovedløs</u>	Uttak til 60 min
Uttak til 60 min	0,69 (0,50)	
Jaktlyst	0,91 (0,22)	0,39 (0,34)

Tabell 5. Flerfaktor (multitrait) analyser som viser genetiske sammenhenger (korrelasjoner) mellom egenskapene og statistisk usikkerhet på korrelasjonene i parentes.

Samarbeid kontakt

For denne egenskapen er det utfordringer med stor variasjon i dyrets miljøkomponent (statistisk: stor spredningen av verdiene i datasettet) og arvegrad varierer fra 0,008 til 0,08 når analysene kjøres per rase. Resultatene forbedres når egenskapen kjøres samlet for alle tre raser, men er fortsatt lav (0,03). Selv om arvegraden er lav er spredningen av verdiene i datasettet mindre slik at estimatet blir sikrere.

Fotarbeid

For denne egenskapen er det svært lave arvegrader både enkeltvis og samlet, og for Dunker kan ikke arvegrad beregnes (modellen konvergerer ikke). Egenskapen ble forsøkt analysert i en flerfaktor modell, men heller ikke i denne kunne arvegrad beregnes.

Målbruk i fot

Denne egenskapen gir moderate arvegrader, både når den kjøres per rase (Tabell 6) og samlet (0,14). Den har fortsatt en utfordring med å skille dyrets genetikk fra dyrets miljø, men det er en forbedring sammenlignet med forrige analyse fortatt på uvaska datasett.

Målbruk i fot er kjørt i en flerfaktor modell sammen med *mål nyansering* og *mål hørbarhet*, men det ble ikke funnet noen genetisk sammenheng mellom disse tre egenskapene. Som vi ser nedenfor er det aktuelt å analysere *målbruk i fot* med egenskapen *målbruk i tap* for derved å utnytte informasjon som er knyttet til samvarierende egenskaper.

Det ble også kjørt en flerfaktor modell sammen med *målbruk i tap* og *mål nyansering*. Det var interessant å se at *målbruk i fot* har en svært høy genetisk sammenheng (korrelasjon) med *målbruk i tap* (0,94) (tabell 8).

Egenskap	Rase	Totalt antall registreringer	Antall dyr med registreringer	Arvegrad
Målbruk, fot	Dunker	2254	596	0,15
	Finsk støver	4359	1086	0,13
	Hamiltonstøver	1419	403	0,24

Tabell 6. Arvbarhet (arvegrad) for egenskapen *målbruk i fot* for de tre rasene hver for seg. Antall prøvedager og antall forskjellige hunder som inngår i analysen er oppgitt.

Målbruk i tap

Denne egenskapen har lave til moderate arvegrader både enkeltvis (Tabell 7) og når rasene blir analysert samlet (0,10). Den har negativ genetisk sammenheng med egenskapen *arbeid i tap* (-0,11) og *arbeid i los* (-0,52) (Tabell 10). Dette er et paradoks da det kan bety at om man forbedrer egenskapen *målbruk i tap* så virker dette negativt på egenskapene *arbeid i tap* og *arbeid i los*. Med andre ord betyr dette at høy score for *målbruk i tap*, så får man lavere score for *arbeid i los* og *arbeid i tap*. I tilfeller hvor to/flere egenskaper er ugunstig genetisk korrelert, kan man forbedre begge egenskapene ved å vektlegge begge i avlsarbeidet. Da kan man finne de individene som genetisk sett er gode på begge egenskaper.

Egenskap	Rase	Totalt antall registreringer	Antall dyr med registreringer	Arvegrad
Målbruk, tap	Dunker	2254	596	0,19
	Finsk støver	4358	1086	0,14
	Hamiltonstøver	1419	403	0,06

Tabell 7. Arvbarhet (arvegrad) for egenskapen *målbruk i tap* for de tre rasene hver for seg. Antall prøvedager og antall forskjellige hunder som inngår i analysen er oppgitt.

Målbruk i fot, målbruk i tap og mål nyansering

	Målbruk fot	Målbruk tap
Målbruk tap	0,94 (0,06)	
Mål Nyansering	-0,19 (0,20)	-0,33 (0,22)

Tabell 8. Flerfaktor (multitrait) analyser som viser genetiske sammenhenger (korrelasjoner) mellom egenskapene og statistisk usikkerhet på korrelasjonene i parentes.

Arbeid i los

Egenskapen har lave arvegrader og usikre estimater når egenskapen kjøres per rase (Tabell 9). Analysen med alle raser samlet gir bedre resultater, og egenskapen inkludert i flerfaktor modell (tabell 10) gir det beste resultatet (0,04).

Egenskap	Rase	Totalt antall registreringer	Antall dyr med registreringer	Arvegrad
Arbeid i los	Dunker	2034	571	0,05
	Finsk støver	4002	1059	0,03
	Hamiltonstøver	1282	391	0,05

Tabell 9. Arvbarhet (arvegrad) for egenskapen *arbeid i los* for de tre rasene hver for seg. Antall prøvedager og antall forskjellige hunder som inngår i analysen er oppgitt.

Arbeid i tap

Egenskapen har lave arvegrader og usikre estimater når egenskapen kjøres per rase (0.003-0.01). Analysen med alle raser samlet gir noe bedre resultater, men fortsatt usikre estimat (0.01). Imidlertid er det interessant å se at det er en relativt høy genetisk korrelasjon mellom egenskapene *arbeid i los* og *arbeid i tap* (0,69) (Tabell 10).

Målbruk i tap, arbeid i tap, arbeid i los

- Korrelasjon mellom Arbeid i los og de to andre egenskapene er signifikante

	Målbruk i tap	Arbeid i tap
Arbeid tap	-0,11 (0,34)	
Arbeid i los	-0,52 (0,21)	0,69 (0,22)

Tabell 10. Flerfaktor (multitrait) analyser som viser genetiske sammenhenger (korrelasjoner) mellom egenskapene og statistisk usikkerhet på korrelasjonene i parentes. De genetiske sammenhengene mellom egenskapen *arbeid i los* og de andre egenskapene er statistisk sikker.

Mål nyansering

Denne egenskapen gir lave arvegrader i analysene (Tabell 11), men modellene gir relativt sikre estimater. *Mål, nyansering* er kjørt sammen med *målbruk i tap* som viser en negativ genetisk sammenheng (-0,33) (Tabell 8). Dette er et paradoks på samme måte som beskrevet ovenfor for *målbruk i tap* og egenskapene *arbeid i tap* og *arbeid i los*. Her ser vi at høy score for *målbruk i tap*, gir lavere score i *mål, nyansering*. Som også nevnt ovenfor så vil man i tilfeller hvor to/flere egenskaper er ugunstig genetisk korrelert, kunne forbedre begge egenskapene ved å vektlegge begge i avlsarbeidet. Da kan man finne de individene som genetisk er gode på begge egenskaper.

