

193

# oppdragsmelding

## Kraftledninger som mortalitets- faktor for rype i Hemsedal

Kjetil Bevanger  
Odd Sandaker



NINA

NORSK INSTITUTT FOR NATURFORSKNING



# Kraftledninger som mortalitets- faktor for rype i Hemsedal

Kjetil Bevanger  
Odd Sandaker

Bevanger, K. & Sandaker, O. 1993. - Kraftledninger som mortalitetsfaktor for rype i Hemsedal. - NINA Oppdragsmelding 193: 1-25.

ISSN 0802-4103  
ISBN 82-426-0331-6

Forvaltningsområde  
Naturinngrep - vassdrag  
Water regulation

Copyright (C) NINA  
Norsk institutt for naturforskning  
Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

Redaksjon: Eli Fremstad, Synnøve Flø Vanvik

Opplag: 500

Kontaktadresse:  
Norsk institutt for naturforskning  
Tungasletta 2  
7005 Trondheim  
Tlf. 07 58 05 00  
Fax 07 91 54 33

## Referat

Bevanger, K. & Sandaker, O. 1993. Kraftledninger som mortalitetsfaktor for rype i Hemsedal. - NINA Oppdragsmelding 193: 1-25.

Fra april 1989 til mai 1992 er kollisjonsdrepte fugler i tilknytning til kraftledninger i Mørkedalen på Hemsedalsfjellet (61° 54' N, 8° 30' Ø) registrert. I alt fire kraftledningsavsnitt er patruljert; et på 5 km langs en 300 kV-overføringsledning, et på 2,5 km i tilknytning til en 66 kV-fordelingsledning og to avsnitt på henholdsvis 2,5 og 1 km langs en 22 kV-fordelingsledning. Ledningene er patruljert ca hver 5. dag (hver 10. dag i juni, juli og august). Tettheten av vårterritorier hos rype er også kartlagt innen deler av området. Det er tilsammen registrert 246 sikre kollisjonsoffer av minst 22 arter hvorav 192 (78 %) er rype, primært lirype *Lagopus lagopus*, men også fjellrype *L. mutus*. Tallene representerer et absolutt minimum ettersom det ikke er korrigeret for feilkilder. Mortalitetsindeksen (forholdet mellom antall kollisjonsoffer funnet og antall levende fugler observert) viser at flest kollisjoner skjer vinter og vår (desember-mai). Mest utsatt for kollisjoner er et 2,5 km langt avsnitt langs en 66 kV-ledning. Gjennomsnittlig antall vårterritorier hos lirype har økt fra 3,2 par pr km<sup>2</sup> i 1989 til 5,6 i 1992. At det gjennom hele undersøkelsesperioden har vært bestandsoppgang, indikerer at bestanden har vært utsatt for et beskatningstrykk som ligger innenfor dens toleransegrenser. Det er imidlertid ikke mulig å si om denne oppgangen er tilsvarende stor som i et tilsvarende område - uten kraftledninger.

Emneord: Kraftledninger - fugl - konflikter.

Kjetil Bevanger, Norsk institutt for naturforskning, Tungasletta 2, 7005 Trondheim.  
Odd Sandaker, 3565 Storeskar Fjellstue.

## Abstract

Bevanger, K. & Sandaker, O. 1993. Power lines as a mortality factor for willow grouse in Hemsedal. - NINA Oppdragsmelding 193: 1-25.

Birds killed through colliding with power lines in alpine habitats in Hemsedal, southern Norway (61° 54' N, 8° 30' E), were recorded for three years (April 1989, to May 1992). A 5 km transmission-line section (300 kV) and 3 distribution-line sections (22 and 66 kV) (6 km) were patrolled every 5 days (every 10 days during June, July and August). The number of spring territories of willow grouse were mapped in parts of the same area. A total of 246 victims were found, representing at least 22 species of which 192 (78%) are grouse, mostly willow grouse *Lagopus lagopus*, although ptarmigan *L. mutus* were also recorded. The casualties recorded represent minimum figures as no bias corrections have been made. The mortality index (i.e. the ratio between the number of victims found and the number of live birds observed during the patrols) shows that most collisions take place winter and spring (December-May). The most dangerous section among the patrolled power lines obviously is a 2.5 km long transect along a 66 kV distribution line. The mean number of spring territories for willow grouse increased from 3.2 pairs per km<sup>2</sup> in 1989 to 5.6 in 1992. The population increase recorded during the research period indicates that the mortality resulting from hunting and the power lines does not have dramatically adverse effect on the population. However, it is not possible to judge whether this population increase is as great as in a comparable area - lacking power lines - because we do not have a "control" area to compare with..

Key words: Power lines - birds - collisions.

Kjetil Bevanger, Norwegian Institute for Nature Research, Tungasletta 2, N-7005, Trondheim.  
Odd Sandaker, N-3565 Storeskar Fjellstue.

## Forord

Norsk institutt for naturforskning startet 1 april 1989 et prosjekt for å belyse omfang av rypekollisjoner mot kraftledninger i Mørkedalen i Hemsedal. Ved siden av NINAs grunnbevilgning er prosjektet finansiert gjennom støtte fra miljøvernmyndigheter og norske energiverk (se Vedlegg). Prosjektet har hatt et nært samarbeid med Hemsedal kommunale elektrisitetsforsyning, som etter at prosjektet nå har gått i 3 år har foretatt tekniske modifiseringer (fjernet underliggende jordline) ved en av de patruljerte traséene (22 kV) for å se hvordan dette påvirker kollisjonsomfanget av rype. I den forbindelse takkes direktør Karl Henrik Amundsen for såvel økonomisk som praktisk hjelp. Vi vil også takke Marianne Sandaker, Kåre Berntsen og Ole Nils Ålrust for verdifull feltassistanse samt viltforvalter Bjarne Smukkestad for godt samarbeid. En spesiell takk til Hans Christian Pedersen for konstruktive kommentarer til rapportmanus. Odd Sandaker har vært ansvarlig for feltarbeidet.

Trondheim januar 1993

Kjetil Bevanger  
prosjektleder

## Innhold

	Side
Referat .....	3
Abstract .....	3
Forord .....	4
1 Innledning .....	6
2 Metoder og matriale .....	7
2.1 Undersøkelsesområdet .....	7
2.2 Ledningstraséene .....	8
2.3 Patruljeringsmetodikk .....	11
2.4 Utleggingsforsøk .....	11
2.5 Jaktuttak .....	11
2.6 Vårterritorier hos rype .....	11
3 Resultater .....	12
4 Diskusjon .....	14
4.1 Kvalitative og kvantitative aspekter .....	14
4.2 "Kollisjonsteori" .....	18
4.2.1 Biologiske aspekter .....	18
4.2.2 Topografiske aspekter .....	19
4.2.3 Meteorologiske og geografiske aspekter .....	19
4.2.4 Tekniske aspekter .....	20
4.3 Tiltak .....	20
5 Sammendrag .....	21
6 Summary .....	22
7 Litteratur .....	22
Vedlegg 1 .....	25

## 1 Innledning

Konflikter knyttet til energiforsyning og fugl skaper såvel økonomiske som økologiske problemer. Fugl representerer et økonomisk problem ved å a) skape kortvarige strømbrudd gjennom jord- og kortslutninger (electrocution) og kollisjoner, og b) ødelegge kraftledningsstolper (hakkespetter). Energiforsyningen dreper fugl ved at fugl a) kolliderer mot kraftledninger, og b) utsettes for jord- og kortslutninger (electrocution). Konflikten har sentrale forvaltningsaspekter gjennom at a) truede- og sårbare arter drepes, og b) jaktbare arter drepes. Konflikten har også etiske aspekter ved at et stort antall fugler drepes og lemlestes på en pinefull måte.

Observasjoner av at fugl, og da særlig hønsefugl, kolliderer mot luftliner, finnes både i eldre og nyere kilder (Wadén 1904, Grotli 1922, Sørnum 1950, Wilse 1951, Johannessen 1952, Heitkøtter 1972, Anon. 1973, Swensen 1975, Stanghelle 1985). Undersøkelser de senere år har bekreftet at slike ulykker tildels er av betydelig omfang (Bevanger 1988a og b, 1990a, i trykk a, b og c). Finske og mellomeuropeiske undersøkelser har også vist at hønsefugl hyppig kolliderer med luftliner (Hiltunen 1953, Watson 1981, Miquet 1990).

De fleste utenlandske undersøkelser som har søkt å kvantifisere omfang av fuglekollisjoner mot kraftledninger har foregått i områder med relativt høye konsentrasjoner av fugl ("worst case studies"); enten rike våtmarkslokaliteter, med f.eks. store mengder hekkende eller overvintrende fugl, eller kraftledninger som krysser sentrale trekkveier for fugl.

I Norge er luftliner spredt over det meste av landet, fra hav til høyfjell. Det er kjent at enkelte spenn er spesielt utsatt for fuglekollisjoner, og spesielt har sangsvane vært hyppig involvert (Folkestad 1978, 1980, Thingstad 1989, Bevanger upubl.). Imidlertid krysser det aller meste av våre ca 210 000 km kraftledninger (Statistisk sentralbyrå 1990) og 1,4 mill. km telefonledninger (luftkabler inkludert) (Televerket pers. medd.) områder med normale, relativt lave tettheter av fugl.

Sentrale målsettinger ved foreliggende prosjekt har vært å

- vurdere omfang av mortalitet hos rype som følge av kraftledningskollisjoner

- vurdere populasjonsmessige konsekvenser av kollisjoner som mortalitetsfaktor i forhold til andre dødelighetsfaktorer (f.eks. jaktuttak)
- identifisere årsakssammenhenger mellom kollisjoner og 1) hønsefugls atferdsmønstre og 2) topografiske forhold/traséføring 3) ledningskategori/teknisk utforming.

Prosjektet er forutsatt å gå fram til mai/juni 1995 og denne rapporten omhandler perioden 1 april 1989-31 mai 1992.

