

409

OPPDRAKSMELDING

Estimering av antall
fødte havertunger ut i fra
en eller flere tellinger

Svein-Håkon Lorentsen
Øyvind Bakke



NINA · NIKU

NINA Norsk institutt for naturforskning

Estimering av antall fødte havertunger ut i fra en eller flere tellinger

Svein-Håkon Lorentsen
Øyvind Bakke

NINA•NIKUs publikasjoner

NINA•NIKU utgir følgende faste publikasjoner:

NINA Fagrapport

NIKU Fagrapport

Her publiseres resultater av NINAs og NIKUs eget forskningsarbeid, problemoversikter, kartlegging av kunnskapsnivået innen et emne, og litteraturstudier. Rapporter utgis også som et alternativ eller et supplement til internasjonal publisering, der tidsaspekt, materialets art, målgruppe m.m. gjør dette nødvendig.

Opplag: Normalt 300-500

NINA Oppdragsmelding

NIKU Oppdragsmelding

Dette er det minimum av rapportering som NINA og NIKU gir til oppdragsgiver etter fullført forsknings- eller utredningsprosjekt. I tillegg til de emner som dekkes av fagrapportene, vil oppdragsmeldingene også omfatte befæringsrapporter, seminar- og konferanseforedrag, årsrapporter fra overvåkningsprogrammer, o.a.

Opplaget er begrenset. (Normalt 50-100)

Temahefter

Disse behandler spesielle tema og utarbeides etter behov bl.a. for å informere om viktige problemstillinger i samfunnet. Målgruppen er "almenheten" eller særskilte grupper, f.eks. landbruket, fylkesmennenes miljøvern-avdelinger, turist- og friluftlivskretser o.l. De gis derfor en mer populærfaglig form og med mer bruk av illustrasjoner enn ovennevnte publikasjoner.

Opplag: Varierer

Fakta-ark

Hensikten med disse er å gjøre de viktigste resultatene av NINA og NIKUs faglige virksomhet, og som er publisert andre steder, tilgjengelig for et større publikum (presse, ideelle organisasjoner, naturforvaltningen på ulike nivåer, politikere og interesserte enkeltpersoner).

Opplag: 1200-1800

I tillegg publiserer NINA og NIKU-ansatte sine forskningsresultater i internasjonale vitenskapelige journaler, gjennom populærfaglige tidsskrifter og aviser.

Lorentsen, S.-H. & Bakke, Ø. 1996. Estimering av antall fødte havertunger ut i fra en eller flere tellinger. - NINA Oppdragsmelding 409:1-12.

Trondheim, mai 1996

ISSN 0802-4103

ISBN 82-426-0688-9

Forvaltningsområde:

Naturovervåking

Environmental monitoring

Rettighetshaver ©:

Stiftelsen for naturforskning og kulturminneforskning

NINA•NIKU

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

Redaksjon:

Kjetil Bevanger

NINA•NIKU, Trondheim

Design og layout:

Synnøve Varvik

Sats: NINA•NIKU

Kopiering: Norservice

Opplag: 100

Kontaktadresse:

NINA•NIKU

Tungasletta 2

7005 Trondheim

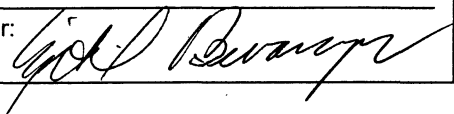
Tel: 73 58 05 00

Fax: 73 91 54 33

Tilgjengelighet: Åpen

Prosjekt nr.: 2630 Estimering av ungeproduksjon havert

Ansvarlig signatur:



Oppdragsgiver:

Oppdragsgiver: Norges forskningsråd (NFR).

Referat

Lorentsen, S.-H. & Bakke, Ø. 1996. Estimering av antall fødte havertunger ut i fra en eller flere tellinger. - NINA Oppdragsmelding 409:1-12.

Hos havert (*Halichoerus grypus*) strekker yngle- (kaste) perioden seg over 2-3 måneder, mens hver enkelt unge bare ligger på land i en periode på ca. 3 uker. En fullstendig overvåking av antallet fødte unger vil derfor være både tidkrevende og kostbar. Gjennom dette prosjektet ble det utviklet en matematisk metode for å estimere total ungeproduksjon fra et fåtall tellinger der ungene ble aldersklassifisert. Data fra hele kasteperioden i 1991, 1992 og 1993 ble brukt som bakgrunnsdata for modellen. Resultatene viser at med tre enkelt-tellinger foretatt hhv. 7-10 dager før toppen av kasteperioden, rundt toppen, og 10-15 dager etter toppen vil estimatet for total ungeproduksjon ligge rundt $\pm 10\%$ av det reelle antallet fødte unger.