Egenskap	Rase	Totalt antall registreringer	Antall dyr med registreringer	Arvegrad
Mål, nyansering	Dunker	2254	596	0,04
	Finsk støver	4358	1086	0,02
	Hamiltonstøver	1419	403	0,06

Tabell 11. Arvbarhet (arvegrad) for egenskapen *mål, nyansering* for de tre rasene hver for seg. Antall prøvedager og antall forskjellige hunder som inngår i analysen er oppgitt.

Mål hørbarhet

Arvegraden for denne egenskapen er svært lav for Dunker og ikke forskjellig fra null. For de to andre rasene og når egenskapen er kjørt for rasene samlet er arvegradene lave (0,03). *Mål hørbarhet* og *mål nyansering* er kjørt i flerfaktor modell sammen med *målbruk i fot* uten å finne interessante sammenhenger. Men *mål hørbarhet* og *mål nyansering* har en svak positiv genetisk sammenheng (0,23) (Tabell 12).

Målbruk fot, målnyansering, målhørbarhet

- Ingen signifikante genetiske korrelasjoner

	Målbruk fot	Mål nyansering
Mål Nyansering	-0,13 (0,20)	
Mål hørbarhet	-0,06 (0,24)	0,23 (0,28)

Tabell 12. Flerfaktor (multitrait) analyser som viser genetiske sammenhenger (korrelasjoner) mellom egenskapene og statistisk usikkerhet på korrelasjonene i parentes. Her finner vi ingen statistisk sikre genetiske sammenhenger.

Kondisjon

Denne egenskapen gir lave arvegrader, men estimatene er relativt sikre (Tabell 13). Vi finner høyest arvegraden når egenskapen kjøres per rase. I analysen hvor rasene er kjørt samlet (0,04), er imidlertid estimatet sikrere enn om rasene kjøres enkeltvis.

Egenskap	Rase	Totalt antall registreringer	Antall dyr med registreringer	Arvegrad
Kondisjon	Dunker	2034	571	0,06
	Finsk støver	4002	1059	0,07
	Hamiltonstøver	1282	391	0,06

Tabell 13. Arvbarhet (arvegrad) for egenskapen *kondisjon* for de tre rasene hver for seg. Antall prøvedager og antall forskjellige hunder som inngår i analysen er oppgitt.

Lydighet

Analysene gir sikre estimater, men arvegradene er lave, både når rasene kjøres enkeltvis (0,05-0,10) og samlet (0,05). Hamiltonstøver har den høyeste arvegraden, men har også den

høyeste usikkerheten for dyrets genetikk. Hamiltonstøver har dessuten færrest observasjoner og kan dermed gi mer usikre estimater når rasen kjøres alene.

Arvbarhet- tilleggsregistreringer

Fot til uttak

Det er ikke mulig å beregne arvegrad for rasene kjørt enkeltvis, men når rasene kjøres sammen kan det beregnes en arvegrad lik 0,02. Dette estimatet er imidlertid relativt usikkert.

Lengste lossekvens

Denne egenskapen er det ikke mulig å beregne arvegrad for, hverken når den kjøres enkeltvis eller når rasene kjøres samlet.

Uttak 60 min

I analysene hvor rasene kjøres enkeltvis er det ikke mulig, med en viss grad av sikkerhet, å beregne arvegrad. Analysen der rasene kjøres samlet gir en lav arvegrad (0,02). Sammenlignet med tidligere analyser gir disse analysene sikrere resultater. Det kan tyde på at mye av støyen fra det forrige datasettet er tatt ut (se Materiale og metoder).

Uttak 60 min er kjørt i en flerfaktor analyse sammen med *lostid hovedlos* og *jaktlyst* (Tabell 5). Den har middels genetisk sammenheng med *jaktlyst* (0,39), men med noe høy statistisk usikkerhet. *Jaktlyst* presterer bedre i analysene. Det er interessant så se at vi finner en høy genetisk sammenheng mellom *uttak til 60 min* og *lostid hovedlos* (0,69), men også her er det høy statistisk usikkerhet (Tabell 5). Siden *jaktlyst* er den egenskapen av disse tre som presterer best, og de to andre har en positiv og gunstig genetisk sammenheng, vil det være mest effektivt å vektlegge *jaktlyst* i et avlsarbeid. Da vil man indirekte forbedre de to andre egenskapene også.

Resultatene fra flerfaktor analysen viser at egenskapen *Uttak 60 min* har en fordel av å kjøres sammen med samvarierte egenskaper. Det er mulig å teste om det er andre egenskaper som kan være fordelaktig å analysere sammen med *Uttak 60 min* for å forbedre denne egenskapen, for slik å kunne benytte denne egenskapen i avlsarbeidet. Ellers vil vektlegging av *jaktlyst*, indirekte også forbedre denne egenskapen.

Lostid hovedlos, uttak til 60min, jaktlyst

	Lostid hovedlos	Uttak til 60 min
Uttak til 60 min	0,69 (0,50)	
Jaktlyst	0,91 (0,22)	0,39 (0,34)

Tabell 5. Flerfaktor (multitrait) analyser som viser genetiske sammenhenger (korrelasjoner) mellom egenskapene og statistisk usikkerhet på korrelasjonene i parentes.

Lengste tap

Denne egenskapen er det ikke mulig å beregne arvegrad for, med en viss grad av sikkerhet, hverken når den kjøres enkeltvis eller når rasene kjøres samlet.

Uttak til slutt

Denne egenskapen er det ikke mulig å beregne arvegrad for, med en viss grad av sikkerhet, hverken når den kjøres enkeltvis eller når rasene kjøres samlet.

Antall tap

Denne egenskapen gir lave arvegrader både når rasene analyseres enkeltvis (Tabell 14) og samlet (0,03), men estimatene er fortsatt usikre. Det er allikevel en forbedring i analysene sammenlignet med forrige gang, slik at denne egenskapen har hatt en positiv effekt av rydding i datasettet (se Materiale og metoder). Det er også funnet en positiv genetisk sammenheng mellom egenskapen *mål, nyansering* og antall tap.

Egenskap	Rase	Totalt antall registreringer	Antall dyr med registreringer	Arvegrad
Antall tap	Dunker	2035	572	0,04
	Finsk støver	3991	1066	0,01
	Hamiltonstøver	1292	396	0,03

Tabell 14. Arvbarhet (arvegrad) for egenskapen *antall tap* for de tre rasene hver for seg. Antall prøvedager og antall forskjellige hunder som inngår i analysen er oppgitt.