## 2 Metoder og materiale

### 2.1 Undersøkellesområdet

Undersøkellesområdet ligger i Mørkedalen i Buskerud, på Hemsedalsfjellet (61° 54' N, 8° 30' Ø), ca 1000 m o.h., innenfor et omlag 50 km<sup>2</sup> stort jaktterreng dominert av nordboreal bjørkeskog og mindre myrområder i de lavereliggende delene, og snau fjell over ca 1200 m (jf Bevanger 1990b). Området

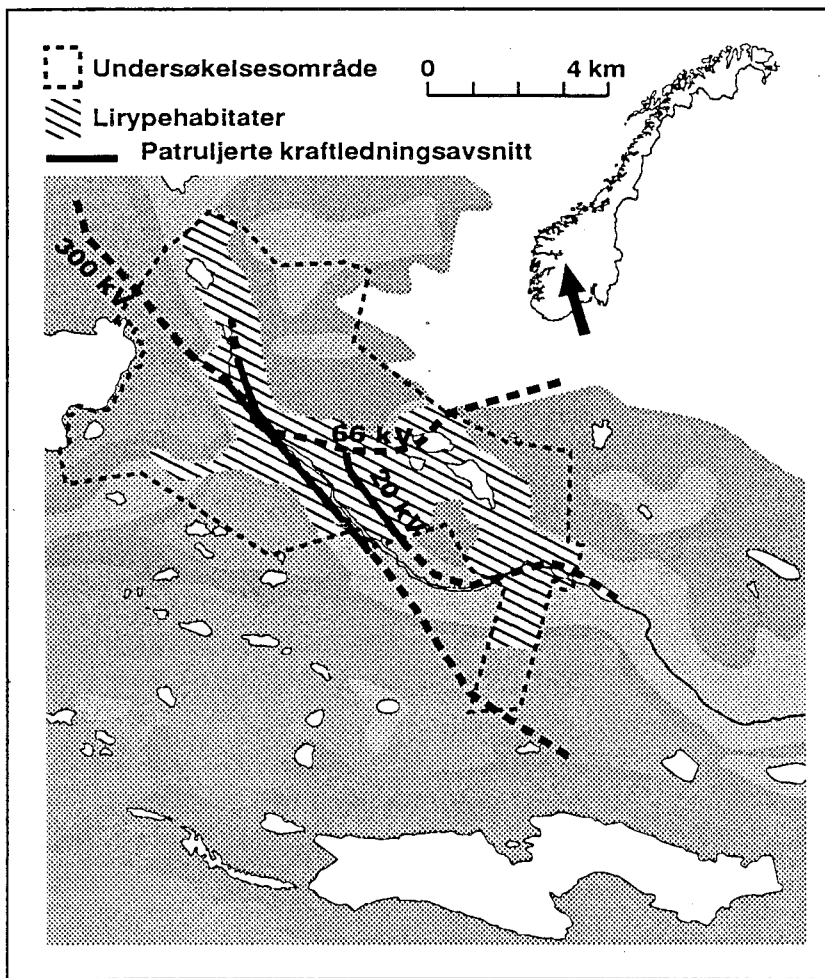
representerer et typisk sørnorsk jaktterreng for rype, men det er bare arealene under 1200 m o.h. som er å betrakte som lirypeterreng (figur 1).

Området har tre ulike kraftledningskategorier; 22, 66 og 300 kV. Av disse er 4 utvalgte avsnitt patruljert (tabell 1). Ytterligere 20 km kraftledninger (av tilsvarende kategorier) er lokalisert innen området eller nærmere enn 1,5 km fra dets yttergrenser (figur 1).

Tabell 1. Tekniske data for 4 kraftledningsavsnitt patruljert med henblikk på kollisjons ofre av fugl i Hemsedal 1989-92. - Technical data for 4 power-line sections searched for collision victims in Hemsedal 1989-92.

Kraftledningsavsnitt - Power-line section	1	2	3	4
Spenning - Voltage (kV)	300	66	22	22
Distanse patruljert - Distance searched (m)	5000	2500	2500	1000
Antall patruljeringer - No. of patrols	202	202	202	108
Tid og patruljeringsdistanse (km): - Time and distance patrolled (km):				
Mars-Mai - March-May	322	162	162,5	37
Juni-August - June-August	178	92,5	92,5	10
Sept.-Nov. - Sept.-Nov.	235	116	117,5	26
Des.-Feb. - Dec.-Feb.	264	130	132,5	35
Total patruljeringsdistanse - Total distance patrolled (km)	999	500,5	505	108
Patruljeringsperiode - (første/siste patruljering) Patrol period - (first/last patrol)	01.04.89/ 30.05.92	01.04.89/ 30.05.92	01.04.89/ 30.05.92	05.10.90/ 30.05.92
Antall faseledere/nivå - No. of phase conductors/levels	3/1	3/1	3/1	3/1
Antall jordliner - No. of earth wires	2	-	1	1
Faselederdiameter - Phase conductor diameter (mm)	35,10	12,33	12,33	12,33
Jordlinediameter - Earth wire diameter (mm)	18,27	-	12,33	12,33
Mast-/Stolpehøyde - Pylon/pole height (m)	20-30	10-12	8-10	8-10
Avstand mellom faseledere - Distance between phase conductors (m)	9,2	ca 3,0	ca 1,5	ca 1,5
Konstruksjonsår - Construction year	1974	1971/72	1977	1990
Ryddebeltets bredde - Width of clear-felled area (m)	ca 35	ca 20	ca 10	ca 10





**Figur 1.** Undersøkelsesområdet ligger i Mørkedalen i Buskerud, på Hemsedalsfjellet ( $61^{\circ} 54' N$ ,  $8^{\circ} 30' E$ ), ca 1000 m o.h., og ligger innenfor et omlag  $50 \text{ km}^2$  stort jaktområde dominert av subalpin bjørkeskog og mindre myrområder i de lavereliggende delene, og snaufjell over ca 1200 m. I alt fire avsnitt av tre kraftledningskategorier er patruljert med henblikk på registrering av kollisjonsdrepte fugler. - The area investigated is situated at about 1000 m a.s.l. in Mørkedalen ( $61^{\circ} 54' N$ ,  $8^{\circ} 30' E$ ) on Hemsedalsfjellet, in the county of Buskerud, and is located in an approximately  $50 \text{ km}^2$  large hunting area dominated by northern boreal birch forest and small bogs in the lower part, and alpine heath and bare rock above about 1200 m. Four sections of three categories of power line were patrolled to record birds killed by colliding with the lines.

## 2.2 Ledningstraséene

Tekniske data for kraftledningene er gitt i tabell 1 (jf også figur 1) og nærmere beskrevet i NINA Oppdragsmelding 49 (Bevanger 1990a).

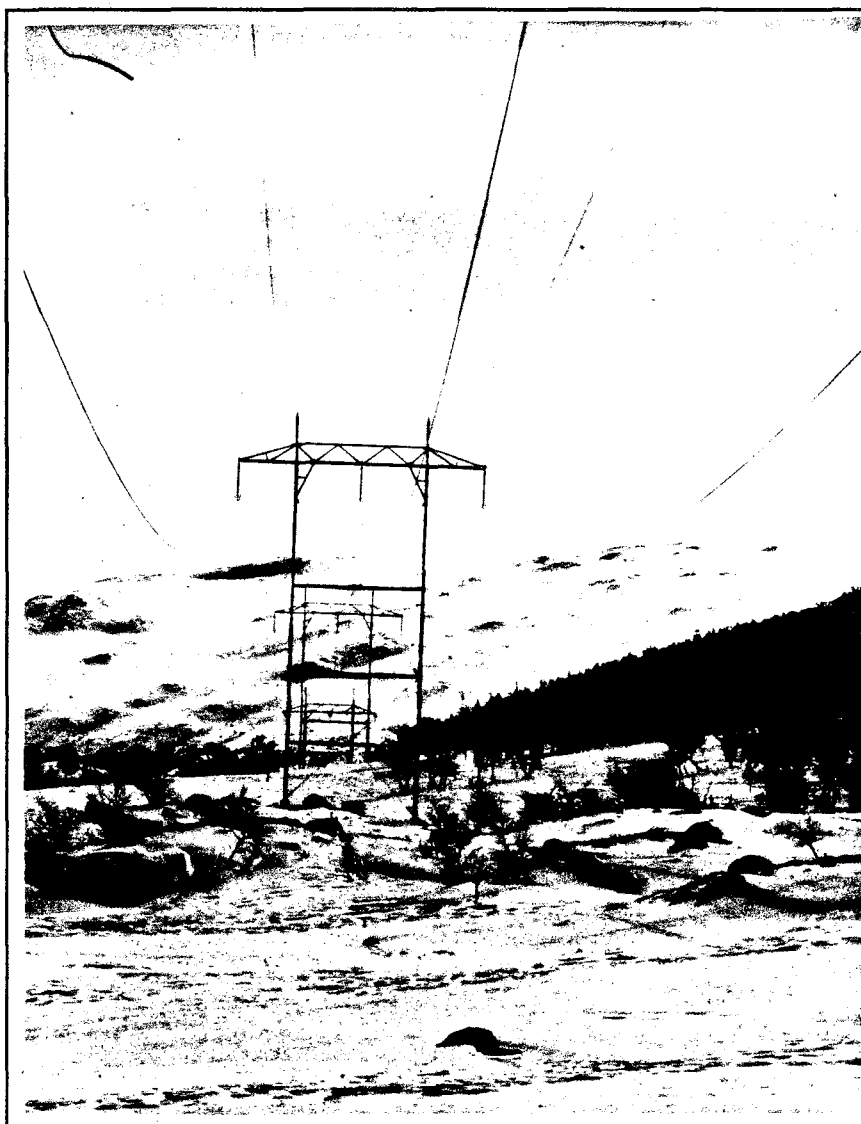
**Ledning 1, 300 kV.** Det patruljerte avsnittet ligger mellom mast nr 87, nær Råskardåni, ca 950 m o.h. og mast 101, ca 1060 m o.h. nedenfor Stongeskardet, som er patruljeringsavsnittets høyeste punkt. Bortsett fra i området rundt Geitastølen dominerer tildels tett fjellbjørkeskog det meste av traséen. Opp mot Stongeskardet passeres skoggrensene. Her går også traséen i hellende terreng oppe i dalsida i motsetning til de øvrige delene som ligger i flatt lende i dalbunnen.

Ledningen eies av Østfold energiverk og ble bygget høsten 1973 og vinteren 1974 og var klar med liner strukket 1 oktober 1974. Den har én kurs (simplex),

trefase og to overliggende toppliner. Mastene er standard type av varmforsinket stål (se f.eks. Bevanger & Thingstad 1988) (for mastebilde jf figur 2).

**Ledning 2, 66 kV.** Avsnittet som patruljeres ligger mellom mast 124 (ca 990 m o.h.), dvs der ledningen krysser riksveg 52 ved Bjøberg, og mast 148, dvs rett øst for Stongeskardet (ca 1040 m o.h.). Den patruljerte traséen ligger stort sett i flatt lende og preges av glissen bjørkeskog bortsett fra de høyst-liggende delene som ikke er trebevokst.

**Figur 2.** Parti fra 300 kV kraftledning på Hemsedalsfjellet som patruljeres for å finne eventuelle kollisjonsdrepte fugler. - A section of the 300 kV power line on Hemsedalsfjellet that is being patrolled to find birds killed through colliding with wires.



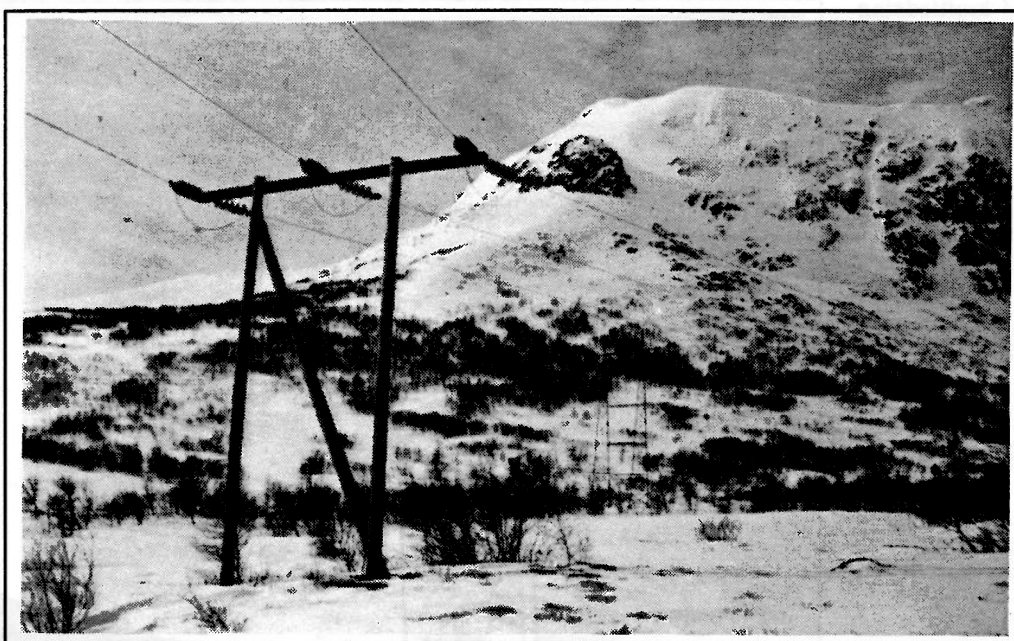
Ledningen eies av Hemsedal kommunale elektrisitetsforsyning og ble bygget i 1971/72. Den er dimensjonert som 66 kV-ledning, men har i dag en driftsspenning på 22 kV. Ledningen har én kurs (simplex), og er uten jordline (jf figur 3).

