



**NIBIO**

NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

**NORSK  
GENRESSURSSENTER**  
genressurser.no

# Innavlsutviklingen hos de bevaringsverdige storferasene

Innavlsøkning og effektiv populasjonsstørrelse 1991-2020

NIBIO RAPPORT | VOL. 7 | NR. 140 | 2021



Anna Holene<sup>1</sup>, Peer Berg<sup>2</sup> og Nina Sæther<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Divisjon for kart og statistikk, Avdeling for arealressurser

<sup>2</sup>Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap (NMBU)

## TITTEL/TITLE

Innavlsutviklingen hos de bevaringsverdige storferasene

## FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Anna Holene, Peer Berg og Nina Sæther

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKTNR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
30.08.2021	7/140/2021	Åpen	792010	20/01328
ISBN:		ISSN:	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:
978-82-17-02897-0		2464-1162	19	

## OPPDRAUGSGIVER/EMPLOYER:

NIBIO

## KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

Anna Holene

## STIKKORD/KEYWORDS:

effektiv populasjonsstørrelse, innavl,  
innavlsutvikling, bevaringsverdige storferaser

Stikkord engelske

## FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Husdyrgenetiske ressurser

Animal genetic resources

## SAMMENDRAG/SUMMARY:

Ved å bruke metoden til Gutierrez et al 2008 har Norsk genressurssenter estimert innavlsutviklingen og dermed den effektive populasjonsstørrelsen for alle av de bevaringsverdige storferasene. Til tross for at bevaringsarbeidet i 1990 startet med svært få individer har populasjonene etter 30 år vist at de er blitt forvaltet på en fornuftig måte.

## LAND/COUNTRY:

Norge

## FYLKE/COUNTY:

Viken

## KOMMUNE/MUNICIPALITY:

Ås

## STED/LOKALITET:

Ås

## GODKJENT /APPROVED

Hildegunn Norheim

NAVN/NAME

## PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER

Nina Sæther

NAVN/NAME

**NIBIO**NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

# Forord

De bevaringsverdige storferasene dølafe, vestlandsk raudkolle, vestlandsk fjordfe, sidet trønderfe og nordlandsfe (STN), østlandsk rødkolle og telemarke har siden slutten av 1980-tallet hatt til dels svært små avlspopulasjoner og faren for rask innavlsøkning og påfølgende innavlsdepresjon har vært reell.

Avlsarbeidet har derfor i over tretti år hatt stort fokus på å unngå nære slektskapsparinger og å bruke flest mulig dyr, og spesielt okser, i avl for å unngå innavl. Det er først nå at det har lyktes å finne en metode som har kunnet beregne innavlsutviklingen i disse populasjonene og dermed gi en vurdering av suksessen av avlsarbeidet. I denne rapporten blir metoden forklart og resultatet presentert.

På vegne av oss som har gitt avlsrådene til eierne av de bevaringsverdige storferasene er det med stolthet og respekt for eierne av disse rasene at vi kan konkludere med at avlsarbeidet ser ut til å ha vært en stor suksess.

Ås, 30.08.21

Nina Sæther, fagleder Norsk genressurscenter

# Innholdsfortegnelse

1	Innledning.....	5
2	Metoder.....	6
2.1	Kuregisteret .....	6
2.2	Stor variasjon mellom rasene i populasjonsutviklingen 1991-2020 .....	7
2.3	Innavlsøkning.....	8
2.4	Effektiv populasjonsstørrelse .....	9
2.5	Hva påvirker innavlsutviklingen og effektiv populasjonsstørrelse? .....	10
2.5.1	Beregning av innavlsøkningen ( $\Delta F$ ) .....	10
2.5.2	Beregning av effektiv populasjonsstørrelse $N_e$ .....	10
2.5.3	Utvalg av individer til beregning av $\Delta F$ og $N_e$ .....	11
3	Resultater og diskusjon .....	12
3.1	Innavlsøkningen kan ha gitt 100 kg redusert melkeytelse .....	13
3.2	Økt effektiv populasjonsstørrelse 1991-2021 .....	14
3.3	Seminokser fra før 1990 .....	15
3.4	Rasene hadde forskjellige betingelser og historier i 1990.....	16
3.4.1	En søsterpopulasjon i Sverige .....	16
3.4.2	Overkryssing fra NRF bidro til å berge rasen.....	16
3.4.3	Jevn inntak av seminokser er viktig.....	16
3.4.4	Sakte populasjonsvekst er gunstig for innavlsøkningen .....	17
3.4.5	Den nesten minste er blitt den nesten største .....	17
4	Konklusjon .....	18

# 1 Innledning

Registreringsaksjonene i 1989 og 1991 for de fem bevaringsverdige storferasene dølafe, vestlandsk raudkolle, vestlandsk fjordfe, østlandsk rødkolle og telemarkfe førte til at slektskapsdatabasen Kuregisteret ble opprettet. Siden den gang har Kuregisteret holdt oversikt over populasjonsutviklingen og registrert grunnleggende slektskapsopplysninger for alle de bevaringsverdige storferasene. Årlig har populasjonsstatus vært rapportert og utviklingen har vært positiv; alle rasene har vokst i antall, om enn i litt ulik takt.

Avlsarbeidet viktigste mål har vært å unngå rask innnavlsøkning og opprettholde så høy effektiv populasjonsstørrelse som mulig. Viktige tiltak har vært å unngå nære slektskapsparinger, sette på alle kviger i avl og å bruke flest mulig okser i avl for å unngå innavl. Fram til nå har vi ikke hatt verktøy for å måle om avlstiltakene har bidratt til at avlsmålet er nådd. Denne rapporten viser for første gang beregning er av innnavlsøkningen og effektiv populasjonsstørrelse for disse rasene.