Som vi ser av tabell 15 er det for de fleste egenskaper og for alle tilleggsregistreringer lave arvegrader. Sammenlignet med analysen gjennomført sommeren 2022 er dette datasett av høyere kvalitet ved at det har blitt ekskludert mer data for å redusere støy.

Flesteparten av egenskapene får bedre og sikrere resultater når alle tre rasene analyseres samlet, sammenlignet med å analysere rasene enkeltvis. Og flere av analysene klarer bedre å skille dyrets genetikk fra dyrets miljø. For analyser med raser samlet ser vi at modelloptimalisering med enkelte faste effekter som inngår i modellene har en positiv effekt. Generelt sett ser vi, på tross av hva som kanskje var forventet, at egenskapene som blir registrert på poengskala fra 1 til 5 presterer bedre enn egenskapene registrert i minutter (Tabell 15).

Egenskap	Arvegrad
LostidHovedlos	0,01
Jaktlyst	0,06
SamarbeidKontakt	0,03
Fotarbeid	0,01
MålbrukFot	0,14
MålbrukTap	0,10
ArbeidLos	0,03
ArbeidTap	0,01
MålNyansering	0,04
MålHørbarhet	0,03
Kondisjon	0,04
Lydighet	0,05
Fot_til_uttak	0,02
LengsteLostid	i.k.
Uttaktil60min	0,02
LengsteTap	i.k.
Uttak_til_slutt	i.k.
AntallTap	0,03

Tabell 15. Oversikt over arvbarhet (arvegrader) for alle tre raser samlet. i.k. betyr at det ikke er mulig å beregne arvegrad.

Vi ser videre at enkelte egenskaper har fordel av å kjøres i flerfaktor (multitrait) modeller. Eksempelvis ser vi at egenskapen *arbeid i los* får sikrere parametere når den kjøres sammen med andre egenskaper, og arvegraden øker og blir sikrere. Arvegrader kan forbedres ved å kjøre flerfaktor (multitrait) modeller, fordi genetiske sammenhenger utnyttes slik at mer informasjon blir tilgjengelig for egenskapene.

Avl på grunnlag av fenotype eller avlsverdi

Fenotypisk seleksjon betyr at man selekterer individer til avl basert på dyrets egen fenotype eller registrering. Dette betyr at det ikke skiller på miljøets påvirkning på en egenskap og den arvelige komponenten (genetikken) til egenskapen. Den maksimale sikkerheten man kan oppnå ved fenotypisk seleksjon kan beregnes ut fra arvegraden til egenskapen. Sikkerheten som beregnes på denne måten forutsetter at individet har en egen registrering. Ved fenotypisk seleksjon vil for eksempel alle individer med et jaktprøveresultat ha den samme sikkerheten på de forskjellige egenskapsmomentene. De individene uten egen fenotype, altså som ikke har vært på jaktprøve, har ukjent sikkerhet (lavere enn de som har en jaktprøve, fordi man ikke har noe data på disse selv). Sikkerheten blir presentert som et tall fra 0 til 1, hvor 0 er ingen sikkerhet og 1 er 100 % sikkert.

Hvis man har en avlsverdi for en egenskap, vil man kunne beregne sikkerheter på denne for enkeltindivider. For eksempel kan to individer med samme avlsverdi ha ulik sikkerhet på avlsverdien sin, fordi det ligger ulik mengde med fenotyper/informasjon bak avlsverdiene. Hvis et av individene kun har en slektning som har gått en jaktprøve, mens det andre individet kan ha jaktprøver på seg selv og andre slektninger. Da vil det første individet få en lavere sikkerhet på sin avlsverdi, sammenlignet med det andre individet som har mye mer informasjon tilgjengelig.

Som et eksempel har ANINOVA beregnet sikkerheter for fire egenskaper; *jaktlyst*, *målbruk i fot*, *målbruk i tap* og *arbeid i los*. For alle disse egenskapene er gjennomsnittlig sikkerhet på

avlsverdiene høyere enn den maksimale sikkerheten man kan oppnå ved fenotypisk seleksjon (Tabell 16). Dette gjelder både for den egenskapen som har lavest arvegrad (*arbeid i los* har arvegrad på 0,03) og egenskapen med høyest arvegrad (*målbruk i fot* har arvegrad på 0,14).

Dette viser at avlsverdier er en sikrere måte å selektere individer på sammenlignet med å bruke fenotypisk seleksjon.

Vi viste i tabell 8 en flerfaktormodell som ble kjørt for *målbruk i fot*, *målbruk i tap* og *mål nyansering*, og at *målbruk i fot* har en svært høy genetisk sammenheng (korrelasjon) med *målbruk i tap* (0,94). Dette gir seg også utslag i en økt sikkerhet for avlsverdiene for disse to egenskapene når de kjøres i en flerfaktor modell (nederste linje i Tabell 16).

Sikkerhet basert på:		Målbruk fot	Målbruk tap	Jaktlyst	Arbeidslos
	Fenotype	0,37	0,32	0,24	0,17
	Avlsverdi single trait	0,67	0,63	0,52	0,44
	Avlsverdi multi trait	0,71	0,71	Ikke beregnet	Ikke beregnet

Tabell 16. Sikkerhet på gitte egenskaper ved avl basert på fenotype (registrering) og ved beregnet avlsverdi på grunnlag av en faktor (single trait) eller flere faktorer (multitrait) hvor det er påvist positiv genetisk sammenheng.

I tabell 17 vises et eksempel på individer med relativt høy avlsverdi for egenskapen *målbruk i fot*, når denne egenskapen er analysert alene. Som vi ser er det stor variasjon i sikkerhet på avlsverdiene, men alle (utenom en) har en sikkerhet på denne avlsverdien som er høyere enn den fenotypiske sikkerheten som vi kan se for samme egenskap i tabell 16.

Individ 10001 har 44 avkom og 180 barnebarn, og av disse etterkommerne er det mest sannsynlig mange som har registreringer fra jaktprøve. Derfor er sikkerheten på avlsverdien på dette individet svært høyt. Man kan si med 81 % sikkerhet at avlsverdien til dette individet er individets sanne avlsverdi.

Individ-nummer	Antall avkom	Antall registreringer	Avlsverdi	Sikkerhet på avlsverdi	Fødselsår
10001	44	3	0,25	0,81	2002
10002	13	5	0,29	0,66	2007
10003	7	6	0,27	0,65	2007
10004	25	2	0,26	0,61	2001
10005	9	4	0,25	0,61	2003
10006	28	2	0,28	0,56	2003
10007	10	2	0,26	0,55	1999
10008	21	1	0,25	0,49	2006
10009	12	2	0,26	0,49	1999
10010	0	1	0,26	0,38	2007
10011	0	1	0,26	0,30	2007

Tabell 17. Eksempel på varierende sikkerhet for avlsverdier hos forskjellige individer med omtrent samme beregnede avlsverdi. Jo flere avkom/slektninger med egne registreringer jo høyere sikkerhet.