**Ledning 3, 22 kV.** Ledningen avgreines fra ledning 2 like sør for Stølsstølen (jf figur 4) (mast 1, ca 1040 m o.h.) og patruljeres fram til mast 28 ved Viljugreinstølen (ca 1000 m o.h.). Den patruljerte traséen ligger i dalsida i skrått terreng og preges av 4-6 m høy fjellbjørkeskog.

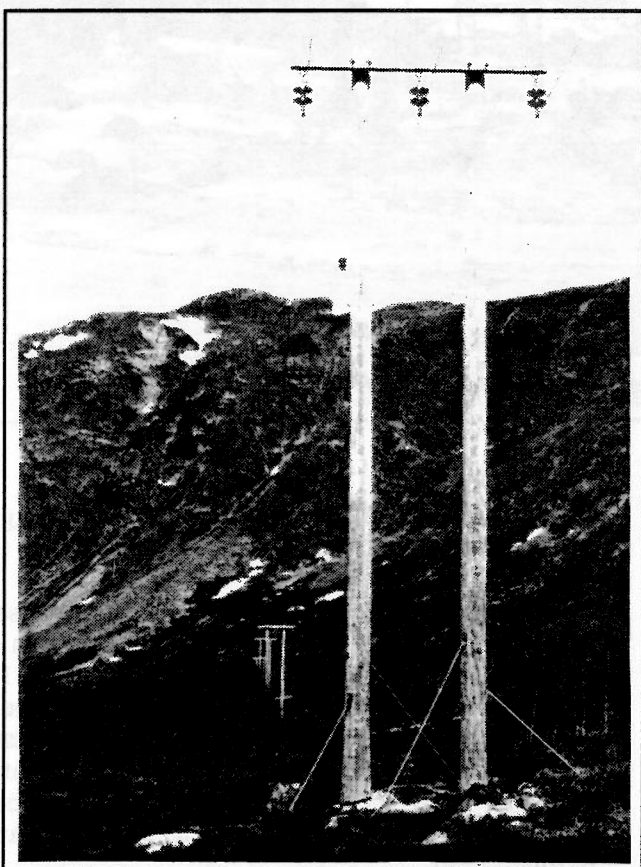
Ledningen eies av Hemsedal kommunale elektrisitetsforsyning og ble bygget i 1977 med liner struk-

ket ved årsskiftet 1977/78. Jordlina er underliggende (fjernet i mars 1992).

**Ledning 4, 22 kV.** Ledningen er en fortsettelse av ledning 3, og ligger på sørøstsida av dalen som den følger nedover i retning Tuv. Den ble bygget i 1990 med liner strukket våren 1990 og har underliggende jordline. Et avsnitt rett overfor Storeskar Fjellstue, ca 930 m o.h., patruljeres. Terrenget er her bratt og dominert av dvergbjørk og vier. Feltarbeidet i tilknytning til denne ledningen ble igangsatt 5 oktober 1990.



**Figur 3.** Parti fra 66 kV kraftledning på Hemsedalsfjellet som patruljeres for å finne eventuelle kollisjonsdrepte fugler. - A section of the 66 kV power line on Hemsedalsfjellet that is being patrolled to find birds killed through colliding with wires.



**Figur 4.** Parti fra 22 kV kraftledning på Hemsedalsfjellet som patruljeres for å finne eventuelle kollisjonsdrepte fugler. - A section of the 22 kV power line on Hemsedalsfjellet that is being patrolled to find birds killed through colliding with wires.

## 2.3 Patruljeringsmetodikk

Metodikken går i korthet ut på at en person (vanligvis sammen med hund) går langs kraftledningen og leter etter kollisjonsdrepte fugler og fjærrester (jf Bevanger 1988, 1990a). Det primære søkområdet vil være ledningens ryddebelte, dvs under selve linene og 5-10 m på hver side av de ytre faselederne. Dette arealet gjennomføres så grundig som mulig ved å krysse fram og tilbake. På snøføre er enten ski eller snøscooter benyttet.

Takseringsintervall har i utgangspunktet vært én taksering hver 5. dag høst-, vinter- og vårmånedene (september-mai), og hver 10. dag om sommeren (juni-august). Vinters tid er imidlertid værforholdene ofte slik at mindre forskyvninger blir nødvendig. Det har ved enkelte anledninger vært nødvendig å avbryte takseringen slik at bare deler av traséen er blitt patruljert. Ved utregninger av funnfrekvens er det korrigert for dette. Problemer med å fullføre/gjennomføre takseringer har bakgrunn enten i vanskelige værforhold eller på grunn av bekker i området som gjør taksering umulig i perioder med snøsmelting og/eller mye regn; dette siste gjelder ledning 1 og 2. Flere takseringer har vært foretatt i sterk vind og snøfökk, noe som selvsagt medfører sterkt forringete sjanser til å finne kollisjonssofre.

Eget kodeskjema er benyttet ved innsamling av data (jf Bevanger 1990a). Funn er dokumentert gjennom innsamling av kollisjonsdrepte fugler, fjær, bein eller andre rester. Dette er også viktig for å hindre dobbeltregistreringer. På hvert funnsted registreres tekniske og topografiske parametre; linehøyde, terrengets hellingsgrad, trehøyde, avstand til skogkant osv. For eksakt måling av høyde over bakken av faseledere og jordliner og for høyde av trær, er benyttet Suunto hypsometer PM-5/1520. Hellingsgrad er subjektivt bedømt. For å få et bilde av "gjennomsnittsterrenget" langs traséen, dvs frekvensfordelingen langs hele takseringstraséen av de samme parametre som er målt ved funnstedene, er det på samme måte som ved funnstedene foretatt topografi- og linehøydemålinger for hver 100 m. Den generelle bestand av rype og andre større fuglearter (over trostestørrelse) er dokumentert gjennom at alle individer som er skremt opp, eller på annen måte observert under takseringene, er notert.

## 2.4 Utleggingsforsøk

Den lokale "omsetningshastighet" av ledningsdrept fugl (dvs fugl fjernet av åtseletere), er registrert gjennom utleggingsforsøk med ryper. I to perioder (jf Bevanger et al. i manus) er det ved hver 2. eventuelt hver 3. taksering, plassert en rype tilfeldig et sted langs traséen. Tiden det har tatt før fuglen er nedsnødd, fjernet eller bespist av rovdyr/åtseletere, er kontrollert og ført på eget skjema (jf Bevanger 1990a). For at utlagte fugler ikke skal forveksles med kollisjonssofre, er utleggingsstedene tydelig merket.

## 2.5 Jaktuttak

Undersøkellesområdet eies/disponeres av to personer. Disse tillater årlig jakt av fire til seks rypejegere innen de respektive terrengene, dvs at høstings-effektivitet og høstingsomfang målt i antall jegerdager forutsettes å være tilnærmet likt fra år til år. Jakten skjer i første rekke i september og oktober. Uttaket er hver høst rapportert til de to områdeforvalterne.

## 2.6 Vårterritorier hos rype

I perioden 1989 til 1991 er 12 km<sup>2</sup> av jaktterrenget kartlagt med hensyn til antall territoriale rypestegger, i 1992 er 7 km<sup>2</sup> kartlagt. Territoriene kartlegges morgen og kveld i pardanningsperioden i april og mai (jf Pedersen et al. 1983). I samme periode blir området også gått over med fuglehund (jf Myrberget 1976).

### 3 Resultater

Det er tilsammen registrert 246 sikre kollisjonsoffer av minst 22 arter under de ordinære patruljeringene (tabell 2). I tillegg er det ved enkelte anledninger observert skadet (men flyvedyktig) fugl i tilknytning til traséene som kan tenkes å være resultat av kollisjoner. Dessuten er det ved en rekke anledninger funnet kollisjonsdrepte fugler under trening av hund under linene. Jegere og fotturister har også rapportert om funn av kollisjonsdrepte fugler.

I alt 192 (78 %) av funnene er rype, for det aller meste lirype *Lagopus lagopus*, men også fjellrype *L. mutus*. I praksis er det oftest umulig å avgjøre art ettersom de fleste av funnene bare består av fjærdunger. Bare 19 hele, ubespiste ryper er funnet,

hvorav 1 fjellrype. I tillegg til ryper er det funnet ugler, rovfugler, vadere, spurvefugler mfl (tabell 2).

Langt de fleste rypefunn er gjort i perioden mars-mai. Funnfrekvensen (dvs antall fugler funnet pr km (eller 10 km) kraftledning patruljert) (tabell 3) er klart høyest i vårmånedene, men relativt mange funn er også gjort om vinteren. Også observasjonsfrekvensen (dvs antall observasjoner av levende fugler pr lengdeenhet kraftledning patruljert) av ryper viser store sesongvise variasjoner, ved siden av variasjoner mellom de enkelte traséene (tabell 4). Et fåtall arter er observert under takseringene om vinteren; i første rekke rype, kongeørn, kråke og ravn. Om sommeren er i tillegg bl.a. vipe, orrfugl, fjellvåk, jordugle, haukugle, dvergfalk, tårnfalk, jaktfalk og hønsehauk observert.

**Tabell 2.** Kollisjonsofre funnet under 4 kraftledningsavsnitt i Hemsedal i perioden 1.4.89-31.5.92. - Collision victims (species/number) found beneath 4 power-line sections in Hemsedal during the period 1.4.89-31.5.92.