Emneord: Sjøpattedyr - overvåking - maximum likelihood

Svein-Håkon Lorentsen og Øyvind Bakke¹, Norsk institutt for naturforskning (NINA), Tungasletta 2, 7005 Trondheim.

¹. Nåværende adresse: Institutt for matematikk og statistikk. Norges teknisk- naturvitenskapelige universitet NTNU, 7055 Dragvoll

Abstract

Lorentsen, S.-H. & Bakke, Ø. 1996. Estimation of grey seal pups from one or more censuses. - NINA Oppdragsmelding 409: 1-12.

The breeding period in the grey seal (*Halichoerus grypus*) extends over 2-3 months while single pups stay ashore for a period of approximately 3 weeks. A complete monitoring of the total number of pups born is therefore both time-consuming and economically costly. Through this project we developed a mathematical method for estimation of the total pup production based on a few age-structured counts. Data from the complete breeding seasons of 1991, 1992 and 1993 were used as background data. The results show that three counts performed 7-10 days before peak pupping, at peak pupping and 10-15 days after peak pupping, respectively, will give an estimate $\pm 10\%$ of the real total of the number of pups born.

Key words: Sea mammals - monitoring - maximum likelihood

Svein-Håkon Lorentsen og Øyvind Bakke¹, Norwegian Institute for Nature Research (NINA), Tungasletta 2, N-7005 Trondheim.

¹.Present address: Department of Mathematics and Statistics, Norwegian University of Science and Technology, NTNU, N-7055 Dragvoll

Forord

Denne rapporten summerer resultatene fra et prosjekt finansiert av sjøpattedyrprogrammet, Norges forskningsråd. Prosjektet er tidligere rapportert direkte til forskningsrådet, men for at resultatene skal kunne få en større spredning, ikke minst i forvaltningen, er det ytre ønske om en oppdragsmelding.

Prosjektet ble ledet av Svein-Håkon Lorentsen og Bernt-Erik Sæther. Øyvind Bakke utførte det matematiske modelleringsarbeidet. En rekke personer har deltatt på feltarbeidet: Gaute Dahl, Håvard Hoel, Jan M. Meland, Marianne Olsen, Tore Opdahl, Tommy Rodahl, Per Terje Smiseth, Ola Vie og Ingar Jostein Øyen. I tillegg var det under hele feltarbeidsperioden et nært samarbeide med SINTEF/UNIMED og Universitetet i Trondheim ved Morten Ekker, Bjørn Munro Jenssen og Dag Vongraven. Fylkesmannen i Sør-Trøndelag takkes for tillatelse til å jobbe i Froan naturreservat.

Trondheim mai 1996

Svein-Håkon Lorentsen Øyvind Bakke

Innhold

Referat.....	3
Abstract.....	3
Forord.....	4
1 Innledning.....	5
2 Materiale og metoder.....	6
3 Resultater og konklusjoner.....	7
4 Litteratur.....	12

1 Innledning

En fornuftig forvaltning av vår fauna krever rasjonelle metoder for bestandsovervåking. Det er viktig at metodene som brukes gir et sannsynlig mål for bestandens størrelse, eller av den delen av bestanden som overvåkes. Samtidig bør metodene være enkle å gjennomføre, kostnads-effektive, og ikke for tidkrevende.

I forvaltningsplanen for kystsel (NOU 1990:12) foreslås at det settes igang overvåking av våre kystseler (havert *Halichoerus grypus* og steinkobbe *Phoca vitulina*). Selene tilbringer mesteparten av tiden til sjøs, hvor de ikke kan telles eller overvåkes på en tilfredsstillende måte. Alle selartene kommer imidlertid til land for å føde unger, og antallet fødte unger er derfor den eneste andelen av bestanden som kan telles nøyaktig. Kystselerne bruker de samme føde (kaste-) plassene hvert år, og antallet unger som fødes kan derfor lett telles, og sammenlignes med tall fra tidligere år (se f.eks. Coulson & Hickling 1964, Summers et al. 1975). I Norge er også slike tellinger brukt for å oppnå data på kystselbestandenes størrelse. Resultatene fra slike tellinger av havert er brukt direkte (f.eks. Wiig et al. 1990), eller konvertert til bestandsstørrelse for voksne dyr vha. omregningsfaktorer fra kanadiske havertbestander (Øritsland & Bjørge 1982, Wiig 1986). Vurderingen av slike tellinger kan imidlertid være forbundet med store vanskeligheter. For eksempel vil det være vanskelig å få et mål på totalproduksjonen av havertunger uten at en dekker hele kasteperioden (dvs., for Froans vedkommende, fra medio september til medio november). Videre vil en omregning av ungeproduksjon til et estimat for bestanden av voksne dyr kreve at en har grundig kjennskap til demografiske faktorer som kontrollerer bestandens størrelse og fordeling (se for eksempel Harwood & Prime 1978).