**Figur 1.** Sidet trønderfe og nordlandsfe (STN) er den mest tallrike av de bevaringsverdige storferasene, både i antall avlsdyr og i effektiv populasjonsstørrelse. Dette er STN-besetningen til R.P. Tørres på Rørosvidda sommeren 2019. Foto: Nina Sæther

## 2 Metoder

### 2.1 Kuregisteret

Den første betingelsen for å kunne beregne slektskapsstatus er å ha gode slektskapsdata. Det har de bevaringsverdige storferasene hatt siden Kuregisteret ble etablert i 1990. Da ble det registrert 49 avlskyr av vestlandsk fjordfe, 115 avlskyr av telemarkfe, 52 avlskyr av vestlandsk raudkolle, 25 avlskyr av dølafe og 11 avlskyr av østlandsk rødkolle.

Kuregisteret ble fra 1990 til 2009 oppdatert ved at produsentene manuelt meldte inn endringer om kalving, slakt, salg og innkjøp i besetningen sin. Fra 2009 fikk Kuregisteret slektskapsdata om de bevaringsverdige storferasene overført automatisk fra Kukontrollen, og det var først da data om STN kom med i Kuregisteret. Slektskapsdata for bevaringsverdige storferaser registrert i Storfekjøttkontrollen har blitt automatisk overført til Kuregisteret siden 2018. Produsenter som ikke er medlemmer i noen av disse to kontrollene melder fortsatt inn besetningsendringer manuelt da det foreløpig ikke finnes en web-versjon av Kuregisteret.

Ei **avlsku** defineres som ei ku/kvige som er minst 87,5 % raserein, kua skal ha registrert kalving i Kuregisteret i løpet av de to siste årene og kviga skal være to år gammel, dvs være født i 2018 ved telling av avlskyr for 2020.

**Grad av truethet** basert på artens reproduksjonskapasitet fra FAO, 2013. *In vivo conservation of animal genetic resources. FAO Animal Production and Health Guidelines. No. 14. Rome.*

	Arter med høy reproduksjonskapasitet			Arter med lav reproduksjonskapasitet		
	Kritisk	Truet	Sårbar	Kritisk	Truet	Sårbar
<b>Antall avlshundyr</b>	< 100	< 1 000	< 2 000	< 300	< 3 000	< 6 000

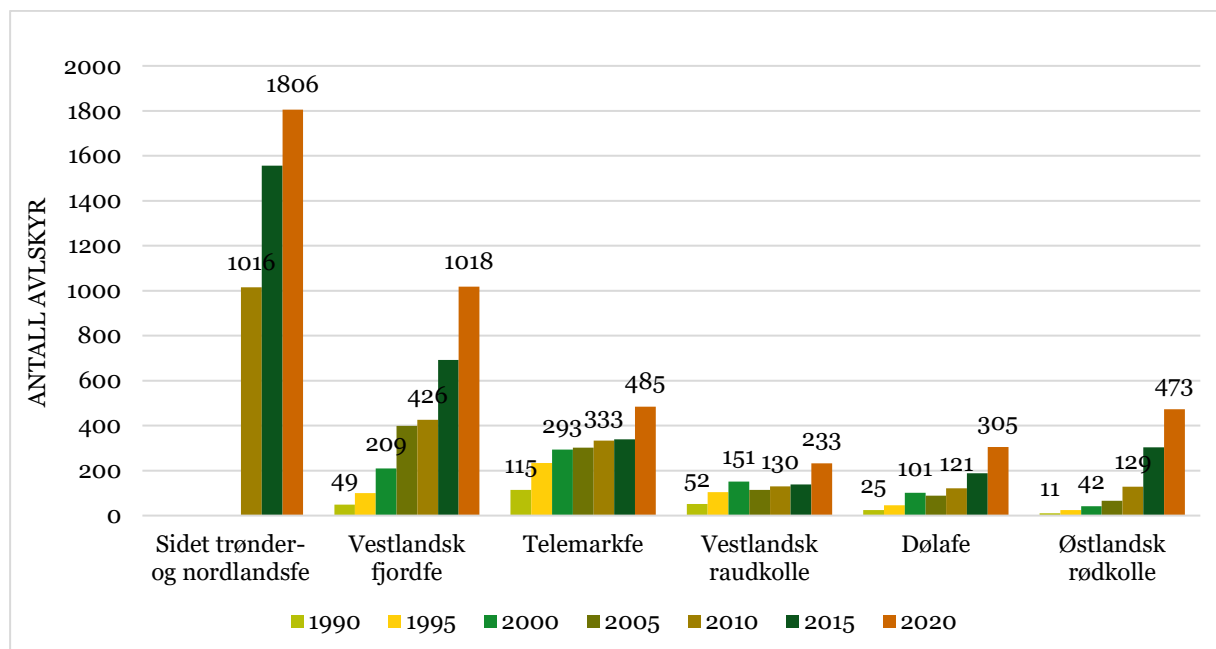
## 2.2 Stor variasjon mellom rasene i populasjonsutviklingen 1991-2020

Figur 2 viser populasjonenes utvikling av antall avlskyr (se faktaboks for forklaring av begrepet «avlskyr») fra 1990 og fram til siste telling 31. desember 2020, figuren viser tall for hvert femte år. Det er stor forskjell mellom rasene med hensyn til hvordan populasjonene har utviklet seg disse 30 årene, og ingen har hatt lik utvikling. Eneste fellesnevner er at de har vokst i antall.