Art/kraftledningsavsnitt - Species/power-line section	1	2	3	4	Total
Stokkand <i>Anas platyrhynchos</i>			1		1
Fjellvåk <i>Buteo lagopus</i>	1				1
Tårnfalk <i>Falco tinnunculus</i>		1	1		2
Rype <i>Lagopus lagopus</i> + <i>L. mutus</i>	76	32	64	20	192
Orrfugl <i>Tetrao tetrix</i>		1	3		4
Heilo <i>Pluvialis apricaria</i>			1		1
Vipe <i>Vanellus vanellus</i>	1		1		2
Brushane <i>Philomachus pugnax</i>		1			1
Enkeltbekkasin <i>Gallinago gallinago</i>	1				1
Bekkasin ubest. <i>Gallinago</i> sp.	1				1
Rødnebbterne <i>Sterna paradisaea</i>			1		1
Ringdue <i>Columba palumbus</i>	1	1			2
Hornugle <i>Asio otus</i>		1	1		2
Piplerke ubest. <i>Anthus</i> sp.		1			1
Munk <i>Sylvia atricapilla</i>	1				1
Blåstrupe <i>Luscinia svecica</i>			1		1
Gråtrost <i>Turdus pilaris</i>	4		13	2	19
Ringtrost <i>Turdus torquatus</i>		1			1
Svarttrost <i>Turdus merula</i>	1				1
Rødvingetrost <i>Turdus iliacus</i>			1		1
Måltrost <i>Turdus philomelos</i>				1	1
Gråsisik <i>Carduelis flammea</i>	2		1		3
Indet.	2		3	1	6
<b>Total</b>	<b>91</b>	<b>39</b>	<b>92</b>	<b>24</b>	<b>246</b>



**Tabell 3.** Funnfrekvens (antall kollisjonsofre funnet) av rype relatert til årstid pr 10 km kraftledning patruljert i Hemsedal 1 april 1989-31 mai 1992. - Finding frequency (number of victims found) for willow grouse related to season per 10 km of power line patrolled for 4 power-line sections in Hemsedal 1 April 1989-31 May 1992.

	1	2	3	4	Gjennomsnitt Average
mars-mai - March-May	1,89 (61)	1,66 (27)	2,64 (43)	4,05 (15)	2,14
juni-august - June-August	0,22 (4)	0,10 (1)	0,32 (3)	0	0,21
sept.-nov. - Sept.-Nov.	0,04 (1)	0,08 (1)	0,68 (8)	0,38 (1)	0,29
des.-feb. - Dec.-Feb.	0,37 (10)	0,23 (3)	0,75 (10)	1,14 (4)	0,48

**Tabell 4.** Observasjonsfrekvens (antall observasjoner) av rype relatert til årstid pr 10 km kraftledning patruljert i Hemsedal 1 april 1989-31 mai 1992. Flokk, kull, par og enslige individer er regnet som én observasjon. - Observation frequency (number of observations) of willow grouse related to season per 10 km of power line patrolled for 4 power-line sections in Hemsedal 1 April 1989-31 May 1992. Flock, brood, pair and single birds are recorded as one observation.

	1	2	3	4	Gjennomsnitt Average
mars-mai - March-May	2,39 (77)	1,17 (19)	4,86 (79)	3,24 (12)	2,74
juni-august - June-August	0,90 (16)	0,43 (4)	2,70 (25)	0	1,20
sept.-nov. - Sept.-Nov.	0,89 (21)	0,52 (6)	1,96 (23)	1,15 (3)	1,07
des.-feb. - Dec.-Feb.	2,31 (61)	1,08 (14)	2,34 (31)	4,0 (14)	2,14

**Mortalitetsindeksen**, dvs forholdet mellom antall døde fugler funnet og levende fugler observert under patruljeringene, er det relative mål som sier noe om bl.a. forskjeller mellom ulike kraftlednings-avsnitt m.h.t. hvor effektivt de "fanger" fugl. Slik **tabell 5** viser er indeksen for avsnitt 2, dvs 66 kV-ledningen størst, enten vinter (desember-februar) og vårmånedene (mars-mai) holdes separat eller om vinterhalvåret (desember-mai) betraktes samlet. Indeksverdiene viser også at 300 og 22 kV-lednings-avsnittene synes å være like farlige for rypene i området.

I løpet av de tre jaktseongene (1989/90 - 1991/92) er totalt 281 ryper skutt innen området (**tabell 6**). Jaktomfanget, målt på bakgrunn av antall jegerdøgn, har vært relativt stabilt de tre årene. Det kan derfor være interessant å sammenligne utvikling og omfang i jaktuttak med utvikling og omfang i "kraftledningsuttak" fra år til år. Som det går fram av **tabell 6** er jaktuttaket relativt stabilt i perioden. Beregning av det årlige antall kollisjonsdrepte ryper innen området, kan gjøres på flere måter. Vi velger her å gå ut fra antall fugler funnet, dvs absolutte minimumstall. Ettersom ledning 4 er patruljert 1 1/2

år kortere tid enn de tre andre ledningsavsnittene (**tabell 1**), er det mest korrekt å se bort fra de funn som er gjort i tilknytning til denne ledningen. Det resterende antall funn, i alt 172, er gjort langs 10 km kraftledninger, mens det innen området totalt er 30 km kraftledninger. Det er følgelig nærliggende å multiplisere antall funn med tre. En må da gjøre den forutsetning at de patruljerte avsnittene er representative for den resterende ledningsmasse i området. Dette vil imidlertid kunne gi et skjevt bilde ut fra det faktum at ryper som kolliderer mot ledningene gjennom vinteren først blir funnet om våren når snøen forsvinner. Mest korrekt synes det derfor å være å se bort fra de funn som ble gjort i april og mai 1989, dvs å la "år 1" gå fra juni 1989 t.o.m. mai 1990, "år 2" fra juni 1990 t.o.m. mai 1991 og "år 3" fra juni 1991 t.o.m. mai 1992. Hvis dette antallet (155) multipliseres med 3 får vi 465 ryper, som utgjør 62% av samlet dødelighet forårsaket av jakt og kraftledningskollisjoner tilsammen. Gjennomsnittlig antall vårterritorier har økt fra 3,2 par pr km<sup>2</sup> i 1989 til 5,6 i 1992 (**tabell 6**). Det er imidlertid ikke tilsvarende oppgang hverken i jaktutbytte eller antall kollisjonsdrepte ryper i samme periode.

**Tabell 5.** Mortalitetsindeks (forholdet mellom antall kollisjonsoffer funnet og antall levende fugler observert) for rype relatert til årstid i Hemsedal 1 april 1989-31 mai 1992. Flokk, kull, par og enslige individer er regnet som én observasjon. - Mortality index (ratio between number of collision victims found and number of live birds observed) of willow grouse related to season for 4 power-line sections in Hemsedal 1 April 1989-31 May 1992. Flock, brood, pair and single birds are recorded as one observation.

	1	2	3	4
mars-mai - March-May	0,79 (61/77)	1,42 (27/19)	0,54 (43/79)	1,25 (15/12)
juni-august - June-August	0,25 (4/16)	0,25 (1/4)	0,12 (3/25)	0
sept.-nov. - Sept.-Nov.	0,05 (1/21)	0,17 (1/6)	0,35 (8/23)	0,33 (1/3)
des.-feb. - Dec.-Feb.	0,16 (10/61)	0,21 (3/14)	0,32 (10/31)	0,29 (4/14)
juni-november - June-November	0,13 (5/37)	0,20 (2/10)	0,23 (11/48)	0,33 (1/3)
desember-mai - December may	0,51 (71/138)	0,91 (30/33)	0,48 (53/110)	0,73 (19/26)

**Tabell 6.** Estimert, gjennomsnittlig antall vårterritorier av lirype pr km<sup>2</sup> innen et 50 km<sup>2</sup> stort jaktterreng i Hemsedal, totalt jaktuttak i perioden 1989-91 og estimert antall kollisjonsoffer mot 30 km kraftledninger i samme område. - The number of spring territories for willow grouse per km<sup>2</sup>, the total hunting yield in 1989-91 and the estimated number of birds killed by colliding with a 30 km length of power lines in a 50 km<sup>2</sup> area in Hemsedal.

År - Year	1989	1989/90	1990	1990/91	1991	1991/92	1992
Antall vårterritorier - Spring territories	3,2		3,5		5,1		5,6
Jaktuttak - Hunting yield		86		101		94	
Estimert antall kraftledningsoffer - Estimated number of power-line casualties		138		183		144	
Total dødelighet (kollisjoner+jakt) - Total mortality (collisions+hunting)		224		284		238	

## 4 Diskusjon

### 4.1 Kvalitative og kvantitative aspekter

**Registreringsmetodikk/feilkilder.** Feilkilder ved registreringsmetodikken er diskutert av flere (f.eks. Faanes 1987, Bevanger 1988). For det første blir fugl oversett under patruljeringene. Størrelsen på denne feilkilden vil variere med observatørens erfaring og årvåkenhet, hvorvidt det brukes hund/ikke hund og i forhold til mikrohabitatet i ryddebeltet. Kratt- og buskvegetasjon er spesielt vanskelig å gjennomføre effektivt. Deler av de patruljerte ledningsavsnittene har tett buskvege-

tasjon av einer, dvergbjørk og vier. Effektiv undersøkelse av disse krattområdene ville kreve betydelig merinnsats. Ved siden av at slike busksjikt er vanskelig å gå igjennom, skjules eventuelle kollisjonsofre svært godt. Stikkprøver har vist at det finnes fjærrester inne i krattene. På våre breddegrader er dette primært en feilkilde som gjør utslag i perioden mai-november. Resten av året ligger snøen og "forenkler" topografien. Vintersituasjonen med snø og mye dårlig vær representerer imidlertid en annen viktig feilkilde som trolig er minst like viktig som vegetasjonsforholdene. Norske høyfjellsområder kan vinters tid by på ekstreme værforhold og vedvarende vind og snø gjør at kollisjonsofrene meget raskt blir gjort usynlige.

En mulighet for å minske feilkilder, både i forhold til uoversiktlige mikrohabitater og snøforhold, er bruk av hund. Det har imidlertid vist seg at fuglehunder opplært som jakthunder, i begrenset utstrekning, og tilsynelatende tilfeldig, reagerer på døde fugler. De er naturlig nok mest interesserte i å jakte på levende fugl og er følgelig vanskelige å holde i nærområdet til kraftledningen. Størst nytte har det vært i unghunder som ofte har litt ekstra nysgjerrighet i forhold til omgivelsene og ting de finner på bakken. Erfaringene med bruk av hund så langt tilsier imidlertid at det er nødvendig med spesialdressur hvis hund skal være et effektivt hjelpemiddel. Det er i dag vanskelig å se andre alternativer enn dette for å få samlet pålitelige data om variasjoner i kollisjonshyppighet gjennom vinterhalvåret. Men selv ikke en spesialtrenet hund vil finne alle kollisjonsoffer; vær og vindforhold i undersøkelsesområdet er vinters tid periodevis slik at kollisjonsdrepte fugler vil bli dekket av så mye snø at selv en hund vil ha problemer med å finne dem.

Et problem er også at undersøkelsesområdet ligger i et attraktivt utfartsterreng med relativt mange fritidsboliger. Snøscootersporene som dannes langs traséene etter patruljeringene blir brukt av skigåere. Gjennom samtale med enkelte av disse er det kommet fram at de under skiturer langs kraftledningsgata (følger snøscootersporet) har funnet kollisjonsdrepte rypere (og fjernet dem).

En annen feilkilde er knyttet til at mange fugler som kolliderer med linene ikke umiddelbart får dødelige skader. Det er neppe mulig å komme fram til generelle tall for dette ettersom omfanget vil variere med lokale forhold, såvel faunistiske som topografiske, tekniske og meteorologiske. Under taksering er det imidlertid ved flere anledninger observert skadede rypere. I enkelte tilfeller har hund som har vært med fanget de skadede fuglene, men ofte er de ikke verre skadet enn at de vanskelig lar seg fange. Tilsvarende observasjoner er gjort under feltarbeid andre steder i Norge (Bevanger i trykk c).