Hos haverten strekker kasteperioden seg over en mye lengre periode enn den som hver enkelt unge ligger på land (ca. 3 uker), og enkelt-tellinger vil derfor ikke inkludere alle ungene som fødes. Et overvåkingsopplegg som dekker hele kasteperioden vil av den grunn bli svært tidkrevende, og dyrt. Flere metoder er derfor foreslått for å beregne ungeproduksjon ut i fra et begrenset datasett. Etter flere sesonger med gjentatte ungetellinger gjennom hele kasteperioden kunne Summers et al. (1975) og Summers (1978) beregne en empirisk omregningsfaktor som relaterte maksimumsantallet unger tilstede til den totale ungeproduksjonen. Denne omregningsfaktoren vil imidlertid avhenge av spredningen av fødsler gjennom kasteperioden, og den tiden som hver enkelt unge ligger på land. Empiriske omregningsfaktorer vil derfor kunne variere fra år til år (Ward et al. 1987) og kan, naturlig nok, bare brukes for kolonier der en har gjennomført tellinger gjennom hele kasteperioden i flere år. En annen metode går ut på at en klassifiserer ungene i distinkte aldersgrupper basert på morfologiske trekk som forandres med alderen. Ved hjelp av dette kan en beregne fordelingen av og tidspunktet for fødsler gjennom kasteperioden og til slutt total ungeproduksjon (Radford et al. 1978). Radford et al. (1978) viste at en kunne få et estimat

for total ungeproduksjon som avvek bare 6 % fra det riktige tallet bare ved hjelp av en telling der ungene ble aldersklassifisert. En forutsetning for bruk av denne metoden var imidlertid at tellingen ble foretatt innen 10-25 dager etter toppen av kasteperioden. Denne metoden ble derfor antatt å være robust mot årlige variasjoner i tidspunktet for kasteperioden, men den er ikke godt nok forklart for en fullgod evaluering.

Gjennom dette prosjektet ville vi videreutvikle Radford et al.'s (1978) metode, og tilpasse den norske forhold. Den opprinnelige målsettingen med prosjektet var å utvikle en matematisk metode for å estimere total ungeproduksjon fra en telling der ungene ble aldersklassifisert. Godt ute i modelleringsprosessen viste det seg at kasteperioden i Froan ser ut til å være for lang til at pålitelige estimater kan oppnås fra en telling (se Lorentsen & Bakke 1995), samtidig som havertungene i Froan tilbrakte en større andel av tiden i sjøen enn unger fra britiske kolonier (Smiseth & Lorentsen 1995), der Radford et al.'s (1978) metode ble utviklet. Vi utviklet derfor en modell som kunne ta i betraktning flere tellinger. Resultatet er en matematisk modell som kan ta i betraktning inntil 20 enkelttellinger (den kan lett utvides til å inkludere flere tellinger) der ungene aldersklassifiseres. Modellen tar i betraktning variasjonen i aldersgruppedeling (i motsetning til Radford et al.'s (1978) metode som antar en deterministisk aldersgruppedeling), og vi utnytter dagens regnekapasitet, som gjør at vi kan bruke kraftige matematiske estimeringsmetoder ("maximum likelihood estimering"). Programmet er laget i Turbo Pascal, og i tillegg til total ungeproduksjon beregnes toppen av kasteperioden, spredningen av fødslene og en parameter som betegner oppdagbarhet og dødelighet. Som grunnlagsdata ble det brukt data fra fire komplette kasteperioder (1990-93) i Froan, Sør-Trøndelag.

2 Materiale og metoder

Etter fødselen går havertungene gjennom fem aldersgrupper som er definert ut i fra ytre morfologi (Kovacs & Lavigne 1986) (tabell 1). Ungene ligger på land mens de gjennomgår de fire første aldersgruppene, men ca. 3-4 uker gamle, etter at de er ferdige med å felle den hvite fødselspelsen, går de på sjøen. Siden en stor del av ungene i aldersgruppe 5 tilbringer mye tid i sjøen, baseres estimeringen av totalproduksjon på tellinger av unger i de fire første aldersgruppene.