Vestlandsk fjordfe og vestlandsk raudkolle med sine hhv 49 og 52 avlskyr i 1990 og hhv 1018 og 233 avlskyr i 2020 er de to rasene med mest ulik populasjonsutvikling, se figur 2. Vestlandsk fjordfe økte raskt i antall etter 1990 og var allerede før 2005 over 300 avlskyr som er grensen mellom å være «kritisk truet» og «truet», se faktaboks for forklaring av kategoriene «truet» og «kritisk truet». Til tross for en markert økning mellom 2015 og 2020 har vestlandsk raudkolle fortsatt så få avlskyr at rasen regnes som «kritisk truet».

Østlandsk rødkolle er rasen med prosentvis størst populasjonsøkning de siste ti åra. Rasen har nesten tredoblet seg og gått fra 129 avlskyr i 2011 til 473 i 2020. Denne rasen hadde lavest antall avlskyr i 1990 med bare 11 avlskyr. Dølafe har hatt jevnest vekst av alle rasene gjennom disse tretti årene. Dølafe startet med 25 avlskyr i 1990 og først i 2020 nådde rasen det over 300 avlskyr og fikk dermed endret klassifisering fra «kritisk truet» til «truet». Telemarkfe var i 1990-årene regnet som «storebror» blant disse rasene fordi det var den mest tallrike rasen i 1990 med sine 115 avlskyr. Men populasjonsveksten har gått seint, det er først de siste fem årene at rasen har hatt god tilvekst og i 2020 teller telemarkfe 485 avlskyr og er klassifisert som «truet».

Sidet trønderfe og nordlandsfe (STN) kom først med i Kuregisterets tellinger fra 2010, etter at data fra Kukontrollen begynte å bli automatisk overført fra 2009. Populasjonen har siden den 2010 hatt en god økning fra 1016 til 1806 avlskyr.



Figur 2. Utvikling av antall avlskyr hos sidet trønderfe og nordlandsfe, vestlandsk fjordfe, telemarke, vestlandsk raudkolle, dølafe og østlandsk rødkolle 1990-2020. Kilde: Kuregisteret, Norsk genressurscenter.

## 2.3 Innavløsning

**Innavløsning:** I enhver lukket populasjon vil innavl og slektskapet mellom individene over tid alltid øke. Det er hastigheten på økningen som avgjør hvor negativ effekt innavlen har på populasjonen. Hvis innavlen øker langsomt er det større sjanse for at seleksjonen kan motvirke den negative effekten av innavl.

Små populasjoner er utsatt for innavlsdepresjon som kan komme til uttrykk ved nedsatt tilvekst, melkeproduksjon og fruktbarhet, færre levedyktige avkom, økt forekomst av arvelige, ofte dødelige, sykdommer og defekter. Det viktigste tiltaket mot innavlsdepresjon er å drive et avlsarbeid som unngår rask innavløsning og slik bidra til at den genetiske variasjonen i populasjonen opprettholdes.

Tabell 1 viser resultat på beregnet innavlsdepresjon på Nederlandsk Holstein-Friesian. Denne studien (Doekes et al. 2019<sup>1</sup>) viser at 1 % økning i innavl per generasjon har negativ effekt for flere produksjonsegenskaper, for eksempel reduseres melkemengden med nesten 38 kg. Dette viser at et viktig tiltak for å opprettholde melkeproduksjonen i en rase er å unngå rask innavløsning.

**Tabell 1. Beregnet effekt av innavlsdepresjon for egenskaper uttrykt som endring i forventet fenotype per 1 % økning i innavl per generasjon basert på slektskap i Nederlandsk Holstein-Friesian melkeku.**

Egenskap	Beregnet endring	Standardavvik
Melkeytelse	-37.95 kg**	3.66
Fettytelse	-1.54 kg **	0.14
Proteinytelse	-1.27 kg**	0.11
Kalvingsintervall	0.46 dager*	0.23
Kalvingsintervall til første inseminasjon	0.16 dager	0.09
Første-siste inseminasjon	0.13 dager	0.19
Befruktning	-0.31 dager*	0.12
Celletall dag 5-150	0.58 (1000 +100*(log2 of cells/mL))	0.44
Celletall dag 151-400	0.86* (1000 +100*(log2 of cells/mL))	0.43

Signifikans er indikert med stjerner (\*P<0.05; \*\*P<0.01)

Kilde: Doekes et al. 2019

<sup>1</sup> <https://doi.org/10.1186/s12711-019-0497-z>



## 2.4 Effektiv populasjonsstørrelse

### Effektiv populasjonsstørrelse ( $N_e$ )

Effektiv populasjonsstørrelse defineres som størrelsen på en ideell populasjon som har like mye genetisk drift som populasjonen man har i fokus. En ideell populasjon er en populasjon med like mange ynglende hanner og hunner, og der alle individene i populasjonen kan pare seg og få avkom med et tilfeldig medlem i populasjonen.

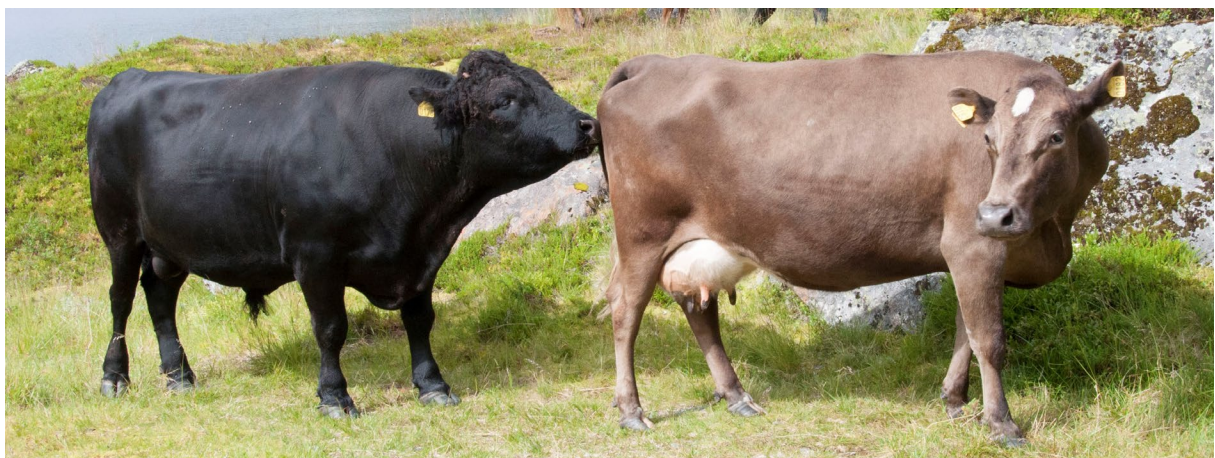
Vanligvis er den effektive populasjonsstørrelsen betydelig lavere enn den faktiske populasjonsstørrelsen. Årsakene til det kan deles i tre hovedkategorier:

- Det er ikke like mange hanner og hunner som parer seg og får avkom.
- Variasjonen i antall avkom pr foreldredyr er ikke tilfeldig.
- Populasjonsstørrelsen varierer fra generasjon til generasjon.

Effektiv populasjonsstørrelse er viktig i bevaringsbiologi og populasjonsgenetikk fordi små populasjoner vil miste sin genetiske variasjon raskere fordi de blir mer påvirket av genetisk drift, og det er den effektive populasjonsstørrelsen som bestemmer hvor mye genetisk drift det vil være i populasjonen (SNL, 2021).

En annen formulering av en effektiv populasjon er at det er det antallet individer i en populasjon som gir grunnlag for den beregnede innavlsraten ( $\Delta F$ ) eller endring av variasjon i genfrekvenser, dersom det avles i en ideell populasjon (Falconer & Mackay 1996).

Effektiv populasjonsstørrelse kan også forklares ved at det er et mål på hvor mange ubeslekta individer som bidrar genetisk til neste generasjon og beregnes ut fra innavlsøkningen i populasjonen. For at en populasjon skal være genetisk bærekraftig bør  $N_e$  være større enn 50, og helst større enn 100.



Figur 3. Bruk av gardsokse er et viktig tiltak for å ha et høyt antall hanndyr i avl i små, truede populasjoner. Her er en fjordfeokse i aksjon. Markeseterstølen, Vadheim i Sogn 2017. Foto: Nina Sæther.

## 2.5 Hva påvirker innavlsutviklingen og effektiv populasjonsstørrelse?

Innavlsutviklingen ( $\Delta F$ ) og effektiv populasjonsstørrelse ( $N_e$ ) er relatert ved at  $N_e = \frac{1}{2\Delta F}$  og påvirkes av valgte avlsstrategier i populasjonen. Korte generasjonsintervall, store ulikheter i antall avkom pr foreldre dyr, store ulikheter i alder på førstegangsforeldrene og lange generasjonsoverlappinger er alle faktorer som øker innavlsøkningen (og reduserer  $N_e$ ) pr generasjon. I praksis betyr dette at å bruke flest mulig hanndyr i avl, passe på at ingen fedre blir såkalte avlsmatadorer og øke populasjonsstørrelsen i passe tempo er gode tiltak for å bremse innavlsutviklingen og øke  $N_e$  i populasjonen.

Omtalen om effektiv populasjonsstørrelse og innavlsutvikling er i hovedsak basert på FAOs veiledningshefte om *in vivo* bevaring av husdyr genetiske ressurser<sup>2</sup>.

### 2.5.1 Beregning av innavlsøkningen ( $\Delta F$ )

Innavlsøkningen brukes til å beregne effektiv populasjonsstørrelse,  $N_e$ . Det er mange måter å beregne innavlsøkningen på og de vanligste metodene baserer seg på endringer i gjennomsnittlig innavl. Disse metodene er følsomme for hull i slektskapsdataene som fører enten til at effektiv populasjonsstørrelse rett og slett ikke kan beregnes eller at den overestimeres og dermed ser bedre ut enn den egentlig er.

Gutierrez et al 2008<sup>3</sup> har utviklet en robust metode for beregning av innavlsøkningen i populasjoner der slektskapsdataene er mangelfulle. Metoden er basert på å kompensere for manglende slektskapsdata ved å beregne en individuell innavlsøkning basert på hvor mye slektskapsinformasjon som finnes for det enkelte individet.

Formelen for å beregne innavlsøkningen basert på individets innavlsøkning er

$$\Delta F_i = 1 - (1 - F_i)^{\frac{1}{ECG_i}}$$

hvor  $F_i$  er individets innavlsgrad

$ECG_i$  er Equivalent Complete Generations (Gencoef-1 i resultatfil fra EVA)

$\Delta F_i$  er individuell innavlsstigning.

### 2.5.2 Beregning av effektiv populasjonsstørrelse $N_e$

Når den individuelle innavlsstigning er beregnet for alle individer i populasjonen, så beregnes gruppas gjennomsnittlige innavlsstigning. Dette gjennomsnittet er populasjonens innavlsstigning per generasjon ( $\Delta F$ ). Dette tallet settes så inn i følgende formel;

$$N_e = \frac{1}{2\Delta F}$$

Formelen gir oss da et mål på den effektive populasjonsstørrelsen,  $N_e$ .  $N_e$  skal helst være større enn 50 for at populasjonen skal kunne opprettholde den genetiske variasjonen på et tilfredsstillende nivå.

---

<sup>2</sup> FAO, 2013. *In vivo* conservation of animal genetic resources. FAO Animal Production and Health Guidelines. No. 14. Rome.