Den kanskje største feilkilden er knyttet til aktivitet av rovvilt og åtseletere langs ledningen. Organiske stoffer av høy næringsverdi blir sjelden liggende urørt lenge (jf Putman 1983), og åtseleteraktivitet i tilknytning til kraftledningstraséer er et kjent fenomen (Scott et al. 1972, Heijnis 1980, Faanes 1987, Hoerschmann et al. 1988). Under feltarbeidet er det ved en rekke anledninger registrert både kråke, ravn og kongeørn samt spor av rødrev

som enten har krysset, eller også fulgt traséen (Bevanger & Sandaker upubl.).

Det er laget en modell for omsetningshastighet av kollisjonsdrept fugl på bakgrunn av reelle funn fra patruljeringer og utleggingsforsøk (Bevanger et al. i manus) som viser at kollisjonsdrepte fugler om vårvinteren generelt forsvinner meget raskt, slik at sannsynligheten for å finne alle kollisjonsoffer avtar sterkt med økende patruljeringsintervall. Selv ikke daglige kontroller ville hindre at predatorer og åtseletere i en del tilfeller vil være først ute. De funn som gjøres representerer derfor absolutte minimumstall.

**Artsutvalg.** Kun et fåtall fuglearter er robuste nok til å overleve vinteren i norske høyfjell. Det er derfor ikke underlig at det er funnet få arter under feltarbeidet gjennom vinteren. Kollisjonsoffer som er registrert i sommerhalvåret representerer imidlertid et bredt artsspekter, og bekrefter i så måte det andre undersøkelser har vist, nemlig at der kombinasjonen luftliner-fugl finnes, vil muligheten for kollisjonsulykker alltid være tilstede (se f.eks. Avery et al. 1980). De fleste artene som er funnet som kollisjonsoffer i tilknytning til traséene er bare registrert med ett eller to funn. Det dreier seg imidlertid om arter som tallmessig opptrer relativt sparsomt i området, og ingen av funnene kan derfor sies å være spesielt overraskende. Gråtrost er den eneste arten det er funnet noen flere individer av. Dette er naturlig ettersom arten opptrer i betydelig antall, både som hekkefugl og under trekk.

De mange kollisjonsdrepte rypene bekrefter at de er sårbare for kollisjonsulykker mot kraftledninger. Det må imidlertid tilføyes at det i de fleste tilfeller ikke har vært mulig å skille mellom lirype og fjellrype, men det er bare to verifiserte funn av fjellrype. Det er likevel grunn til å anta at de aller fleste funn dreier seg om lirype ettersom de patruljerte ledningene i alt vesentlig krysser lirypehabitater. Under spesielle værforhold, f.eks. ved mildvær som forårsaker isdannelse i høyfjellet, er det observert at flokker av fjellrype trekker ned mot lavereliggende områder i bjørkeskogsregionen.

**Kollisjonsomfang.** På grunn av at fjær holder seg "friske" relativt lenge i snø, er det ofte umulig å fastslå kollisjonstidspunktet for fugler og fjær som smelter fram om våren. Det er derfor viktig å skille mellom **funnfrekvens** og **kollisjonsfrekvens**. Begrepet kollisjonsfrekvens brukes dersom det er foretatt korreksjoner for feilkilder; kollisjonsfrekvens vil

m.a.o. være et estimat av – og en korrigeret – funnfrekvens. Funnfrekvensen uttrykker antall funn i forhold til en nærmere angitt distanse patruljert langs en kraftledning (f.eks. antall funn pr 10 km kraftledning patruljert) ved et nærmere angitt tidspunkt (måned – årstid). Frekvensverdiene for funn er altså basert på tidspunktet funnet ble gjort; dvs at det ikke er forsøkt å korrigere i forhold til om fjærene så "gamle" ut e.l.l.

Antall patruljeringer eller tidsintervallet mellom takseringene, er i og for seg uten interesse i tilknytning til funnfrekvens ettersom dette er en verdi som ikke benyttes til estimering av absolutte tall, f.eks. til å beregne det totale omfang av kollisjonsdrepte fugler gjennom året i tilknytning til et bestemt ledningsavsnitt. Skal det gjøres beregninger av totale tap gjennom et nærmere definert tidsintervall må kollisjonsfrekvens benyttes, og da må funnfrekvens følgelig justeres i forhold til de kollisjons ofre som ikke ble funnet ved patruljeringene, f.eks. fugler som er oversett og fjernet av rev. Her kommer bl.a. tidsintervallet mellom takseringene inn i bildet ettersom sannsynligheten for å finne en kollisjonsdrept fugl raskt avtar med tiden – på grunn av rev og andre åtselere som patruljerer kraftledningstraseene.

Selv om funnfrekvens (og kollisjonsfrekvens) kan benyttes som sammenlignende mål for forskjellige traséer og områder, er de av begrenset verdi ettersom de bare tar utgangspunkt i antall fugl funnet og ikke hensyn til hvor mye fugl som finnes i området. Et annet og bedre mål for å sammenligne f.eks. hvor sårbar ulike arter er for å kolliderer, samtidig som det gir uttrykk for eventuelle forskjeller i hvor effektivt ulike kraftledningsavsnitt "fanger" fugl, er forholdet mellom antall fugler funnet døde og antall levende fugler observert; kalt **mortalitetsindeks**. Denne relative verdien kan beregnes da alle observasjoner av levende individer noteres under patruljeringene. Teoretisk vil en lik indeksverdi for to ledningsavsnitt bety at avsnittene relativt sett tar livet av like mange fugler. En høy indeksverdi indikerer at ledningen dreper mye fugl ettersom det da er funnet mange kollisjonsoffer i forhold til det antall levende fugler som er observert.

Å finne en "observasjonsfrekvens" for rype (f.eks. antall levende ryper observert pr 10 km patruljert) langs de ulike traséene, er mer komplisert enn for andre arter (f.eks. skogsfugl). Fordi ryper opptrer i større og mindre flokker er det vanskelig å få eksakt antall individer. For å omgå dette problemet er

observasjon av en flokk, enslige individer, par eller kull, regnet som én observasjon. Den verdi som kommer fram uttrykker like fullt "mengden" av fugl i terrenget og er følgelig sammenlignbar fra område til område. En annen feilkilde vil være knyttet til sjansen for å oppdage/støkke levende fugl. Ryper er som kjent ikke alltid like villige til å eksponerer seg, et forhold som også vil variere fra årstid til årstid. Og selv om det benyttes hund under feltarbeidet vil dette være en feilkilde å ta i betraktning. Ryper kan dessuten forflytte seg innen et terreng gjennom vinterhalvåret avhengig av mattilgang, hvilket igjen ofte beror på fremherskende vindretninger og snøakkumulering. For at en slik sårbarhetsindeks skal kunne benyttes er det derfor nødvendig å **forutsette** at oppdagelsessjansen er lik, uansett vær, føre og årstid.

Antall observasjoner og observasjonsfrekvens (**tabell 4**) indikerer at de betydelige forskjellene i funnfrekvens mellom vår og vinter (**tabell 3**) ikke er reelle (brukt som indikasjon på kollisjons hyppighet/omfang). Forskjellene i observasjonsfrekvens mellom vår- og vintermånedene er nemlig små og tildels høyere om vinteren enn om våren. Når det gjelder den høye funnfrekvensen fra vårmånedene, må imidlertid tilføyes at sett i forhold til rypas aktivitetsmønster, med territorieforsvar og "spill" under tildels svake lysforhold, må det forventes at kollisjonsfaren i denne perioden øker. Tilsvarende undersøkelser i Nord-Norge (Bevanger i trykk c) har vist at flest funn blir gjort mellom januar og mai. Funntallene fra vintermånedene er imidlertid for lave, i og med at ryper som kolliderer midtvinters svært ofte overses. (Dette gjør det også vanskelig å teste hvorvidt det skjer flere kollisjonsulykker i forbindelse med dårlig vær enn ellers). Tallene fra sommeren representerer også et "overestimat". De funn som er gjort første halvdel av juni er ofte resultat av seint utsmeltede snødriverer. Når det gjelder rype vil, om ikke annet, det faktum at vinterdrakten er hvit utelukke forveksling med sommer-, høst- og vårryper (som har betydelige mengder brune fjær).

På bakgrunn av 300 kV-ledningens tykke (og følgelig godt synlige) faseledere, og relativt tykke jordliner (jordlinediameteren på 300 kV er ca 6 mm større enn faselederdiameter på 66 og 22 kV – jf **tabell 1**), ville det kunne forventes å skje færre kollisjoner i tilknytning til denne sammenlignet med de andre ledningene. Ut fra samme betraktningmåte skulle 22 kV-ledningen forventes å forårsake størst dødelighet. Ved siden av å ha tynne faseledere

har denne ledningen også en underliggende jordline som stedvis ligger svært lavt over terrenget, spesielt om vinteren etter hvert som snø akkumulerer. På bakgrunn av funnfrekvensene for denne og de andre ledningene synes dette resonnementet å være riktig.

**Tabell 5** viser mortalitetsindeks for de 4 traséene i forhold til årstid. Det bildet som ble gitt på bakgrunn av funnfrekvensen viser seg å være helt endret. Det ledningsavsnitt som ut fra de absolutte funntalene synes å forårsake minst dødelighet, 66 kV-ledningen, er det avsnitt som relativt sett viser seg å forårsake størst dødelighet. Og det avsnitt som kommer ut med nest høyeste funnfrekvens, 22 kV-ledningen, synes å være minst farlig i kollisjons-sammenheng, dvs har laveste mortalitetsindeks. Mortalitetindeksen er imidlertid også berørt av den feilkilden som snø og dårlig vær fører til i forhold til bedømmelse av kollisjonstidspunkt. Dette kan elimineres ved at vinterhalvåret betraktes under ett, dvs perioden fra desember t.o.m. mai (**tabell 5**). Fremdeles beholder 66 kV-ledningen høyeste mortalitetsindeksverdi, mens indeksverdiene for 300 og 22 kV-ledningene indikerer at disse avsnittene er svært like hva angår kollisjonsomfang, hvilket ikke stemmer med det som var forventet ut fra betraktninger som går på ledningenes visuelle fremtoning.

Det er flere mulige forklaringer på hvorfor små og store kraftledninger i området "fanger" likt. Høy kollisjonshyppighet mot lave luftliner kan forventes ut fra rypenes generelle flyvemønstre. Ryper flyr lavt over terrenget, og følger daler og søkk. Dette kan blant annet tolkes som en antipredatoradferd; dvs det er en fordel for rypa å ha kort vei til bakken og tette kratt og godt skjul hvis en jaktfalk skulle dukke opp (jf Bevanger 1991), men det har også trolig energetiske aspekter (Rayner 1991, Bevanger i trykk b). Dette gjør arten sårbar både for ledninger som er lokalisert lavt i terrenget og som krysser mindre daler og forsenkninger (jf avsnitt 4.2.2).

Hemsedal kommunale elektrisitetsforsyning sa seg villig til å være med i et eksperiment for å teste betydningen av jordlinen i forhold til rypekollisjoner. Etter tre års feltarbeid ble jordlinen i mars 1992 fjernet langs det 2,5 km lange avsnittet som patruljeres av 22 kV-ledningen. Patruljeringen langs de tre andre avsnittene fortsetter som før. Prosjektet forutsettes derfor avsluttet i månedsskiftet mai/juni 1995.