En forutsetning for at modellen skal kunne estimere totalproduksjonen er at en kjenner varigheten av de fire første aldersgruppene. Det ble derfor utviklet en modell for å beregne disse. Den baseres på gjentatte tellinger av merkede unger, og er derfor svært innsatskrevende både i felt og mht. nødvendig datakraft for å kunne kjøre den. Det vil, imidlertid, være rimelig å anta at varigheten av aldersgruppene varierer lite fra år til år, og at det derfor kun er nødvendig å gjøre dette arbeidet en gang.

Feltarbeidet ble gjennomført i Froan naturreservat (64°N, 9°E), Frøya kommune, Sør-Trøndelag gjennom fire kasteperioder (1990-93). Froan er det viktigste kasteområdet for havert i Norge, og hvert år kommer ca. 300 hunner hit for å føde sin ene unge (Wiig et al. 1990). Hele kasteområdet ble sjekket ca. hver 5 dag. Alle ungene som ble funnet for første gang ble merket med et Rototag merke i baksveiven, og aldersbestemt ifølge Kovacs & Lavigne (1986). Ved alle senere kontroller ble ungene aldersklassifisert. Unger yngre enn tre dager kunne ofte aldersklassifiseres nøyaktig ut i fra funn av blodspor etter fødsel, adferd og utseendet på navlestrengen.

Modellen er beskrevet i detalj i Lorentsen & Bakke (1995) og Bakke & Lorentsen (manuskript). I modellen antas at fødselstidspunktene er normalfordelte med forventningsverdi μ og standardavvik σ . Forventningsverdien μ vil betegne "toppen av kasteperioden" og standardavviket σ vil betegne "spredningen av kasteperioden". Videre antas at sannsynligheten for at en unge observeres t dager etter fødselen er q^t , der q er en parameter som kan være mindre enn 1 fordi ungen er død eller på sjøen.

Tabell 1. Karakteristika ved aldersgruppedeling hos havert (etter Kovacs & Lavigne 1986) og aldersgruppenes varighet som estimert i modellen.

Aldersgruppe	Varighet dager (\pm SD)	Kjennetegn
I	4.4 (0.8)	Gullig pels. Mangler koordinasjon. Nakke, hofte og ribben tydelige. Navlestreng tilstede.
II	2.4 (1.4)	Hvit pels. Bedre koordinasjon. Området fra skulder til hofte utfyllt. Ribben dekket av fettlag. Mangler navlestreng.
III	4.5 (4.0)	Hvit til lys grå pels. Fettlag fra nakke og bakover. Tønneformet kropp. Fødselspels tilstede untatt i ansiktsregionen ved slutten av stadiet.
IV	6.5 (2.5)	Fødselspelsen mistes og den juvenile pelsen kommer fram.
V		Mistet all fødselspels (~ 5% igjen)

3 Resultater og konklusjoner

Den estimerte varigheten av aldersgruppene I til IV er noe lavere (tabell 1) enn hva som tidligere er rapportert fra Froan (for eksempel Røv et al. 1990). Dette gjelder spesielt for aldersgruppe III. Hva dette skyldes er usikkert, men det kan være at tidligere studier ikke har tatt hensyn til variasjonen i varighet av de forskjellige aldersgruppene. Dette vil kunne føre til at unger som går fort gjennom en aldersgruppe lettere overses, og derved ikke tas hensyn til når en skal estimere aldersgruppens varigheten (og variasjon).

Fra datasettene fra 1991 til 1993 ble resultatene fra 8-11 komplette tellinger av hele kasteområdet til forskjellige deler av kasteperioden (tabell 2) plukket ut. Det totale antallet merkede unger i disse årene var: 1991- 285 unger, 1992- 267 unger, 1993- 226 unger. Det må likevel her presiseres at dette, bortsett fra i 1991, ikke gir noe fullgodt bilde av totalproduksjonen i Froan i disse årene. I 1991 var det to forskergrupper (fra NINA og SINTEF/UNIMED) som jobbet med havert i Froan. Aktiviteten dette året var derfor betydelig større enn i de to påfølgende årene, da NINA-gruppen, bortsett fra i enkelte korte perioder, jobbet alene i Froan. I tillegg var kasteperiodene i 1992 og 1993 noe spesielle. Begge årene var det svært godt vær tidlig i kasteperioden, noe som sannsynligvis førte til at flere unger enn tidligere år ble kastet i de aller ytterste områdene. I begge årene inntraff det imidlertid en periode fra midten av oktober med svært mye dårlig vær (spesielt i 1993). Dette førte sannsynligvis til at en ukjent del av ungene som ble kastet i de ytre områdene ble skylt på sjøen og ført ut av de områdene som ble sjekket regulært. Samtidig gjorde det dårlige været det svært vanskelig å utføre merketoktene. Begge disse årene, men spesielt i 1993, ble derfor en større andel av ungene enn i tidligere år funnet for første gang i eldre aldersklasser, noe som indikerer at de ble født i områder som var utilgjengelige for oss pga. dårlig vær, og at de senere hadde drevet til mere beskyttede områder.