<sup>3</sup><https://doi.org/10.1186/1297-9686-40-4-359>

### 2.5.3 Utvalg av individer til beregning av $\Delta F$ og $N_e$

Slektskapsdata er hentet fra Kuregisteret<sup>4</sup>. Alle individer av rasene dølafe, STN, telemarkfe, vestlandsk fjordfe, vestlandsk raudkolle og østlandsk rødkolle registret i Kuregisteret ble hentet ut og analysert i programmet EVA<sup>5</sup>. EVA ble programmert slik at fullstendigheten i stamtavlene var basert på slektskapsdata fra fem generasjoner, også kalt «pedigree completeness» (PEC). Kun individer som hadde en generasjonskoeffisient på to eller mer og en PEC (5 generasjoner) større eller lik 0,5 ble brukt for å beregne  $N_e$ .

Individene som hadde tilstrekkelig med slektskapsdata ble delt inn i tre grupper, fordelt på fødselsårene 1991-2000, 2001-2010, 2011-2020. Dette for å kunne vise utviklingen over tid.



Figur 4. Vestlandsk raudkolle, vestlandsk fjordfe og STN på vei hjem til mjølkning. Fannremgården 2017. Foto: Nina Sæther.

---

<sup>4</sup> [www.kuregisteret.no](http://www.kuregisteret.no)

<sup>5</sup> <https://www.nordgen.org/en/our-work/nordgen-farm-animals/eva-program/>

### 3 Resultater og diskusjon

Tabell 2 viser beregnet effektiv populasjonsstørrelse ( $N_e$ ) og innavlsøkning ( $\Delta F$ ) i de bevaringsverdige storferasene oppgitt i prosent, gjennomsnittlig PEC-verdi for de utvalgte individene og hvor mange individer beregningene er basert på.

Dølafe hadde en effektiv populasjonsstørrelse lavere enn 50 i tiårsperiodene 1991-2000 og 2001-2010, men for den siste tiårsperiodene har dølafe  $N_e$  høyere enn 50. STN har  $N_e$  over 100 for alle de tre tiårsperiodene mens telemarkfe og østlandsk rødkolle har  $N_e$  lavere enn 50 i alle de tre gjeldende tiårsperiodene. Vestlandsk fjordfe og vestlandsk raudkolle hadde  $N_e$  lavere enn 50 1991-2000, men over 50 i de to tiårsperiodene 2001-2010 og 2011-2020.

**Tabell 2.**  $\Delta F$  (innavlsøkning),  $N_e$  (effektiv populasjonsstørrelse), PEC (stamtavlenes fullstendighet i fem generasjoner) og antall dyr beregningene er basert på, fordelt på tre tidsperioder for de seks bevaringsverdige storferasene.

Rase	Tiårs- periode	$\Delta F$	$N_e$	PEC	Antall dyr
Dølafe	1991 - 2000	1.38 %	36	0.56	65
Dølafe	2001 - 2010	1.07 %	47	0.69	581
Dølafe	2011 - 2020	0.83 %	61	0.82	1 536
Sidet trønderfe og nordlandsfe (STN)	1991 - 2000	0.49 %	102	0.71	154
Sidet trønderfe og nordlandsfe (STN)	2001 - 2010	0.39 %	128	0.67	3 554
Sidet trønderfe og nordlandsfe (STN)	2011 - 2020	0.41 %	123	0.77	10 392
Telemarkfe	1991 - 2000	1.62 %	31	0.81	1 295
Telemarkfe	2001 - 2010	1.50 %	33	0.86	2 091
Telemarkfe	2011 - 2020	1.41 %	36	0.89	2 799
Vestlandsk fjordfe	1991 - 2000	1.09 %	46	0.64	674
Vestlandsk fjordfe	2001 - 2010	0.94 %	53	0.80	3 002
Vestlandsk fjordfe	2011 - 2020	0.83 %	61	0.91	5 398
Vestlandsk raudkolle	1991 - 2000	1.45 %	34	0.61	350
Vestlandsk raudkolle	2001 - 2010	0.98 %	51	0.73	914
Vestlandsk raudkolle	2011 - 2020	0.90 %	55	0.84	1 287
Østlandsk rødkolle	1991 - 2000	1.81 %	28	0.60	44
Østlandsk rødkolle	2001 - 2010	1.24 %	40	0.69	524
Østlandsk rødkolle	2011 - 2020	1.12 %	44	0.87	2 424

### 3.1 Innavløkningen kan ha gitt 100 kg redusert melkeytelse

Resultatene i tabell 2 viser at innavløkningen pr generasjon for hver av rasene i alle tidsperiodene ligger på mellom 0,39 % og 1,81 %, med en tendens til reduksjon over tid. Dette vurderes som akseptabelt, tatt i betraktning at alle rasene fortsatt har svært små avlspopulasjoner. Det gjenspeiles også i at effektiv populasjonsstørrelse stort sett ligger over 50 i den siste tiårsperioden, med unntak av telemarkfe og østlandsk rødkolle med en effektiv populasjonsstørrelse på hhv 36 og 44 i den perioden.

Likevel; hvis en legger innavløkningen per generasjon til grunn og bruker resultatet for reduksjon av melkemengde til Doekes et al. 2019<sup>6</sup>, så kan innavløkningen i perioden 2011 til 2020 ha ført til en reduksjon i melkeytelse på mellom 38 kg (STN) og 108 kg (ØR), se tabell 3. Dette viser hvor viktig det er å legge vekt på lav innavløkning i disse populasjonene framfor å selekere på økt melkemengde og ignorere innavløkningen.