Diskusjon

Arvbarhet- egenskapsmomenter

Analyser av arvbarhet av forskjellige jaktegenskaper er utført for mange forskjellige raser som har praktiske prøver som ligner våre jaktprøver, hovedsakelig elghunder og fuglehunder, men også i noen grad drivende hunder. I alle disse undersøkelsene er arvbarheten generelt lav, varierende fra 0,00 til 0,38, med stor variasjon mellom raser og egenskaper (Arvelius & Klemetsdal 2012, Brenøe et al. 2002, Karjalainen et al. 1996, Liinamo 2009, Liinamo et al. 1997, Lindberg et al. 2004, Sarviaho & Uimari 2023, Wetten & Aasmundstad 2014, Wetten et al. 2020). Det som i størst grad er sammenlignbart med våre jaktprøver er undersøkelse av Finsk støver fra Finland på slutten av 1990-tallet (Liinamo et al. 1997). I den undersøkelsen varierte arvbarheten på forskjellige egenskaper fra 0,01 til 0,15. Dette er svært likt det vi finner i vår undersøkelse hvor arvbarheten varierer fra 0,01 til 0,15. I vår undersøkelse finner vi den høyeste arvbarheten for egenskapene *målbruk i fot* (0,14) og *målbruk i tap* (0,10) når rasene analyseres samlet. For Finsk støver alene finner vi en arvbarhet på henholdsvis 0,13 og 0,14 for de samme egenskapene. Dette er også i samsvar med de finske undersøkelsene som viser en arvbarhet for disse egenskapene lik 0,12. Resultatene fra vår undersøkelse er derfor helt på linje med tilsvarende undersøkelser av arvbarhet av bruksegenskaper.

Selv om resultatene for de enkelte egenskapene er lave når disse kjøres enkeltvis kan genetiske sammenhenger mellom forskjellige egenskaper utnyttes slik at mer informasjon blir tilgjengelig for analyse. På den måten kan arvegrader forbedres og bli sikrere ved å kjøres såkalte flerfaktor eller *multivariate* modeller. I dette arbeidet finner vi flere slike eksempler; For eksempel vil *arbeid i los* få sikrere parametere når den kjøres sammen med andre egenskaper (*arbeid i tap* og *målbruk i tap*), og arvegraden øker og blir forskjellig fra null.

Videre finner vi veldig høy genetisk korrelasjon mellom *jaktlyst* og *lostid hovedlos* (0,91). Selv om egenskapen *lostid hovedlos* har svært lav arvbarhet når den kjøres alene, kan en seleksjon på bruk av individer med stor jaktlyst også påvirke *lostid hovedlos* i positiv retning. Dette fordi det er sterk samvariasjon mellom de to egenskapene.

Det har vist seg at en såkalt modelloptimalisering hvor man i større grad undersøker hvilke faste effekter (rase, marktype, prøvemåned mm) som bør inngå i modellene og hvilke egenskaper som bør analyseres sammen i en flerfaktoranalyse kan gi interessante resultater. Det kan tenkes at 120 min lostid for eksempel kombineres med antall tap eller en eller flere andre egenskaper. Det er stor forskjell på 120 minutter tapsfri los og 120 minutter los med mange tap.

Vi ser også at en svært viktig egenskap som *fotarbeid/evne til uttak* har skuffende lav arvbarhet (0,01). I en flerfaktoranalyse kan denne egenskapen for eksempel kjøres sammen med *arbeid i tap*? Kanskje dette er mye av same type arbeidsoppgave, selv om det ofte kan se ut som noen hunder er gode til å ta ut, men får lange tap og omvendt. Hvis det finnes en felles genetisk bakgrunn for disse to egenskapene kan man, som påpekt tidligere, forbedre begge egenskapene ved å vektlegge begge i avlsarbeidet. Da kan man finne de individene som genetisk sett er gode på begge egenskaper.

Egenskapene *arbeid i los* og *arbeid i tap* viser hver for seg svært lave arvegrader (0,01-0,03), men kjørt sammen viser de høy genetisk samvariasjon (0,69). Dette betyr at den lille genetiske variasjonen vi ser i hver av egenskapene egentlig reflekterer det samme. Også i dette tilfellet, som påpekt i andre sammenhenger, kan man velge å selektere på en egenskap og derved også påvirke den andre i positiv retning. Men man kan selvfølgelig også velge å forbedre begge egenskapene ved å vektlegge begge i avlsarbeidet. Det siste innebærer imidlertid at det blir færre individer å velge mellom i avlsarbeidet da det er lengre mellom de hundene som scorer høyt i begge egenskapene sammenlignet med de som scorer høyt i en av egenskapene.

Arvbarhet- tilleggsregistreringer

De såkalte tilleggsregistreringene hvor bruk av klokka, en mer objektiv måte å registrere egenskaper på enn de vanlige egenskapsmomentene, ble innført fra jaktprøvesesongen 1997/98. En foreløpig analyse viste lovende resultater, selv om det var for tidlig å konkludere. Imidlertid viser analysene i dette arbeidet at samtlige tilleggsregistreringer har svært lav arvbarhet eller, for noen, ikke mulig å beregne grad av arvbarhet.

I samme grad som for egenskapsmomentene er det tenkelig at en modelloptimalisering hvor faste effekter vurderes, samt flerfaktoranalyser kan gi bedre estimater av arvbarhet enn de analysene som så langt er kjørt. Tilleggsregistrering *uttak til 60 min* er kjørt sammen med *lostid hovedlos* og viser relativt sterk genetisk sammenheng (0,69). Dette betyr at man bør sette søkelys på den egenskapen med høyest arvegrad i avlsarbeidet. Dette vil gi størst genetisk fremgang for begge egenskaper.

I en flerfaktoranalyse kan man også tenke seg å kjøre *fot til uttak* med egenskapen *fotarbeid/evne til uttak*. Begge har lav arvbarhet hver for seg, men det er rimelig å anta at disse to faktorene kan ha en felles genetisk bakgrunn. Likeledes burde *lengste tap* og *antall tap* kunne kjøres sammen med egenskapen *arbeid i tap*. For disse egenskapene er det også grunn til å tro at det foreligger en genetisk samvariasjon, som så langt ikke er utnyttet optimalt.