Modellestimeringer av total ungeproduksjon i årene 1991 til 1993 er vist i tabellene 3-5.

For alle årene ligger den estimerte totalproduksjonen nært opptil hva som kan forventes gitt sannsynlighetene for å overse unger som fødes. Både i 1991 og i 1992 ligger estimatene basert på henholdsvis 11 og 8 tellinger svært nær hverandre. For 1993 ligger estimatet basert på 4 tellinger fordelt rundt og like etter toppen av kasteperioden (simulering 3) 14 % høyere enn estimatet for alle 8 tellingene. Hvis en ser nærmere på effekten av å redusere antallet tellinger ser en at for 4 tellinger gjennomført rundt midten av kasteperioden (simulering 4 i 1991 og 1992 og simulering 3 i 1993) ligger estimatet i gjennomsnitt 4 % lavere enn når alle tellingene benyttes i simuleringene. De tilsvarende tallene for 3 tellinger (simulering 7 i 1991 og 1993 og simulering 8 i 1992) og 2 tellinger (simulering 11 i 1991, 14 i 1992 og 12 i 1993) er 1 % høyere og 11 % lavere enn totalestimatet.

Tabell 2. Fordeling av havertunger registrert i aldersgruppene 1 til 4 under 8-11 årlige tellinger i 1991-1993 i Froan, Sør-Trøndelag.

År	Telling nr	Dato	Antall i aldersgruppe				Sum
			1	2	3	4	
1991	1	8-12.9	2	0	0	0	2
	2	13-17.9	3	1	0	0	4
	3	17-18.9	7	2	0	0	9
	4	19-21.9	26	6	0	0	32
	5	23-27.9	46	18	15	1	80
	6	26-27.9	44	18	16	1	79
	7	1-5.10	46	25	24	13	108
	8	10-11.10	30	27	33	28	118
	9	12-15.10	20	19	35	37	111
	10	20-25.10	9	13	29	20	71
	11	24-27.10	10	7	29	28	74
1992	1	8-10.9	0	0	0	0	0
	2	15-17.9	11	1	0	0	12
	3	19-23.9	37	24	3	0	64
	4	25-29.9	17	20	13	4	54
	5	29.9-3.10	43	37	35	14	129
	6	3-5.10	44	41	28	21	134
	7	3-7.10	43	41	26	18	128
	8	12-14.10	13	27	23	18	81
	9	16-20.10	15	18	31	26	90
	10	21-23.10	1	9	7	7	24
	11	26-27.10	2	4	15	15	36
1993	1	19-21.9	8	14	0	0	22
	2	22-25.9	16	10	5	0	31
	3	26-30.9	39	15	15	4	73
	4	1-6.10	48	19	18	5	90
	5	8-12.10	21	31	19	21	92
	6	20-22.10	9	14	18	18	59
	7	25-29.10	4	4	9	22	39
	8	3-5.11	3	2	4	8	17

Hvis en kjører modellen med bare en telling blir resultatene mye lavere enn totalestimatet, noe som skyldes at kasteperioden i Froan er for lang i forhold til den perioden hver enkelt unge ligger på land, og at ungene i Froan er mye mere mobile enn unger på f.eks. tilsvarende lokaliteter i Storbritannia (Smiseth & Lorentsen 1995) og derfor tilbringer mere tid i sjøen.

Toppen av kasteperioden ligger i månedsskiftet september/oktober for alle årene i perioden (ca. 2.10 i 1991, ca. 28.09 i 1992 og ca. 3.10 i 1993). Dette er noe tidligere enn hva som tidligere ble antatt for Froan (ca. 9 oktober).

Tabell 3. Resultatene fra modellberegninger av kasteperiodens forløp (toppen av kasteperioden \pm SD i dager), daglig mortalitet og oppdagbarhet (q) og produksjonen av havertunger (N) for simuleringer med varierende antall og utvalg av de aktuelle tellingene i 1991. Avvik er gitt som avvik fra den modellsimuleringen som inkluderer alle tellingene.