**Tabell 3. Mulig reduksjon av melkemengde som effekt av økt innavl de siste 10 årene for hver av de bevaringsverdige storferasene basert på beregningsmetoden publisert av Doekes et al. 2019.**

Rase	Tiårs-periode	Innavlsøkning pr generasjon ( $\Delta F$ )	Generasjonsintervall (år)	Antall generasjoner de siste 10 årene (10 år/ generasjonsintervall)	Mulig reduksjon av årsavdrått de siste 10 årene som følge av innavløkning (38 kg melk* $\Delta F$ *antall generasjoner)
Dølafe	2011 - 2020	0,830 %	4,37	2,29	72 kg
Sidet trønderfe og nordlandsfe (STN)	2011 - 2020	0,410 %	4,11	2,44	38 kg
Telemarkfe	2011 - 2020	1,410 %	5,01	2	107 kg
Vestlandsk fjordfe	2011 - 2020	0,830 %	4,09	2,44	77 kg
Vestlandsk rødkolle	2011 - 2020	0,900 %	4,71	2,12	73 kg
Østlandsk rødkolle	2011 - 2020	1,120 %	3,96	2,53	108 kg

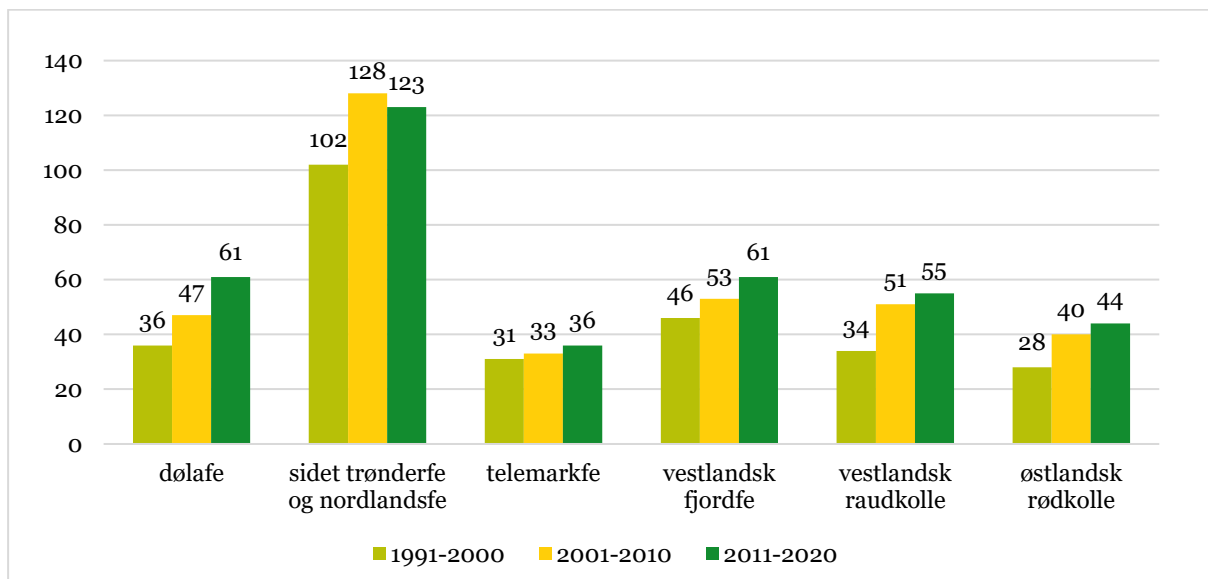
Det er viktig å presisere at dette er en teoretisk beregning, og at det er en rekke kritiske antagelser gjort her, slik som:

1. At innavlseffekten er like stor hos de norske bevaringsverdige storferasene som hos Nederlandsk Holstein-Friesian .
  - a) Det kunne tenkes at den absolutte effekten er mindre når ytelsen er mindre.
  - b) Det er variasjon i innavlsdepresjon mellom populasjoner.
2. At innavlseffekten er like stor i hele perioden
  - a) Det er evidens for at «gammel» innavl har mindre effekt enn «ny» innavl, fordi naturlig seleksjon har redusert frekvensen av noen av de skadelige allelene.

<sup>6</sup> <https://doi.org/10.1186/s12711-019-0497-z>

### 3.2 Økt effektiv populasjonsstørrelse 1991-2021

Figur 5 viser utviklingen av effektiv populasjonsstørrelse hos de seks bevaringsverdige storferasene fordelt på tre tidsperioder, 1991-2000, 2001-2010 og 2011-2020. Utviklingen av  $N_e$  over tid viser en positiv trend for dølafe, telemarkfe, vestlandsk fjordfe, vestlandsk rødkolle, og østlandsk rødkolle. For STN ses en liten tilbakegang av  $N_e$  fra perioden 2001-2010 til 2011-2020, men samtidig ligger nivået for  $N_e$  for rasen langt over de andre bevaringsverdige rasene og også et godt stykke over 100. Da  $N_e$  viser en klart økende trend for alle de fem rasene som hadde lavere  $N_e$  enn 50 i den første tiårsperioden 1991-2000 og bare en liten nedgang den siste tiårsperioden 2011-2020 for STN som ligger over 100 for alle de tre aktuelle tiårsperiodene, er dette resultater som bekrefter at dagens avlsarbeid i de bevaringsverdige storferasene gir en god forvaltning av rasenes genetiske variasjon.



Figur 5. Utvikling av effektiv populasjonsstørrelse hos dølafe, sidet trønderfe og nordlandsfe, telemarkfe, vestlandsk fjordfe, vestlandsk rødkolle og østlandsk rødkolle. Kilde: Kuregisteret, Norsk genressurscenter.