I en populasjon vil ofte en egenskap som kan opptre svært sjelden eller svært ofte fordele seg i henhold til det vi kaller en normalfordeling, hvor de fleste individene ligger midt på skalaen og færre individer i den nedre og øvre del av skalaen. For tilleggsregistreringene som måles i minutter vil en normalfordeling tilsi en jevn fordeling av individer over hele skalaen, men med flest individer på det som er gjennomsnittet. Imidlertid vil flere av tilleggsregistreringene ha skranker for registreringene. For eksempel vil mange hunder ha 120 minutter lengste los, lengste tap maks 90 minutter, 60 minutter fra uttak til 60 minutter. Det blir derfor veldig mange individer som har den samme registreringen. Dette gir utfordringer i de genetiske analysene fordi et enkelt punkt har svært mange fenotyper (for eksempel 60 minutter for egenskapen *minutter fra uttak til 60 min los*) sammenlignet med de andre punktene. Det vil si at en fenotype er veldig dominerende og det fremstår som at det er svært lite variasjon mellom individer. Når det er lite variasjon mellom individer vil det også være krevende å skille mellom miljøeffekten og den genetiske effekten og problemer med å beregne arvbarhet på en gitt egenskap.

Fenotype vs avlsverdi

Avlsverdien til et individ setter en verdi på hvor gode (eller dårlige) gener et individ har og som kan arves videre til avkom. Avlsverdien forventes å endre seg etter hvert som man får mer informasjon på dyret selv og dets slektninger. Hvor mye avlsverdien forventes å endre seg kan man lese ut fra sikkerheten på avlsverdien. Sikkerhet på avlsverdien beregnes for hvert enkelt individ. For å beregne en avlsverdi og sikkerheten på denne brukes all tilgjengelig informasjon som finnes på individet selv og alle dens slektninger. Sikkerheten på avlsverdien avhenger derfor av om individet selv har egen fenotype (for eksempel prøveresultater) og om dets slektninger har registrerte fenotyper. Jo flere slektninger av et individ som har en fenotype registrert, jo sikrere vil avlsverdien til individet bli. Jo høyere sikkerhet man får på en avlsverdi, jo mindre endring i avlsverdi forventer man å få mellom avlsverdiberegningene. Er sikkerheten middels eller lav, forventer man større endringer i avlsverdi på enkeltindivider (jfr. Tabell 17). Dette er fordi individene får mer informasjon gjennom fenotyper på seg selv og deres slektninger. Dette påvirker avlsverdiberegningene og gjør at avlsverdien vil bli på et riktigere nivå, som også vil gjenspeiles i at sikkerheten på avlsverdien kan øke.

Som vist i dette arbeidet vil bruk av en beregnet avlsverdi være langt bedre egnet for å kunne velge ut de individene som har de beste genene. Ved å avle på fenotyper vil vi både ha med miljøkomponenten og genetikk og slik sett ha en langt lavere grad av forventet avlsframgang. Det er allikevel helt avgjørende at man fortsetter å innhente informasjon om forskjellige egenskaper (fenotyper) i forbindelse med jaktprøver. Som vi har sett har mange av egenskapene vi registrerer lav arvbarhet og det innebærer at det er vanskelig å skille individene fra hverandre enn om egenskapen har høy arvbarhet. Derfor må vi benytte informasjon om slektninger hvis vi vil selektere på en eller flere egenskaper. Jo flere slektninger som har vært på jaktprøve jo bedre. Det er større likhet innen familier eller linjer enn det er mellom fordi slektninger deler et større antall gener enn med ubeslekta individer.

Valg av hvilke individer vi bør avle videre på bør baseres en beregnet avlsverdi som gir en vesentlig høyere sikkerhet enn om valg av avlsdyr kun er basert på fenotype, noe som er dagens situasjon. Dette gjelder også for egenskaper som har lave arvegrader. Seleksjon basert på fenotype, gjør at man selekterer både på gener og miljø, mens seleksjon basert på avlsverdi, gjør at man selekterer individer basert på gener og ikke miljø. Den lave arvbarheten ligger i bunnen uansett hvilken seleksjonsmetode man velger, og blir ikke høyere av å fortsette med fenotypeseleksjon. Det er avlsverdier som gir best sikkerhet. Arvbarhetene er imidlertid ikke skrevet i stein, og kan endre seg over tid.

Konklusjon

Arvbarhetene for jaktegenskaper er generelt lave for de egenskaper og raser som er analysert i dette arbeidet. Dette er heller ikke uventet, hvis man ser hva andre studier har vist. Imidlertid er det stor variasjon mellom forskjellige egenskaper. En ytterligere optimalisering av modeller og sammensetning av egenskaper i flerfaktor-analyser vil for alle egenskaper kunne forbedre de genetiske analysene. Dette vil igjen føre til bedre sikkerheter på avlsverdier for hvert enkelt individ.

Generelt presterer egenskapsmomenter som poengsettes fra 1 til 5 bedre i analysene enn tilleggsregistreringer. Analysene med de tre rasene samlet, presterer jevnt over bedre enn når rasene analyseres enkeltvis. Det anbefales derfor på dette stadiet å jobbe med rasene samlet.

Flere av egenskapene viser sikrere og bedre estimat av arvbarhet etter rydding av data, men det er fortsatt mange egenskaper med svært usikre estimater. Noen av egenskapene som gir usikre resultater kan forbedres gjennom å optimalisere hvilke faste effekter som inngår i modellene og i større grad utnytte genetiske sammenhenger med andre egenskaper (flerfaktoranalyser).

I motsetning til hva som var forventet er det størst utfordring med tilleggsregistreringene. Dette skyldes at veldig mange hunder får samme registrering (for eksempel 120 min lengste los) og dette gir liten variasjon mellom individene. Dette bidrar til at det er vanskelig å skille mellom hva som er genetik og hva som er miljø. Ved videre arbeid med tilleggsregistreringene vil det være viktig å jobbe med hvordan disse blir definert inn i analysene og hvordan man på en bedre måte kan sjekke eventuelle genetisk samvariasjon mellom registreringer. Det anbefales derfor at tilleggsregistreringene fortsatt blir registrert, slik at det ved et seinere tidspunkt kan være mulig å jobbe videre med genetiske analyser på disse registreringene.

For enkelte egenskaper ble det kjørt flerfaktor analyser hvor det ble estimert høye genetiske sammenhenger mellom egenskaper. Dette gav positivt utslag ved at resultatene fikk økt sikkerhet. Dette viser at det er gunstig å kjøre flere egenskaper sammen for å utnytte informasjon mellom egenskapene (samme genetiske bakgrunn). For å beregne genetiske sammenhenger mellom alle egenskapene kreves det et større arbeid.

Innhenting av mer data vil bidra positivt i forhold til videre genetiske analysene. Det kan skje gjennom å få flere individer til å gå jaktprøver, inkludere alle raser og å utnytte jaktprøvedata på individer i de andre nordiske landene. Det sistnevnte vil også være positivt med tanke på å få et mer helhetlig bilde av populasjonene, fordi man blant annet får et mer utfyllende slektskap mellom individer. Dette er igjen nødvendig for å utarbeide gode avlsverdier. Det anbefales derfor å fortsette å jobbe med rasene samlet. I framtiden, hvis man får mer tilgjengelig data, kan det være aktuelt og analysere hver enkelt rase for seg igjen.