At 300 kV-ledningen relativt sett synes å forårsake like stor dødelighet som 22 kV-ledningen, må blant annet forklares ut fra at ryper i enkelte perioder må foreta lengre forflytninger i terrenget, f.eks. fra én dalside til en annen. Flyvehøyden vil da naturlig nok være større enn ellers. Slike forflytninger vil blant annet avhenge av fremherskende vindretninger og snøakkumulering som etter hvert kan føre til at preferert vegetasjon blir utilgjengelig. Kollisjoner vil også kunne skje når ledningene er slik plassert at de går i en kritisk høyde i forhold til utflyvningsretningen til rypene fra beiteområde eller dokk (jf Bevanger 1988b, Bevanger i trykk c).

Høyeste funnfrekvens (**tabell 3**) og nest høyeste mortalitetsindeks (**tabell 5**) er registrert i tilknytning til ledning 4. At det skjer så vidt mange kollisjoner i tilknytning til denne ledningen er interessant ettersom det ofte hevdes at spesielt mye fugl kolliderer når en kraftledning er nyoppført. Implisitt i dette ligger at fugler "lærer" å unngå kollisjoner med kunstige lufthindre. En mer dramatisk hypotese er selvsagt at en eventuell nedgang i registrerte kollisjoner over tid skyldes nedgang i bestanden som følge at økt dødelighet gjennom kraftledningskollisjoner! Da det i 1989/90 ble bygd en ny 22 kV-ledning i Mørkedalen, ble det derfor besluttet å starte patruljering langs et 1 km langt avsnitt av den nye ledningen. Målsettingen med dette er å følge utviklingen over så lang tid at eventuelle endringer i kollisjonshyppighet kan påvises.

**Populasjonsmessige aspekter.** Et naturlig og viktig spørsmål å stille er hvorvidt dødelighet på grunn av kraftledninger kan tenkes å influere negativt på bestandsutviklingen. Ut over det faktum at enhver form for dødelighet er med å redusere bestandsstørrelsen, er det lite konkret som på nåværende tidspunkt kan utledes om denne type dødelighetsfaktorer, ettersom de så langt er tillagt liten vekt innen småviltforskningen. Generelt har tetthetsuavhengige dødelighetsfaktorer som kraftledninger, predasjon og jakt vært antatt å bety lite for arter med relativt kort levetid og stor reproduksjonsevne. Dette til tross for at det blant viltbiologer har vært stor usikkerhet omkring hvorvidt mortalitetskomponenter er inne i bildet (jf Myrberget 1985). Mange rypeforskere mener imidlertid at predasjon i stor utstrekning regulerer rypebestanden (f.eks. Reynolds et al. 1988). Kraftledningsmortalitet kan følgelig heller ikke avvises som betydningsløs for populasjonen.



Det er viktig i dagens situasjon å være bevisst den økende betydning mennesket har - som habitat-manipulator, forurensner, jeger osv - dvs mennesket som predator og aktør i videste forstand. Langtidsforsøk med predasjonskontroll for ulike arter, med måling av effekter av jaktmortalitet og med måling av effekter av kraftledningsmortalitet og mortalitet som skyldes reingjerder, er en forutsetning for å høste kunnskap om hvordan forvaltning og bærekraftig høsting av småviltressurser skal utøves.

Rypene er trolig blant de arter som sist vil forsvinne fra norsk fauna ettersom de er meget godt tilpasset sitt miljø og således er "robuste" arter. Like fullt hadde det vært interessant og betydningsfullt å vite mer om lokale bestander i forhold til næringsmessig (eventuelt territoriell) bæreevne (jf Pedersen et al. 1992). Når det gjelder rype, finnes data som viser at kraftledninger tar flest fugl på etterjuls vinteren og vårparten, dvs høyst sannsynlig individer som skal reprodusere. Kraftledninger representerer altså fangstinnretninger som dreper fugl gjennom hele året innen avgrensede områder. Uttaket gjennom vanlig jakt skjer over større områder og er avgrenset i tid til noen få høst- og vintermånedene. Det er derfor berettiget grunn til å mistenke disse "jaktformene" for å ha forskjellig innvirkning på bestandsutviklingen. Kraftledninger som krysser rypehabitater på kryss og tvers kan tenkes å holde den lokale bestand under det nivå området har ressurser til, og/eller forårsake kortsiktige bestandsnedganger. På grunn av både langsiktige og kortsiktige fluktusjoner i bestanden av hønsefugl (Myrberget 1982, Angelstam et al. 1985, Lindén 1988, Myrberget 1988) (som også må tas i betraktning ved eventuelle kvantitative estimater av kollisjonsomfanget) vil det imidlertid kreve betydelig feltinnsats over tid å føre bevis for slike antagelser.

At det i hele undersøkelsesperioden tilsynelatende har vært en oppgang i bestanden (sett i forhold til territorielle vårstegger (tabell 5), kan tolkes slik at området har vært utsatt for et beskatningstrykk som ligger innenfor bestandens toleransegrenser. Det er imidlertid ikke mulig å si om denne oppgangen er tilsvarende stor som i et tilsvarende område uten kraftledninger ettersom det ikke er noe "kontrollområde".

## 4.2 "Kollisjonsteori"

Det er mange spørsmål som reiser seg i forbindelse med det faktum at så vidt mye rype drepes ved å fly mot kraftledninger; bl.a.

- hva er årsaken til at de er så utsatt for å kollidere?
- hvilke tiltak kan settes i verk for å avhjelpe problemet?

For å gi svar på hvorfor fugler kolliderer mot kraftledninger, må flere aspekter analyseres; det er ikke snakk om én årsak, men et sett av faktorer som virker sammen. Disse årsaksfaktorene kan grovt sett samles i fire grupper:

- biologiske
- topografiske
- meteorologiske (og geografiske)
- tekniske

### 4.2.1 Biologiske aspekter

Fuglers flyveferdigheter og synsevne står her sentralt. Men det er neppe tvil om at også andre livshistorieparametre kommer inn i bildet, f.eks. atferdsmønsteret i parringstiden.

**Aerodynamiske ferdigheter.** Det er store forskjeller med hensyn til fuglers flyveferdighet. De tre viktigste faktorer er vingelenge, vingereale og kroppsmasse. Zoologer som arbeider med dette som spesialfelt bruker nå multivariate analysemetoder for på en mer nyansert måte å studere vingemorfologi og derigjennom bedre forstå betydningen av ulike vingeformer i forhold til den enkelte arts spesielle miljøtilpasninger (Rayner 1988). Hønsefugl er blant de fuglegrupper som gjennom slike analysemetoder kommer ut med karakteristikken "dårlige flyvere". Rayners (1988) modell synes å ha betydelig forklaringsverdi, dvs stor verdi med hensyn til å kunne forutsi om en art er en potensiell kollisjonsart eller ikke (jf Bevanger i trykk a).

**Syn.** Fugl har generelt godt syn, men det er også betydelige ulikheter arter imellom (Sillman 1973, Schmidt-Morand 1992). De fleste fugler er såkalte monofoveale, dvs at de har én sentralgrop på netthinnen der tettheten av synsnerveceller (tapper) er særlig høy. Enkelte arter er imidlertid afoveale, dvs de har ingen sentralgrop, eventuelt bare et svakt

utviklet sentralområde. Det gjelder ifølge litteraturen de aller fleste hønsefugler. Dette innebærer at de både mangler evnen til binokulært syn samt at bildet som dannes i hjernen etter å ha passert øyet har liten oppløselighet, dvs lav skarphet. I en gitt situasjon kan dette selvsagt være fatalt.

**Generell økologi.** Stasjonære fuglearter som hekker på bakken, som finner det meste av sin næring på bakken, og som er tvunget til å være aktive selv om det er dårlig belysning, tilbringer naturlig nok det meste av tiden på bakken. Ryper og andre hønsefugler bærer rent morfologisk preg av dette, og mange hønsefuglearter er objektivt sett å betrakte som dårlige flyvere selv om de fleste fremdeles har bevart betydelig evne til å fly. Om våren er ikke minst rypene aktive i luften, og da særlig i forbindelse med territorieadferd. I sommerhalvåret flyr de lite, ettersom de kan bevege seg på bakken og finne det de trenger innen relativt begrensede arealer.

## 4.2.2 Topografiske aspekter

Terreng- og landskapsutforming har betydning for hvilke fuglearter som opptrer i et område ved siden av å influere på deres forflyttingsmønstre. Når det her snakkes om "topografi", omfatter det også vegetasjonsstruktur. Faktorer som trehøyde og tretetthet er naturlig nok av stor betydning både for flyvehøyde og -hastighet.

Ornitologer har lenge vært klar over at fugler benytter bestemte ledelinjer i terrenget når de beveger seg fra punkt A til B (jf Dobben 1955, Malmberg 1955, Mueller & Berger 1967, Alerstam 1977, Gylstorff 1979, Faanes 1987); det kan være åpne myrdrag og forsenkninger, åsrygger, elver eller kystlinjer. Kraftledninger som lokaliseres til slike steder kan medføre betydelig risiko for kollisjoner, spesielt hvis de legges på tvers av de dominerende flyveretningene.

Det er gjort få forsøk på å kvantifisere terrengparametre ved kollisjonsstedene for om mulig å skape et mer nyansert bilde av hvilke faktorer som fører til overhyppighet av kollisjoner. Dette har dels bakgrunn i at de fleste undersøkelser omkring kraftledningskollisjoner og fugl er foretatt i ensartet terreng innen sterkt begrensede arealer, og dels fordi det er vanskelig å finne objektive kriterier for bedømmelse av terrengformer. De største problemer synes knyttet til skalering; dvs vurdering av hva som er

store - eventuelt små - former. Det vil være betydelig variasjon fra person til person for hva som f.eks. oppfattes som "daler"-forsenkninger og "topper"-forhøyninger i terrenget.

Ved en undersøkelse foretatt i Midt-Norge (Bevanger 1990c) og i Finnmark (Bevanger i trykk c) ble det sett på hvordan topografien ved kollisjonssteder for henholdsvis skogsfugl og rype var i forhold til terrenget forøvrig langs traséen. Ettersom materialet ved begge disse undersøkelsene var relativt lite, var det vanskelig å komme fram til entydige konklusjoner, men det var sterke indikasjoner på at der ledningene krysset forsenkninger eller topper i terrenget, var det en overhyppighet av kollisjoner. Likeledes var det relativt klar sammenheng mellom høydelokaliseringen til linene i forhold til tretoppene. Flest kollisjoner fant sted der linene passerte like over tretoppene, kanskje ikke så rart ettersom trekronene danner en naturlig nedre flyvehøydegrense for bl.a. skogsfugl.

Ved undersøkelsen i Hemsedal er de samme parametre registrert som ved undersøkelsene i Midt-Norge og Finnmark. Dette materialet vil imidlertid bli presentert i en senere rapport. Det vil da være av en slik størrelse at det forhåpentligvis vil være mulig å trekke mer generelle slutninger om hvilke topografiske faktorer som er med og styrer kollisjonshyppigheten hos rype.