Simulering nr.	Antall tellinger	Tellingene inkludert	Parameter estimater				Avvik %
			Kasteperiodens topp	SD	q	N	
1	11	Alle	02.10	10.2	0.95	356	
2	8	1, 3, 4, 6, 7, 9, 10, 11	03.10	10.4	0.95	357	0.3
3	4	1, 3, 4, 6	23.09	4.8	0.94	155	-56.5
4	4	4, 5, 7, 8	28.09	7.9	0.92	339	-4.8
5	4	7, 9, 10, 11	02.10	12.4	0.97	319	-10.4
6	3	4, 5, 7	25.09	6.2	0.90	284	-20.2
7	3	5, 7, 8,	28.09	8.5	0.92	344	-3.4
8	3	7, 8, 9	30.09	7.1	0.96	233	-34.6
9	3	8, 10, 11	02.10	13.1	0.97	312	-12.4
10	2	4, 6	21.09	3.6	0.94	127	-64.3
11	2	4, 7	25.09	5.4	0.87	328	-7.9
12	2	4, 8	28.09	6.0	0.87	559	57.0
13	2	4, 9	28.09	6.2	0.89	599	68.3
14	2	4, 10	02.10	7.2	0.84	1381	287.9
15	2	7, 9	30.09	7.2	0.97	230	-35.4
16	2	7, 10	02.10	10.0	0.94	361	1.4
17	2	8, 10	02.10	10.6	0.96	300	-15.7
18	1	4	16.09	0.2	0.58	302	-15.2
19	1	5	20.09	2.3	1.00	83	-76.7
20	1	6	21.09	2.3	1.00	81	-77.2
21	1	7	28.09	4.1	1.00	126	-64.6
22	1	8	02.10	4.4	1.00	129	-63.8
23	1	9	03.10	5.2	1.00	128	-64.0
24	1	10	13.10	3.2	1.00	73	-79.5
25	1	11	16.10	4.9	1.00	86	-75.8

Tabell 4. Resultatene fra modellberegninger av kasteperiodens forløp (toppen av kasteperioden \pm SD i dager), daglig mortalitet og oppdagbarhet (q) og produksjonen av havertunger (N) for simuleringer med varierende antall og utvalg av de aktuelle tellingene i 1992. Avvik er gitt som avvik fra den modellsimuleringen som inkluderer alle tellingene.

Simulering nr	Antall tellinger	Tellingene inkludert	Parameter estimater				Avvik %
			Kasteperiodens topp	SD	q	N	
1	11	Alle	28.09	9.3	0.93	361	
2	8	2, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 11	29.09	9.8	0.93	359	-0.6
3	4	2, 3, 4, 5	25.09	6.9	0.95	226	-37.4
4	4	4, 5, 6, 8	28.09	8.1	0.94	286	-20.8
5	4	7, 8, 9, 11	30.09	10.4	0.93	358	-0.8
6	3	3, 4, 6	30.09	10.5	0.94	365	1.1
7	3	5, 6, 8	26.09	9.0	0.92	404	11.9
8	3	3, 5, 7	25.09	7.4	0.92	354	-1.9
9	3	5, 7, 9	29.09	10.9	0.94	425	17.7
10	2	3, 5	23.09	5.2	0.94	240	-33.5
11	2	3, 6	25.09	6.8	0.91	384	6.4
12	2	3, 8	27.09	8.1	0.89	508	40.7
13	2	3, 9	29.09	8.8	0.90	643	78.1
14	2	5, 7	26.09	7.1	0.93	320	-11.4
15	2	5, 9	28.09	11.1	0.94	428	18.6
16	2	6, 8	27.09	8.0	0.91	397	10.0
17	2	6, 9	30.09	9.9	0.94	386	6.9
18	1	4	20.09	2.2	0.77	309	-14.4
19	1	5	24.09	2.9	1.00	132	-63.4
20	1	6	28.09	3.4	1.00	141	-60.9
21	1	8	05.10	2.7	1.00	81	-77.6
22	1	9	09.10	3.9	1.00	95	-73.7

Tabell 5. Resultatene fra modellberegninger av kasteperiodens forløp (toppen av kasteperioden \pm SD i dager), daglig mortalitet og oppdagbarhet (q) og produksjonen av havertunger (N) for simuleringer med varierende antall og utvalg av de aktuelle tellingene i 1993. Avvik er gitt som avvik fra den modellsimuleringen som inkluderer alle tellingene.