For noen få egenskaper er det beregnet avlsverdier og sikkerhet på avlsverdier. Dette viser at å selektere individer som skal brukes i avl basert på avlsverdier er en sikrere metode for ønsket avlsfremgang sammenlignet med å selektere individer basert på egen fenotype/prestasjon. Når man bruker avlsverdier er man sikrere på at man velger ut de individene som innehar de genene man ønsker å forbedre/spre i populasjonen.

Videre arbeid

Det viktigste i et avlsarbeid er å definere et avlsmål for rasen. Når man har definert avlsmålet må man deretter bestemme hvilke egenskaper som bør vektlegges for å nå det målet som er satt. Det er de egenskapene man ønsker å forbedre som bør vektlegges i framtidig

avlsarbeid. Dette gjelder både om man gjør fenotypisk seleksjon, slik som i dag, eller seleksjon basert på avlsverdier. I figur 4 illustreres gangen i et avlsprogram.

For forvaltningen av harehundrasene er det viktig at all seleksjon gjøres ved å kombinere utvalg av de beste genetiske dyrene (basert på avlsverdi eller fenotype) sammen med slektskapsinformasjon. På den måten hensyntar man innavlsgraden i populasjonen når avlsdyr skal velges. I tillegg må helse, gemytt, eksteriør og eventuelle andre faktorer tas hensyn til.

I vektleggingen av egenskaper i et avlsmål vil vi anbefale å sette søkelys på et utvalg av egenskaper som skal vektlegges. Fordi dette er egenskaper med lav arvbarhet, vil responsen av seleksjonen ikke være synlig før det er gått noen generasjoner, men dette under forutsetning at man endrer fra avl på grunnlag av fenotyper til avlsverdi for de aktuelle egenskapene. Det bør være en kontinuerlig evaluering av vektleggingen og hvilke egenskaper som inngår i avlsmålet for å sikre at man er på riktig vei, eventuelt endre på hvilke egenskaper man ønsker å forbedre.

Som nevnt ovenfor, vil bruk av avlsverdier gi en økt sikkerhet i avlsarbeidet. Basert på gjeldende analyser, så anbefales det å gå vider med egenskapene som er registrert på en skala på 1-5, gitt at dette også er viktige egenskaper i avlsmålet. Det anbefales samtidig å jobbe med flerfaktor modeller, for å utnytte genetiske sammenhenger mellom egenskaper, for ytterligere å styrke beregningen av avlsverdiene for de utvalgte egenskapene.

I tabell 18 vises hvilke egenskaper som kan inkluderes i et avlsmål slik resultatene er i dag. For de andre egenskapene er det et behov for en ytterligere jobb for å øke kvaliteten på de genetiske analysene. For egenskapene som ikke blir anbefalt i avlsarbeidet per nå, kan det fortsatt være potensiale om man får tilgang på mer data. Egenskapene bør derfor fortsette å registreres fram til man får gjort grundigere analyser av disse.

Egenskap	Def.	Anbefaling	Kommentar
<u>LostidHovedlos</u>	Min	Nei	Veldig lave arvegrader, konvergerer ikke for Hamiltonstøver
Jaktlyst	Poeng	Ja	Arvegrad kan kanskje forbedres ved optimalisering av faste effekter
<u>SamarbeidKontakt</u>	Poeng	Ja	Arvegrad kan kanskje forbedres ved optimalisering av faste effekter
Fotarbeid	Poeng	Nei	Konvergerer ikke for Dunker, usikre parametere for de to andre rasene
<u>MålbrukFot</u>	Poeng	Ja	Høy arvegrad, både enkeltvis og samlet for de tre rasene
<u>MålbrukTap</u>	Poeng	Ja	
<u>ArbeidLos</u>	Poeng	Ja	Best når den kjøres samlet.
ArbeidTap	Poeng	Nei	Noe dårlig estimering av parametere og lave arvegrader
<u>MålNyansering</u>	Poeng	Ja	
<u>MålHørbarhet</u>	Poeng	Nei	Dunker ikke signifikant, fungerer bedre med alle tre raser samlet.
Kondisjon	Poeng	Ja	
Lydighet	Poeng	Ja	
<u>Fot_til_uttak</u>	Min	Nei	Konvergerer dårlig, men gir bedre resultater når rasene kjøres sammen.
LengsteLostid	Min	Nei	Gir dårlig konvergering eller ikke konvergerer, både enkeltvis og rasene sammen.
<u>Uttaktil60min</u>	Min	Nei	Analysen med rasene sammen gir bedre resultater enn analyser per rase enkeltvis.
LengsteTap	Min	Nei	Modellene konvergerer ikke eller konvergerer veldig dårlig.
<u>Uttak_til_slutt</u>	Min	Nei	Modellene konvergerer ikke eller konvergerer veldig dårlig.
AntallTap	Ant	Nei	Modellene estimerer parametere dårlig, både i nye analyser og de forrige analysene.

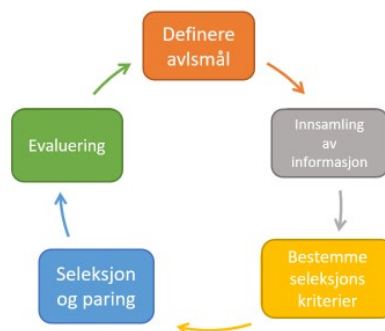
Tabell 18. Anbefalte egenskaper som kan inkluderes i et avlsmål og egenskaper hvor mer arbeid kreves, slik resultatene er i dag. Konvergerer ikke – et statistisk uttrykk.

Det er viktig å minne om at Mattilsynet har fått i oppdrag av Landbruks- og matdepartementet om en ny forskrift om avl av hund. I den nye forskriften vil det komme krav til den enkelte hundeeier som avler. En videreføring av arbeidet som NHKF har startet i samarbeid med ANINOVA vil kunne gi tilgang til nødvendige verktøy og kurs som gjør at kravene i forskriften blir oppfylt.