### 3.3 Seminokser fra før 1990

I tillegg til at det fantes seminokser fra 1960- og 1970-tallet fra noen av de bevaringsverdige storferasene tok NRF (nå Geno) i løpet av 1980-tallet inn en del okser til semin av de rasene hvis avslag hadde fusjonert med NRF i løpet av 1960-tallet; dølafe, vestlandsk raudkolle, vestlandsk fjordfe og østlandsk rødkolle, se tabell 3. Telemarkfe og STN fusjonerte ikke med NRF, men besto som egne avslag. Dette ga et mer aktivt avlsarbeid for disse to rasene på 1980-tallet og inntak av okser til semin var en del av dette arbeidet. Dette er grunnen til at det i dag finnes langt flere seminokser fra før 1990 av disse rasene enn av de fire andre bevaringsverdige storferasene; 31 okser av STN og 30 okser av telemarkfe.

Tabell 4. Inntak av okser til semin før 1990 for de bevaringsverdige storferasene. Kilde: Geno

Rase	Antall seminokser fra 1980-tallet	Antall seminokser fra 1960/70-tallet	Totalt antall tilgjengelige seminokser født før 1990
Dølafe	9	0	9
STN	22	9	31
Telemarkfe	16	14	30
Vestlandsk fjordfe	10	3	13
Vestlandsk raudkolle	12	4	16
Østlandsk rødkolle	10	1	11



Figur 6. Til tross for at det fantes svært få avlskyr og enda færre seminokser av østlandsk rødkolle på slutten av 1980-tallet ble rasen berget. I dag er det registrert godt over 300 avlskyr av rasen som plasserer rasen i kategorien truet. Her fra Skuterud sin besetning i 2010. Foto: Anna Holene.

## 3.4 Rasene hadde forskjellige betingelser og historier i 1990

### 3.4.1 En søsterpopulasjon i Sverige

Selv om vi ikke har presise tall på utviklingen av antall avlshundyr for sidet trønderfe og nordlandsfe, er det god grunn til å anta at denne rasen aldri har vært så fåtallig som de andre rasene. Vi antar at det fantes omtrent 300 avlskyr<sup>7</sup> på 1970-tallet og at dette var perioden med færrest STN-kyr. Tall fra Geno viser at det i 1990 var omtrent 900 førstegangsinseminering av STN-kyr. I tillegg har rasen en søsterpopulasjon i Sverige, Fjällko, som det utveksles avlsmateriale i form av frossen sæd med. Disse faktorene gjør at rasen har hatt et helt annet utgangspunkt enn de andre rasene og det kan forklare den klart høyere effektive populasjonsstørrelsen for rasen i de tre undersøkte tiårsperiodene.

### 3.4.2 Overkryssing fra NRF bidro til å berge rasen

Østlandsk rødkolle var den desidert minste rasen i 1990. Da besto populasjonen av bare 11 reinrasa avlskyr og ca 10 seminokser født på 1980-tallet som Geno hadde tatt inn til sædproduksjon. Populasjonen økte og ble reddet både ved reinavl på de elleve kyrne og ved at flere inseminerte NRF-kyr med sæd av østlandsk rødkolle. Overkryssingen fra NRF bidro til at rasen både fikk inn litt nytt blod samtidig som det ressesive genet for horn kom inn i rasen. Det er uansett en bragd at en så liten rase ble berget og samtidig klarte å holde innavlsøkningen såpass kontrollert i populasjonen som resultatene i denne rapporten viser. Overkryssing fra NRF har riktignok gitt rasen en utfordring ved at enkelte reinrasa østlandske rødkoller for noen år siden ble født med horn, et gen de da hadde fått fra både mor og far. For å fjerne dette genet fra populasjonen blir alle seminoksekandidater av østlandsk rødkolle i dag gentestet og bare okser som ikke er bærer av genet for horn går videre til seminproduksjon.

De siste 10 årene har rasen økt i popularitet og populasjonsstørrelsen er tredoblet fra 2010. En så rask populasjonsøkning er bare mulig ved at alle avlsdyr får mange avkom. Det betyr at populasjonsøkningen nødvendigvis skjer ved at mange av de nye individene er i nær slekt, for eksempel halvsøsken. Dette nære slektskapet mellom de unge dyrene i populasjonen gir økt innavlsøkning og redusert effektiv populasjonsstørrelse. Resultatene i figur 5 viser likevel at østlandsk rødkolle har hatt en økning i den effektive populasjonsstørrelsen i hver av de tre ti-årsperiodene, med  $N_e = 28$  i 1991-2000,  $N_e = 40$  i 2001-2010 og  $N_e = 44$  i 2011-2020.

Selv om alle  $N_e$  for østlandsk rødkolle i de tre aktuelle tiårsperiodene ligger under anbefalt nivå for effektiv populasjonsstørrelse så er resultatene egentlig imponerende tatt i betraktning den lille populasjonen og den forholdsvis raske populasjonsøkningen. Det tyder videre på at det har vært utført godt avlsarbeid med tanke på bruk av avlsokser, spesielt i den siste ti-årsperioden. Det kan ikke understrekes nok at produsentene med denne rasen fortsatt må være ekstra bevisst på å unngå nære slektskapsparinger, og sørge for at det brukes tilstrekkelig med okser i avl, både semin- og gardsokser og at gamle okser tas ut av avl.

### 3.4.3 Jevn inntak av seminokser er viktig

Telemarkfe var lenge den mest tallrike rasen av de fem minste nasjonale storferasene våre. Men i en periode på tidlig 2000-tallet ble det tatt inn få okser til semin. I løpet av 15 år (mellom 1998 og 2013) ble det kun tatt inn 13 nye okser til semin. Oksene som ble tatt inn var etter seminokser og det ble i liten grad brukt gardsokser. Dette bidro sterkt til nært slektskap mellom seminoksene og raskere innavlsutvikling i populasjonen enn ønskelig. I 2013 ble det opprettet en avlsgruppe for rasen i et prosjekt drevet av Landslaget for Telemarkfe. Avlsgruppa har jobbet med blant annet med å øke

---

<sup>7</sup> <https://www.nationen.no/landbruk/god-ku-skal-bli-enda-bedre/>



inntaket av okser til semin og for å øke bruken av gardsokser. Arbeidet med å bremse en rask innavlsøkning i en populasjon er langsiktig, men det er å forvente at avslaget fokus på å minimere innavlsutviklingen vil gi positive resultater i form av ytterligere økt  $N_e$  i framtiden.