Simulering nr.	Antall tellinger	Tellingene inkludert	Parameter estimater				Avvik %
			Kasteperiodens topp	SD	q	N	
1	8	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	03.10	10.6	0.93	306	
2	4	1, 2, 3, 4	02.10	9.9	0.92	344	12.4
3	4	2, 4, 6, 8	04.10	10.5	0.91	348	13.7
4	4	5, 6, 7, 8	01.10	12.1	0.95	260	-15.0
5	3	1, 3, 5	29.09	8.2	0.93	252	-17.6
6	3	1, 4, 7	03.10	9.9	0.93	328	7.2
7	3	2, 4, 6	03.10	9.0	0.91	330	7.8
8	3	4, 6, 8	03.10	11.0	0.91	374	22.2
9	2	2, 4	04.10	9.4	0.91	346	13.1
10	2	2, 6	03.10	9.8	0.93	276	-9.8
11	2	2, 8	05.10	11.8	0.91	322	5.2
12	2	3, 5	29.09	7.7	0.93	262	-14.4
13	2	3, 6	01.10	9.9	0.92	366	19.6
14	2	3, 7	02.10	9.4	0.94	337	10.1
15	2	4, 6	04.10	8.3	0.91	332	8.5
16	2	4, 8	05.10	10.7	0.90	457	49.3
17	1	2	18.09	1.7	0.64	364	19.0
18	1	3	24.09	3.4	1.00	84	-72.5
19	1	4	30.09	3.4	1.00	105	-65.7
20	1	5	03.10	3.3	1.00	95	-69.0
21	1	6	12.10	3.6	1.00	61	-80.0
22	1	7	08.10	9.2	1.00	86	-71.9
23	1	8	23.10	6.7	1.00	22	-92.8

Modellen gir best resultat hvis tellingene foretas rundt og/eller like etter toppen av kasteperioden. Ved telling før toppen øker sjansene for å underestimere totalproduksjonen, og ved telling etter toppen øker sjansene for å overestimere totalproduksjonen. Imidlertid vil den estimerte produksjonen av unger vil kunne gå begge veier, avhengig av fordelingen av unger i de aktuelle aldersgruppene som blir matet inn i modellen. De simuleringene som gir minst avvik fra den estimerte totalproduksjonen inneholder telling som er foretatt ca. 7-10 dager før toppen, rundt toppen, og 10-15 (20) dager etter toppen (**tabell 6**).

Som ventet ble det funnet en større andel av forventet fødte unger i 1991 enn i 1992 og 1993 (**tabell 7**), noe som både kan tilskrives den generelle merkeaktiviteten og værforholdene i 1992 og 1993 (se over).

Gjennom dette prosjektet er det utviklet en modell for å beregne totalproduksjonen av havertunger ved hjelp av to eller flere telling der ungene aldersklassifiseres. Modellen gir et rimelig godt estimat av totalproduksjonen så lenge tellingene gjøres rundt toppen av kasteperioden. Ved å se

på telletidspunktene for de simuleringene som ligger nærmest totalproduksjonen ($\pm 10\%$) ser en at de beste resultatene oppnås hvis tellingene foretas ca. 7-10 dager før toppen av kasteperioden, rundt toppen, og 10-15 (20) dager etter toppen (**tabell 5**). Det anbefales videre at det foretas minimum tre telling hver år for å få et noenlunde sikkert estimat for totalproduksjon, og for toppen av kasteperioden. For Froan lå toppen av kasteperioden i perioden 1991-1993 rundt månedsskiftet september/oktober. Det anbefales derfor, gitt at tidspunkt for kasteperioden ikke forandres, at det for dette området foretas telling ca. 20-25 september, 1-5 oktober og 10-20 oktober. Det er viktig at hele kasteområdet sjekkes under disse tellingene. Ved eventuelle indikasjon på at toppen av kasteperioden er forandret bør det vurderes å inkludere en ekstra telling.

I modellen beregnes varigheten av hver aldersgruppe matematisk. Nøyaktigere informasjon om aldersgruppedelingen bør innhentes før modellen tas i bruk innen forvaltningen av havert. Også mortalitets- og oppdagbarhetsparametrene beregnes matematisk. Bedre data på dette bør også innhentes.

Modellen kan nå brukes for å estimere totalproduksjonen av havert, men vi anbefaler at det innhentes bedre data på aldersgruppevarighet og daglig mortalitet og oppdagbarhet før den brukes aktivt i forvaltningen av havert. Programmet kan fås ved henvendelse til Svein-Håkon Lorentsen, NINA,

men da resultatene krever en faglig vurdering (jfr. Tabellresultatene) vil vi ikke anbefale at personer uten en grundig kjennskap til modellen kjører programmet.

Tabell 6. Tidspunkt for tellinger i forhold til toppen i kasteperioden for simuleringer der resultatene ligger innenfor $\pm 10\%$ av totalestimatet basert på det maksimale antall tellinger som er gjennomført hvert år i perioden 1991-1993. Resultatene for de forskjellige tellingene som er inkludert er gitt i tabell 2.