Nedenfor er hovedpunkter for videre arbeid oppsummert:

- Definer et avlsmål for rasen
- Velg ut egenskaper basert på avlsmålet, som man ønsker å forbedre, og beregne avlsverdier for disse
- Beregne slektskapsindekser
- Lag en helhetlig strategi for seleksjon så alle avlsdyr blir vurdert på samme måte
- Lag en god strategi for seleksjon med avlsmålet som utgangspunkt, hvor seleksjon av avlsdyr baserer seg på avlsverdier på egenskaper fra jaktprøver, slektskap til populasjonen, helseegenskaper, eksteriør og eventuelle andre viktige faktorer.
- Utnytte dataene bedre ved å optimalisere flerfaktor modeller, og å utnytte genetiske sammenhenger mellom egenskaper
- Inkluder alle raser i videre arbeid slik at datamengden kan utnyttes bedre
- Hente data fra de andre nordiske landene for å få mer data og å utnytte slektskap som finnes mellom individer på tvers av landene. Dette vil også være gunstig med tanke på å få en god oversikt over tilstanden til rasen på populasjonsnivå, da man får mer utfyllende slektskap
- Få flere hunder til å ta jaktprøve for å øke datamengden

I figur 4 vises gangen i et avlsprogram på et generelt grunnlag. Norske harehundklubbers forbund har gjennom arbeidet sammen med ANINOVA gjort en god jobb på flere av disse punktene.



Figur 4. Illustrasjon av gangen i et avlsprogram

Samtidig som man bruker avlsverdier er det viktig å bevare den genetisk variasjon i rasen. Det kan man oppnå ved også å ta hensyn til slektskap mellom individer som brukes i avlsarbeidet. For å kunne utnytte arbeidet som er gjort til nå i praktisk avl anbefaler det at

man benytte seg av Fagsystem avl som ANINOVA har utviklet for Norsk Elghundklubbers forbund. Dette er et fagsystem som tilgjengeliggjør og systematiserer informasjon som man bruker i seleksjon av avlsdyr. I dette systemet kan man for utvalgte egenskaper vise avlsverdier på enkeltindivider, fiktive parringer og fremtidig avkom. Fagsystemet presenterer både rådata og prosesserte data. Blant annet kan man beregne avlsverdier for jaktprøver, slektskapsindekser og helse. I tillegg til informasjon på enkeltindivider får man også statistikk på populasjonsnivå.

Avlsgruppa anbefaler at det arbeides videre etter disse pkt. dersom det stemmes ja på RS 2024 til å gå videre med prosjektet.

- 1) Prosjektet har vist at det å selektere individer som skal brukes i avl basert på avlsverdier er en sikrere metode for ønsket avlsfremgang sammenlignet med å selektere individer basert på egen fenotype/prestasjon, slik dagens avl foregår. Basert på gjeldende analyser, så anbefales det å gå videre med egenskapene som er registrert på en skala på 1-5, gitt at dette også er viktige egenskaper i avlsmålet. Det er viktig at det utarbeides faktorer for (barmark/snø, geografiske forskjeller osv.)
- 2) Vi anbefaler også at det lages en strategi for seleksjon med avlsmålet som utgangspunkt, hvor seleksjon av avlsdyr baserer seg på avlsverdier på egenskaper fra jaktprøver, slektskap til populasjonen, helseegenskaper, eksteriør og eventuelle andre viktige faktorer.
- 3) De norske rasene tilfredsstiller allerede mange av disse kriteriene og dersom man velger å gå videre med de norske rasene er det utviklet verktøy (Fagsystem) for andre raser hvor man kan rangere dyr både på egenskapsgruppene, bruksegenskaper, helse og slektskap.
- 4) Før man kan ta i bruk og få full effekt av dette verktøyet (Fagsystem) for de øvrige rasene er det helt avgjørende å ta i bruk og utnytte jaktprøvedata, eksteriør og rasespesifikke helsedata fra de andre nordiske landene. Dette for å få et mer helhetlig bilde av hele populasjonen, noe som er nødvendig for å utarbeide gode avlsverdier i disse rasene. Vi anbefaler at NHKF tar initiativ til et nordisk samarbeid mht utveksling av data for disse rasene før man går videre i arbeidet med avlsdata.
- 5) Deretter vil vi anbefale at man jobber med videreutvikling av statistiske modeller, inkludert flerfaktor-modeller, samt videre analyser av tilleggsegenskapene. Dette kan gjøres parallelt eller seinere, avhengig av tilgjengelige midler.

Mandat- status

Grappa har etter opprettelsen i april 2021 arbeidet for å oppfylle mandat som ble vedtatt på RS i august 2021.

Punkter i gruppas mandat som er besvart/ikke besvart gjennom forprosjektet:

Mandatpunkt 1: Grappa skal utarbeide arvbarehetsindekser for egenskaper brukt ved bedømming av alle raser drivende hunder tilsluttet NHKF.

Dette punktet er (delvis) besvart, men kun for de tre største rasene; Dunker, Finsk støver og Hamiltonstøver brukt som grunnlag for analysene. Imidlertid mener ANINOVA at bruk av arvegrader for egenskaper på grunnlag av data fra disse tre rasene sammen også kan brukes for de øvrige rasene, så vel støvere som småhunder begrenset til losdyr hare.

Mandatpunkt 2: Grappa skal fremskaffe datamateriale fra jaktprøver som finnes lagret hos NKK og eventuelt gammelt materiale lagret hos tidligere NHKF-medarbeidere.

Dette punktet er besvart og alt materiale fram til mars 2022 finnes tilgjengelig. Datamateriale fra perioden etter mars 2022 er ikke innhentet av grappa da analyser ble vedtatt utført på allerede tilgjengelige data (jfr. RS 2023).

Mandatpunkt 3: Grappa skal knytte kontakt med fagmiljø tilknyttet NMBU, Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap, ANINOVA og andre relevante miljø.

Dette punktet er besvart gjennom utstrakt kontakt og samarbeid med fagmiljø tilknyttet ANINOVA (Marte Wetten, Cecilie Svihus) og NMBU (Odd Vangen).

Mandatpunkt 4: Grappa skal om nødvendig knytte kontakt med andre jakthundmiljø (fuglehund, elghund etc.) som har erfaring fra tilsvarende tidligere og pågående arbeid.

Dette punktet er besvart gjennom diskusjon om relevante problemstillinger i møter med NKK og Norske Elghundklubbers forbund. En av gruppas medlemmer (Kittilsen) er dessuten nært knyttet til tilsvarende arbeid i fuglehundmiljøet.

Mandatpunkt 5: Grappa skal foreslå eventuelle endringer i egenskapsvurdering i forbindelse med jaktprøver for drivende hunder i forkant av neste revisjon av dagens jaktprøvere regler.

Dette punktet ble ikke besvart da NHKF valgte å opprette en egen arbeidsgruppe som parallelt med vårt arbeid skulle foreslå endringer i dagens jaktprøvere regler (jfr. ekstraordinært RS desember 2023).

Mandatpunkt 6: Data som benyttes og resultater som framkommer eies og disponeres av NHKF. Men resultater kan publiseres etter avtale med NHKF og gruppas medlemmer.

Dette punktet er besvart når det gjelder NHKF sitt eierskap, mens publisering av resultater utover denne rapporten ennå ikke har vært aktuelt.