## 4.2.3 Meteorologiske og geografiske aspekter

Daglengde og lysforhold på våre breddegrader varierer sterkt fra årstid til årstid (Elkins 1988, Martin 1990). Med korte vinterdager og lange skumringsperioder er stasjonære fugler i perioder av året tvunget til å være aktive under dårlige lysforhold. Dagslyset midtvinters (inklusive skumringsperioden) ved Polarsirkelen (dvs 66° N) er bare 62 % av dagslyset ved 45° N (Elkins 1988). I tillegg vil perioder med dårlige værforhold gjøre sikten svært dårlig.

Undersøkelsen i Hemsedal synes så langt å gi sterke indikasjoner på at mange kollisjoner skjer i forbindelse med styggvårsperioder, uten at dette så langt har latt seg teste. En forutsetning for å kunne gjøre det er at kollisjonstidspunktet for ofrene er noenlunde kjent.

## 4.2.4 Tekniske aspekter

Det ble tidligere, fra ulike hold, antatt at fugler primært kolliderer mot mindre kraftledninger, dvs når faseledere og jordliner er tynne. Bakgrunnen for dette ligger i at problematikken generelt har vært relativt overfladisk behandlet i den forstand at det ikke har vært lagt vekt på det mangfold av variabler som er inne i bildet. Generaliseringer har preget en debatt som krever langt klarere definerte problemstillinger. Utgangspunktet må være biologisk/økologisk kunnskap om den enkelte art eller artsgruppe i forhold til spesifikke, tekniske utfordringer.

At den tekniske utforming av kraftledninger kan påvirke kollisjonshyppigheten hos hønsefugl, er det neppe tvil om. Hvilke faktorer som er av størst betydning er derimot ikke alltid like lett å avgjøre. Resultater både fra Midt-Norge og Polmak (Bevanger 1988a, Bevanger i trykk c) viser at hønsefugl kolliderer med kraftledninger fra 22 til 300 kV. I Hemsedal er indeksverdiene for forholdet mellom funn av kollisjonsdrepte ryper og observasjoner av levende ryper svært lik mellom 22 og 300 kV ledningen. Over Hemsedalsfjellet passerer en luftkabel tilhørende televerket. Funn av kollisjonsdrepte ryper i tilknytning til denne kabelen er også en bekreftelse på at objekter som i utgangspunktet kan fortone seg som lett synlige ikke nødvendigvis er ufarlige i kollisjonssammenheng.

Ut ifra de undersøkelsene som så langt er gjort i Norge når det gjelder hønsefugl, synes faseledernes tykkelse ikke å være av større betydning sammenlignet med f.eks. lokalisering av ledningene i forhold til de faktorer som er diskutert i avsnitt 4.2.2. Dette er også en følge av hønsefuglens aerodynamiske, visuelle og atferdsmessige forutsetninger (jf avsnitt 4.2.1). I tillegg kommer så de meteorologiske (og geografiske) faktorer som dårlig vær og dårlige lysforhold. Dette er også avgjørende for hvorvidt det kan forsvares å gå inn med f.eks. merkingstiltak av ledninger.

## 4.3 Tiltak

Kraftledninger er i første rekke farlige når deres høydelokalisering faller sammen med fuglens flyvehøyde. Problemet er selvsagt at fuglers flyvehøyde generelt ikke representerer noen statistisk parameter. Noen sikker lokaliseringshøyde for

luftliner i forhold til fugl eksisterer derfor ikke. Det finnes imidlertid metoder og tiltak som både hver for seg og sammen kan bidra til å senke kollisjonsfaren såfremt det på forhånd er innhentet opplysninger om lokale, avifaunistiske forhold. Herunder kommer modifisering av ledningsdesign og justering av høydelokalisering av faseledere og jordline og/eller konfigurasjon, dvs lokalisering i forhold til hverandre horisontalt eller vertikalt, og antall kretser. Det er for eksempel påvist at kollisjonsfaren vil øke med antall "etasjer" av liner. Enkelte steder er det gjort forsøk med fjerning av jordline (Beaulaurier 1981), noe som har ført til redusert kollisjonshyppighet hos visse arter. Det gjenstår å se hvorvidt fjerning av den underliggende jordlina på 22 kV-ledningen i Mørkedalen vil ha reduserende effekt på kollisjonshyppigheten hos rype.

Blant de tiltak som har fått størst oppmerksomhet er linemerking, og i løpet av de siste årene er det nærmest utviklet en egen linemerkingindustri med et imponerende utvalg av merkeanordninger. Uten i detalj å gå inn på ulike effekter av linemerking kan det slås fast at slik merking ikke har vist seg å være noen "endelig løsning" på problemene selv om enkelte undersøkelser har vist at merking av bestemte spenn har ført til nedgang i kollisjonshyppighet hos visse kollisjonsutsatte arter som svaner og traner (Folkestad 1978, 1980, Brown & Drewien i trykk, Morkill & Anderson i trykk).

I forhold til ryper, som i stor utstrekning også er aktive i perioder med dårlig belysning, samt spredd over store områder, sier det seg selv at merking hverken praktisk eller ut fra biologiske vurderinger er hensiktsmessig, uten i helt spesielle tilfeller. Det er m.a.o. så langt lite som kan iverksettes av tiltak for å hindre at ryper kolliderer, i alle fall hvis det tenkes i forhold til eksisterende ledningsmasse. Det sentrale punkt blir følgelig å dra økologisk fagkunnskap inn i en tidlig fase av planleggingen slik at det kan gis råd mht trasévalg. Forøvrig tilsier generell kunnskap at det ikke finnes universelle løsninger på kollisjonsproblematikken, men at ledningsdesign i første rekke må begrunnes ut fra hvilke arter tiltakene ønskes rettet mot.

## 5 Sammendrag

Fra april 1989 til mai 1992 er kollisjonsdrepte fugler i tilknytning til 4 kraftledningsavsnitt i Mørkedalen på Hemsedalsfjellet (61° 54' N, 8° 30' Ø) registrert. Ledningene ligger ca 1000 m o.h., innenfor et omlag 50 km<sup>2</sup> stort, typisk sørnorsk jaktterreng for rype, og er dominert av nordboreal bjørkeskog og mindre myrområder i de lavereliggende delene og snaufjell over ca 1200 m. De fire kraftledningsavsnittene ligger i tilknytning til 22, 66 og 300 kV-ledninger og er henholdsvis 2,5 og 1, 2,5 og 5 km lange. Ytterligere 20 km kraftledninger (av tilsvarende kategorier) er lokalisert innen området eller nærmere enn 1,5 km fra dets yttergrenser. Kollisjonsdrepte fugler og fjærrester er samlet inn ved at en person (vanligvis sammen med hund) har gjennomført ryddebeltet under kraftledningene så grundig som mulig. Patruljeringsintervall har i utgangspunktet vært én taksering hver 5. dag høst-, vinter- og vårmånedene (september-mai), og hver 10. dag om sommeren (juni-august). Tettheten av vårterritorier hos rype er kartlagt innen deler av området. Det er tilsammen registrert 246 sikre kollisjonsoffer av minst 22 arter under de ordinære patruljeringene hvorav 192 (78 %) er rype, for det aller meste liryper *Lagopus lagopus*, men også fjellrype *L. mutus* er funnet. Tallene representerer et absolutt minimum ettersom det ikke er korrigert for feilkilder (f.eks. at kollisjonsoffer raskt fjernes av åtsel-eterer). Mortalitetsindeksen (forholdet mellom antall kollisjonsoffer funnet og antall levende fugler observert) viser at flest kollisjoner skjer vinter og vår (desember-mai). Mest utsatt for kollisjoner er et 2,5 km langt avsnitt langs en 66 kV-ledning. I løpet av de tre jaktseongene (1989/90 - 1991/92) er totalt 281 ryper skutt innen området. Hvis det antas at de ledningsavsnittene som er patruljert er representative for de resterende kraftledningene som finnes i tilknytning til det 50 km<sup>2</sup> store jaktterreng, kan det beregnes at 62 % av samlet dødelighet forårsaket av jakt og kraftledningskollisjoner, skyldes kraftledninger. Antall vårterritorier hos lirype har økt fra 3,2 par pr km<sup>2</sup> i 1989 til 5,6 i 1992. I perioden 1989/90 til 1990/91 er det også registrert oppgang i jaktutbytte og antall kollisjonsdrepte ryper, mens det påfølgende år (1990/91-1991/2) var en nedgang. At det i hele undersøkelsesperioden har vært oppgang i bestanden indikerer at bestanden har vært utsatt for et beskatningstrykk som ligger innenfor dens toleransegrenser. Derved er ikke sagt at dødelighet som skyldes kraftledninger er uten betydning for populasjonsutviklingen. Det er ikke mulig å si

om den registrerte oppgangen er like stor som i et tilsvarende område uten kraftledninger.

## 6 Summary

Birds killed through colliding with power lines in alpine habitats in Hemsedal, southern Norway (61° 54' N, 8° 30' E), were recorded for three years (April 1989 to May 1992). The power lines are located in a 50 km<sup>2</sup> large, typical small game hunting area, dominated by northern boreal birch forest and small bogs in the lower areas and alpine heaths and bare rock above about 1200 m. A 5 km transmission-line section (300 kV) and 3 distribution line sections (22 and 66 kV) (6 km) have been patrolled every 5 days (every 10 days during June, July and August). Another 20 km of power lines are located inside the area or within 1.5 km of its boundaries. Collision victims and feather remains were collected by one person (normally accompanied by a trained, small game hunting dog) criss-crossing the area beneath the phase conductors. The number of spring territories for willow grouse *Lagopus lagopus* were also mapped in the same area. A total of 246 victims were found, representing at least 22 species, of which 192 (78%) were grouse, mostly willow grouse, although ptarmigan *L. mutus* were also recorded. These are minimum figures as no bias corrections have been made (e.g. search bias and scavenger bias). The most dangerous among the patrolled power lines seems to be a 2.5 km long section along a 66 kV distribution line. During the three hunting seasons (1989/90 - 1991/92) a total of 281 willow grouse were shot within the area. If the power lines patrolled are assumed to be representative for the remaining power lines in the 50 km<sup>2</sup> hunting area, it is estimated that 62% of the overall mortality caused by hunting and power-line collisions, is due to power-line mortality. The mean number of spring territories for willow grouse increased from 3.2 pairs per km<sup>2</sup> in 1989 to 5.6 in 1992. During the period 1989/90 to 1990/91, increases were also observed in the hunting yield and the number of power-line victims, whereas an opposite trend was observed the following year (1990/91-1991/2). The population increase recorded during the research period indicates that the mortality caused by the hunting and the power lines does not have a dramatically adverse effect on the population. This is, however, not the same as saying that the power-line induced mortality has no significance with regard to population development. It is impossible to say whether the recorded population increase is of the same magnitude as in a comparable area that lacks power lines.