År	Antall tellinger	Simulering nr.	Avvik %	Tellinger inkludert	Tidspunkt for tellinger (dager) i forhold til toppen i kasteperioden
1991	4	4	-4.8	4, 5, 7, 8	-12, -7, 1, 8
	3	7	-3.4	5, 7, 8	-7, 1, 8
	2	11	-7.9	4, 7	-12, 1
	2	16	1.4	7, 10	1, 20
1992	4	5	-0.8	7, 8, 9, 11	7, 14, 19, 28
	3	6	1.1	3, 4, 6	-8, -2, 5
	3	8	-1.9	3, 5, 7	-8, 1, 6
	2	11	6.4	3, 6	-8, 5
	2	17	6.9	6, 9	5, 19
1993	3	6	7.2	1, 4, 7	-13, 1, 24
	3	7	7.8	2, 4, 6	-9, 1, 18
	2	10	-9.8	2, 6	-9, 18
	2	11	5.2	2, 8	-9, 32
	2	15	8.5	4, 6	1, 18

Tabell 7. Antall merkede unger og estimert antall fødte unger i Froan 1991-1993. Estimert fødte unger som ikke er merket er også oppgitt.

År	Antall merket	Estimert antall født	Født, men ikke merket	Født, men ikke merket (%)
1991	285	356	71	19.9
1992	267	361	94	26.0
1993	226	306	80	26.0

4 Litteratur

- Bakke, Ø. & Lorentsen, S.-H. Manuskript. Estimation of offspring production from a limited number of stage structured censuses.
- Coulson, J.C. & Hickling, G. 1964. The breeding biology of the grey seal, *Halichoerus grypus* (Fab.), on the Farne Islands, Northumberland. - J. Anim. Ecol. 33: 485-512.
- Harwood, J. & Prime, J.H. 1978. Some factors affecting the size of British grey seal populations. - J. Appl. Ecol. 15: 401-411.
- Kovacs, K.M. & Lavigne, D.M. 1986. Growth of grey seal *Halichoerus grypus* neonates: differential maternal investment. - Can. J. Zool. 64: 1937-1943.
- Lorentsen, S.-H. & Bakke, Ø. 1995. Estimation of grey seal *Halichoerus grypus* pup production from one or more censuses. - S, 47-51 i: Blix, A.S., Walløe, L. & Ulltang, Ø., red. Whales, seals, fish and man. Elsevier Science B.V.
- NOU. 1990. Landsplan for forvaltning av kystsel. - NOU 1990:12.
- Radford, P.J., Summers, C.F. & Young, K.M. 1978. A statistical procedure for estimating grey seal pup production from a single census. - Mamm. Rev. 8: 35-42.
- Røv, N., Lorentsen, S.-H. & Ekker, M. 1990. Havertundersøkelser i Froan, Sør-Trøndelag, høsten 1989. - NINA oppdragsmelding 38: 1-9
- Smiseth, P.T. & Lorentsen, S.-H. 1995. Behaviour of female and pup grey seals *Halichoerus grypus* during the breeding period at Froan, Norway. - J. Zool, Lond. 236: 11-16.
- Summers, C.F., Burton, R.W. & Andersson, S.S. 1975. Grey seal (*Halichoerus grypus*) pup production at North Rona: A study of birth and survival statistics collected in 1972. - J. Zool., Lond. 175: 439-451.
- Summers, C.F. 1978. Trends in the size of British grey seal populations. - J. Appl. Ecol. 15: 395-400.
- Ward, A.J., Thompson, D. & Hiby, A.R. 1987. Census techniques for grey seal populations. - Symp. zool. Soc. Lond. 58: 181-191.
- Wiig, Ø. 1986. The status of the grey seal *Halichoerus grypus* in Norway. - Biol. Conserv. 38: 339-349.
- Wiig, Ø., Ekker, M., Ekker, T. & Røv, N. 1990. Trend in the pup production of grey seals *Halichoerus grypus* at Froan, Norway, from 1974 to 1987. - Holarct. Ecol. 13: 173-175.
- Øritsland, T. & Bjørge, A. 1982. Havert på norskekysten fra Frøya til Lofoten. - Rapp. Fiskeridir. Havforskn. Inst., Bergen.

ISSN 0802-4103
ISBN 82-426-0688-9

409

**NINA
OPPDRAGS-
MELDING**

NINA Hovedkontor
Tungasletta 2
7005 TRONDHEIM
Telefon: 73 58 05 00
Telefax: 73 91 54 33

**NINA
Norsk institutt
for naturforskning**