#### 3.4.4 Sakte populasjonsvekst er gunstig for innavlsøkningen

Felles for dølafe og vestlandsk raudkølle er at dette er svært små populasjoner med langsom økning i antall avlskyr, se figur 2. Begge rasene har klart å holde innavlsøkningen på et akseptabelt nivå slik at  $N_e$  har hatt en positiv utvikling og begge rasene ligger på mer enn 50 i den siste ti-årsperioden. Avlen i disse rasene kan derfor vurderes som bærekraftig med tanke på å bevare rasenes genetiske variasjon. Trenden de siste fem årene har vært en god økning i antall avlskyr. Selv om økningen ikke har vært like rask som for østlandsk rødkølle, så må også produsentene med disse rasene fortsatt legge vekt på å bruke flest mulig okser i avl slik at innavlsøkningen holdes innenfor de anbefalte grensene.

#### 3.4.5 Den nesten minste er blitt den nesten største

Vestlandsk fjordfe har siden 1990, da rasen telte bare 49 avlskyr, hatt en god og stabil vekst i antall avlskyr, se figur 2. De siste 10 årene har rasen mer enn fordoblet seg fra 426 avlskyr i 2010 til 1018 i 2020. Her kunne man ha forventet at det samtidig ville ha skjedd en større økning i innavlsutviklingen enn ønsket på grunn av den raske populasjonsøkningen. Men resultatet viser at produsentene med denne rasen har tatt gode valg i sitt avlsarbeid. De har klart å opprettholde rasens genetiske variasjon ved å holde innavlsøkningen lav ved at antall avkom pr foreldre dyr har vært relativt jevnt fordelt. Populasjonsøkningen har ikke skjedd ved at enkelte avlsdyr har fått mange avkom, dette gjelder spesielt på hanndyrsida. Det har vært tradisjon hos fjordfebøndene å bruke mange gardsokser i avl og Raselaget for vestlandsk fjordfe har vært i særklasse når det gjelder å rekruttere seminokser etter gardsokser istedenfor seminokser, dette har redusert slektskapsøkningen blant seminoksene. Dermed har man klart å opprettholde en tilstrekkelig stor effektiv populasjonsstørrelse samtidig som populasjonen har økt både fort og mye.

## 4 Konklusjon

Ved å bruke metoden til Gutierrez et al 2008 har Norsk genressurssenter estimert innavlsutviklingen og dermed den effektive populasjonsstørrelsen for alle av de bevaringsverdige storferasene. Til tross for at bevaringsarbeidet i 1990 startet med svært få individer har populasjonene etter 30 år vist at de er blitt forvaltet på en fornuftig måte.

Årsaken til det gode resultatet er sammensatt, men viktige faktorer har utvilsomt vært god oppfølging og drift av Kuregisteret, god avlsveiledning basert på data i Kuregisteret, gode avlsråd gitt av raselagene til sine medlemmer, gode avlsvalg tatt av de enkelte produsentene og GENOs tilbud på sæd av både nye og gamle okser av disse rasene.

Hvordan hver enkelt bonde vil avle på dyra sine er bondens selvstendige valg. Da er det viktig at bonden har god kompetanse, får gode råd og har de nødvendige verktøyene tilgjengelig får å gjennomføre de rette valgene. Basert på resultatene i denne rapporten er det grunn til å anta at alle disse forutseningene har vært tilgjengelig for bøndene som har de bevaringsverdige storferasene i fjøset og avler på dem.

Resultatet av rasenes effektive populasjonsstørrelse er på ingen måte en hvilepute for avlsarbeidet, men viser hvor viktig det er at alle er med og tar bevisste valg som resulterer i at den genetiske variasjonen opprettholdes ved at man framfor alt bruker tilstrekkelig mange okser i avl.

For å kunne gi en bedre forståelse av disse resultatene vil det være nødvendig å analysere bruken av okser nærmere. For eksempel vil antall avlsokser og antall avkom hver okse har fått kunne være med på å forstå hvordan rasene har klart å holde innavlsøkningene innenfor det anbefalte nivået. Slektskapet mellom brukte okser er vil også være relevant å se nærmere på.



**Figur 7.** Det gode avlsarbeidet som er gjort med de bevaringsverdige storferasene må ikke bli en sovepute. Det er viktig å fortsette det gode arbeidet og ikke ta en slik herlig hvil som denne telemarkfekviga på Gubhage seter i Finndalen gjorde sommeren 2017. Foto: Nina Sæther





**NIBIO**  
NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

**NORSK  
GENRESSURSSENTER**  
genressurser.no

Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble opprettet 1. juli 2015 som en fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser fra jord og hav, fremfor en fossil økonomi som er basert på kull, olje og gass. NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter og et avdelingskontor i Oslo.

**Norsk genressurssenter** er etablert av Landbruks- og matdepartementet som en enhet ved NIBIO.

Norsk genressurssenter skal bidra til å overvåke status og sikre bærekraftig bruk og bevaring av de nasjonale genetiske ressursene i husdyr, nytteplanter og skogtrær. Senteret har et spesielt ansvar for å følge opp landbrukets truede genetiske ressurser eller genetiske ressurser som har liten økonomisk verdi i dag. Disse kan ha egenskaper av verdi for morgendagens landbruksproduksjon.

Norsk genressurssenter er et rådgivende organ for Landbruks- og matdepartementet og følger opp nasjonalt genressursarbeid i nordiske og internasjonale fora.