## 7 Litteratur

- Alerstam, T. 1977. Why do migrating birds fly along coastlines? - *J. Theor. Biol.* 65: 699-712.
- Angelstam, P., Lindstrøm, E. and Widén, P. 1985. Synchronous short-term population fluctuations of some birds and mammals in Fennoscandia - occurrence and distribution. - *Holarct. Ecol.* 8: 285-298.
- Avery, M.L., Springer, P.F. & Dailey, N.S. 1980. Avian mortality at man-made structures: an annotated bibliography (revised). - U.S. Fish and Wildlife Service. Biological Services Program, National Power Plant Team, FWS/OBS-80/54: 1-152.
- Anon. 1973. Biotopvernvalg i foreningene. - *Jakt - fiske - friluftsliv* 102: 22-23, 62.
- Beaulaurier, D.L. 1981. Mitigation of bird collisions with transmission lines. - BPA, U.S. Dept. of Energy, Oregon. Report. 83 s.
- Bevanger, K. 1988a. Skogsfugl og kollisjoner med kraftledninger i midt-norsk skogsterreng. - *Økoforsk Rapp.* 9: 1-53.
- Bevanger, K. 1988b. Ornitologisk rapport fra befarings langs eksisterende kraftledning mellom Essandsjøen og svenskegrensen. - Upubl. rapport til Statkraft.
- Bevanger, K. 1990a. Rypekollisjoner mot kraftledninger i Hemsedal. - NINA Oppdragsmelding 49: 1-15.
- Bevanger, K. 1990b. Konflikt fugl/kraftledning i Polmak. - NINA Oppdragsmelding 47: 1-13.
- Bevanger, K. 1990c. Topographic aspects of transmission wire collision hazards to game birds in the Central Norwegian coniferous forest. - *Fauna norv. Ser. C, Cinclus* 13: 11-18.
- Bevanger, K. 1991. Willow grouse and power line collisions in Hemsedal, Southern Norway. - s. 420-423 i Csányi, S. & Ernhaft, J. (red.). Transactions XXth IUGB Congress, part 2.
- Bevanger, K. (i trykk a). Kraftledninger og hønsfugl. - *NJFF Rapp.*
- Bevanger, K. (i trykk b). Hunting mortality versus wire-strike mortality of willow grouse *Lagopus lagopus* in an upland area of southern Norway. - I EPRI (red.). Avian Interactions with Utility Structures. Proceedings International Workshop Miami 13-15 September 1992.
- Bevanger, K. (i trykk c). Fuglekollisjoner mot en 222 kV kraftledning i Polmak, Finnmark. - NINA Forskningsrapport.



- Bevanger, K. & Thingstad, P.G. 1988. Forholdet fugl-konstruksjoner for overføring av elektrisk energi. En oversikt over kunnskapsnivået. - Økoforsk Utretn. 1: 1-133.
- Bevanger, K., Bakke, Ø. & Engen, S., i manus. Corpse removal experiment with willow ptarmigan (*Lagopus lagopus*) in power-line corridors.
- Brown, W.M. & Drewien, R.C. (i trykk). - I EPRI (red.). Avian Interactions with Utility Structures. Proceedings International Workshop Miami 13-15 September 1992.
- Dobben, W.H. van. 1955. Nature and strength of the attraction exerted by leading lines. - s. 165-166 i Acta XI Congr. Internat. Ornith. Basel.
- Elkins, N. 1988. Weather and bird behaviour. - T. & A.D. Poyser, Calton. 239 s.
- Faanes, C.A. 1987. Bird behavior and mortality in relation to power lines in prairie habitats. - U.S. Fish Wildl. Serv. Tech. Rep. 7: 1-24.
- Folkestad, A.O. 1978. Kraftlinjer og fugl. En oppsummering av problemer og erfaringer med merking av kollisjonsutsatte spenn. - Fosse-kallen 25: 10-11.
- Folkestad, A.O. 1980. Kraftlinjekollisjonar som tapsfaktor for overvintrande songsvane, *Cygnus cygnus*, i Møre og Romsdal. - s. 169-175 i Kjos-Hanssen, O., Gunnerød, T.B., Mellquist, P. & Dammerud, O. (red.). Vassdragsregulerings virkninger på vilt. NVE, DVF, Oslo/Trondheim.
- Grotli, S. 1922. Fugledrap ved luftledninger. - Norsk orn. Tidsskr. 1: 125-126.
- Gylstorff, N.-H. 1979. Fugles kollisjoner med elledninger. - Upubl. hovedfagsoppgave, Univ. Århus. 107 s.
- Heitkøtter, O. 1972. Utvalg for biotopvern i foreningene. - Jakt - fiske - friluftsliv 101: 170-171.
- Heijnis, R. 1980. Vogeltoed durch Drahtanflüge bei Hochspannungsleitungen. - s. 111-129 i Ökol. Vögel 2, Sonderheft.
- Hiltunen, E. 1953. Om de förluster som flygning mot ledningar förorsakar hönsfåglarna (på finsk med svensk sammendrag). - Suomen Riista 8: 70-76, 200-201.
- Hoerschelmann, H., Haack, A. & Wohlgemuth, F. 1988. Verluste und Verhalten von Vögeln an einer 380 kV Freileitung. - Ökol. Vögel 10: 85-103.
- Johannessen, E. 1952. Ledningene dreper. - Jeger og fisker 81: 143-144.
- Lindén, H. 1988. Latitudinal gradients in predator-prey interactions, cyclicality and synchronism in voles and small game populations in Finland. - Oikos 52: 341-349.
- Malmberg, T. 1955. Topographical concentration of flight-lines. - s. 161-164 i Acta XI Congr. Internat. Ornith. Basel.
- Martin, G. 1990. Birds by night. - T. & A.D. Poyser, London. 227 s.
- Miquet, A. 1990. Mortality in Black Grouse *Tetrao tetrix* due to elevated cables. - Biol. Conserv. 54: 349-355.
- Morkill, A.E. & Anderson, S.H. (i trykk). Effectiveness of yellow aviation balls in reducing sandhill crane collisions with power lines. - I EPRI (red.). Avian Interactions with Utility Structures. Proceedings International Workshop Miami 13-15 September 1992.
- Mueller, H.C. & Berger, D.D. 1967. Wind drift, leading lines, and diurnal migrations. - Wilson Bull. 79: 50-63.
- Myrberget, S. 1976. En census metode for hekkende rypepar. - Fauna 29: 78-85.
- Myrberget, S. 1985. Is hunting mortality compensated for in grouse populations, with special reference to Willow Grouse? - s. 329-336 i XVIIth IUBG Congress, Brussels.
- Myrberget, S. 1982. Fluctuations in Norwegian populations of willow grouse, *Lagopus lagopus*, 1932-1971. - Meddelelser fra norsk viltforskning, 3,11: 1-31.
- Myrberget, S. 1988. Demography of an island population of willow ptarmigan in Northern Norway. - s. 379-419 i Bergerud, T. & Gratson, M.W. (red.). Adaptive strategies and population ecology of Northern Grouse. I. Population studies. University of Minnesota Press. Minneapolis, Minnesota, USA.
- Pedersen, H.C., Steen, J.B. & Andersen, R. 1983. Social organization and territorial behaviour in a willow ptarmigan population. - Ornis. Scand. 14: 263-272.
- Pedersen, P.H., Pedersen, H.C., Wegge, P. & Reimers, E. 1992. Predasjonskontroll - et hensiktsmessig viltstelltiltak? - s. 54-55 i NJFF (red.). Predasjonskontroll - et hensiktsmessig viltstelltiltak? Rapport 2.
- Putman, R.J. 1983. Carrion and dung: The decomposition of animal wastes. - Edward Arnold, London.
- Rayner, J.M.V. 1988. Form and function in avian flight. - s. 1-66 i Johnston, R.F. (red.). Current ornithology. 5. Plenum, New York.
- Rayner, J. 1991. On the aerodynamics of animal flight in ground effect. - Phil. Trans. R. Soc. Lond. B. 334: 119-128.

- Reynolds, J.C., Angelstam, P. & Redpath, S. 1988. Predators, their ecology and impacts on game-bird populations. - s. 72-97 i Hudson, P. & Rands, M.R.W. (red.). Ecology and management of gamebirds. BSP Professional Books.
- Schmidt-Morand, D. 1992. Vision in the animal kingdom. - *Veterinary International* 4,1: 3-32.
- Scott, R.E., Roberts, L.J. and Cadbury, C.J. 1972. Bird deaths from power lines at Dungeness. - *British Birds* 65: 273-286.
- Sillman, A.J. 1973. Avian vision. - s. 349-387 i Farner, D.S. & King, J.R. (red.). Avian biology. III. Academic Press, New York & London.
- Stanghelle, E. 1985. Jo, høyspentlinjene tar mye fugl! - *Villmarksliv* 13: 73.
- Statistisk sentralbyrå 1990. - *Elektrisitetsstatistikk* 1988: 1-93.
- Swensen, G. 1975. Unødige naturforringelser. - *Jakt - fiske - friluftsliv* 104: 23, 43,
- Sørum, L. 1950. Fugleviltundersøkelser på laboratoriet. - *Jeger og fisker* 79: 55-65.
- Thingstad, P.G. 1989. Kraftledning/fugl-problematikk i Grunnfjorden naturreservat, Øksnes kommune, Nordland. - Univ. i Trondheim, Vitenskapsmuseet. Zool. avd. Notat 2: 1-19.
- Wadén, D.J. 1904. Diskusjonskommentar. - *Norges jeger- og fiskerforbunds Tidsskr.* 33: 257.
- Watson, A. 1981. Effects of human impact on ptarmigan and red grouse near skilifts in Scotland. - *Rapport ITE* 1981: 51.
- Wilsø, E. 1951. Hvilken rolle spiller kraft- og telefonledninger når det gjelder desimeringen av vår bestand av matnyttig fuglevilt? - *Jeger og fisker* 80: 197-198.

## Vedlegg 1

Ved siden av NINAs grunnbevilgning er prosjektet finansiert gjennom bidrag fra en rekke institusjoner, og i perioden 1989-92 har prosjektet mottatt ekstern økonomisk støtte på i alt 248 600.

---

	1989	1990	1991	1992
Viltfondsmidler (DN)	40 000	30 000		
Fylkesmannen i Nord-Trøndelag	15 000			
Fylkesmannen i Buskerud	14 000	15 000	15 000	8 000
NVE Elektrisitetsdirektoratet		10 000		
NOR Energi		5 000		
Nord-Trøndelag El.verk		2 000	4 000	
Oslo Lysverker		2 000		
A/S Eidefoss			1 000	1 600
Tafjord Kraftselskap			2 000	2 000
Hedmark Energiverk			2 000	2 000
EB Norsk Kabel			5 000	
Rauma Komm. Kraftverk		2 000	4 000	
Sør-Trøndelag Kraftselskap		2 000	2 000	
Hemsedal Komm. Elforsyning		8 000	8 000	
Norges Energiverkforbund			5 000	
Troms Kraftforsyning			2 000	
Bergenshalvøens Komm. Kraftselskap			2 000	
Møre og Romsdal Energiverk			2 000	2 000
Svorka Kraftselskap			2 500	2 500
Hafslund Nycomed AS			2 000	2 000
Istad Kraftselskap AS		2 000	2 000	
Vest-Agder Elektrisitetsverk		2 000	2 000	2 000
Sognekraft AS		2 000	3 000	2 000
Saudefaldene AS		2 000	2 000	2 000
Sogn og Fjordane Energiverk			2 000	
<b>Totalt</b>	<b>69 000</b>	<b>84 000</b>	<b>69 500</b>	<b>26 100</b>

---

193

nina  
oppdrags-  
melding

ISSN 0802-4103  
ISBN 82-426-0331-6

Norsk institutt for  
naturforskning  
Tungasletta 2  
7005 Trondheim  
Tel. 07 58 05 00