Referanser

Arvelius, P. & Klemetsdal, G. 2013. How Swedish breeders can substantially increase the genetic gain for the English Setter's hunting traits. *Journal of Animal Breeding and Genetics* 130: 142–153.

Arvelius, P., Malm, S., Svartberg, K. & Strandberg, E. 2013. Measuring herding behavior in Border collie - effect of protocol structure on usefulness for selection. *Journal of Veterinary Behavior* 8: 9-18.

Brenøe, U.T., Larsgard, A.G., Johannessen, K.R. Uldal, S.H. 2002. Estimates of genetic parameters for hunting performance traits in three breeds of gun hunting dogs in Norway. *Applied Animal Behaviour Science* 77: 209–215.

Karjalainen, L., Ojala, M. & Vilva, V. 1996. Environmental effects and genetic parameters for measurement of hunting performance in Finnish Spitz. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 113: 525-534.

Liinamo, A.-E. 2009. Breeding for improved hunting performance in Norwegian Elkhound and Swedish Jämthund populations in Finland. Book of Abstracts of the 60th Annual Meeting of the European Association for Animal Production, Barcelona, Spain 24-27 August 2009.

Liinamo, A.E., Karjalainen, E., Ojala, M. & Vilva, V. 1997. Estimates of genetic parameters and environmental effects for measure of hunting performance in Finnish Hounds. *Journal of Animal Science* 75: 622-629.

Lindberg, S., Strandberg, E. & Swenson, L. 2004. Genetic analyses of hunting behaviour in Swedish Flatcoated Retrievers. *Applied Animal Behaviour Science*, 88: 289-298.

NKK 2019. Regler for jaktprøver for drivende hunder tilsluttet NHKF.

Sarviaho, K & Uimari, P. 2023. Heritability of elk hunting traits in the Finnish Jämthund population. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A — Animal Science*, 72: 1-10.

Wetten, M. & Aasmundstad, T. 2014. Genetic analysis of hunting traits in Norwegian elkhound. *Proceedings 10th World Congress of Genetics Applied to Livestock Production*, August 17-22, 2014, Vancouver, BC, Canada.

Wetten, M., Aasmundstad, T. & Vangen, O. 2020. Genetic analyses of hunting traits in leashed and non-leashed test systems in Norwegian Elkhound. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A — Animal Science*, 69: 101-108.

Ordliste

ANINNOVA – Forskningsinstitusjon på Hamar som arbeider med moderne husdyravl basert på genetiske undersøkelser.

Arvbarhet = arvegrad- et mål på hvor mye av variasjonen i en egenskap i en populasjon som skyldes genetisk variasjon (miljøfaktorer er nullet ut). Arvbarheten er lik andelen av den fenotypiske variasjonen, for eksempel jaktlyst, i en populasjon som skyldes genetiske forskjeller. Arvbarhet kan hverken være 0 (alt skyldes miljø) og ikke 1 (alt skyldes genetikk).

Avlsverdi – beregnet verdi av et individs gener som koder for en egenskap (fenotype). Beregnes på grunnlag av registreringer hos individet selv og dets slektninger.

Faste effekter– faktorer som kan påvirke utfallet i en analyse og som man kan korrigere for eller ta hensyn til i analysen. Faste effekter er kjønn, prøvenummer, år for prøve og distrikt. Tilfeldige effekter er dommer, dyret selv (miljø, dyrets genetikk og residual (restvariasjon)).

Fenotype - den egenskapen hos et individ som kan observeres direkte, for eksempel jaktlyst på prøve, pelsfarge, øyefarge, registrerte minutter til 60 minutter los, osv. Fenotypen er påvirket både av genotype og miljøet (for eksempel hvilken eier hunden har og derfor hvor mange slepp i uka, foringsregime, osv.).

Genotype – den informasjonen som ligger i et individs arvemateriale (DNA) og som sammen med miljøpåvirkning kommer til uttrykk i fenotypen.

Modellen konvergerer –I komplekse statistiske modeller beskriver dette om modellen klarer å «konkludere» og komme fram til et resultat.

Modelloptimalisering – statistisk metode for å finne hvilke faste effekter som var signifikant viktige (statistisk sikker) for hver enkelt egenskap som det beregnes arvbarhet for.

Multi-trait modell – analyse hvor flere egenskaper (flerfaktor) undersøkes i samme analyse. Dette for å utnytte mulige genetiske sammenhenger (korrelasjoner) som kan finnes mellom egenskaper. For eksempel kan man sjekke arvbarhet av x, y, og z i samme analyse.

NMBU – Norges Miljø- og Biovitenskapelige Universitet.

Normalfordeling – statistisk sannsynlighetsfordeling av egenskaper, målinger eller observasjoner hvor de fleste individene/observasjonene ligger midt på skalaen og færre individer i den nedre og øvre del av registrert område. For eksempel er normalfordeling av score for jaktlyst sannsynlig med flest observasjoner på score 3, mens score 1 og 5 har færre score.

SD- standard deviation – uttrykk for variasjon i et datasett, ofte brukt for å vise variasjon rundt en gjennomsnittsverdi.

Single-trait modell – analyse hvor kun en egenskap (enfaktor) er undersøkt (se multi trait modell).

Statistisk signifikant (statistisk sikker) - en vurdering av om en sammenheng, forskjell eller endring som blir funnet er store nok til å være reelle og ikke tilfeldige.

Tilfeldige effekter – se faste effekter.

Tabell 19. Faste effekter per egenskap, hvor de tre rasene er analysert samlet.

Egenskap	<i>Rase</i>	<i>Kjønn</i>	<i>Prøvenummer</i>	<i>Prøveår</i>	<i>Prøvemåned</i>	<i>Distrikt</i>	<i>Mark</i>	<i>Klassenummer</i>	<i>Alder</i>	<i>Prøveår og måned</i>
Lostid hovedlos	x		x	x	X		x	x	x	X
Jaktlyst	x		x	x	X				x	X
Samarbeid kontakt	x		x	x					x	
Fotarbeid	x			x	X				x	X
Målbruk fot	x			x	X				x	X
Målbruk tap	x		x	x	X		x		x	X
Arbeidslos	x		x	x	X				x	X
Arbeid tap	x		x	x	X				x	X
Mål nyansering	x			x	X				x	X
Mål hørbarhet	x	x		x	X				x	X
Kondisjon	x			x	X				x	X
Lydighet	x		x	x		x			x	X
Fot til uttak	x	x		x	X		x		x	X
Lengste lostid	x		x	x	X				x	X
Uttak til 60 min	x			x	X			x	x	X
Lengste tap	x			x	X			x	x	X
Uttak til slutt	x		x	x	X	x	x	x	x	
Antall tap										

