

0 40

# forskningsrapport

Fuglekollisjoner mot en  
220 kV kraftledning  
i Polmak, Finnmark

Kjetil Bevanger



NINA

NORSK INSTITUTT FOR NATURFORSKNING

# Fuglekollisjoner mot en 220 kV kraftledning i Polmak, Finnmark

Kjetil Bevanger

## NINAs publikasjoner

NINA utgir seks ulike faste publikasjoner:

### NINA Forskningsrapport

Her publiseres resultater av NINAs eget forskningsarbeid, i den hensikt å spre forskningsresultater fra institusjonen til et større publikum. Forskningsrapporter utgis som et alternativ til internasjonal publisering, der tidsaspekt, materialets art, målgruppe m.m. gjør dette nødvendig.

### NINA Utredning

Serien omfatter problemoversikter, kartlegging av kunnskapsnivået innen et emne, litteraturstudier, sammenstilling av andres materiale og annet som ikke primært er et resultat av NINAs egen forskningsaktivitet.

### NINA Oppdragsmelding

Dette er det minimum av rapportering som NINA gir til oppdragsgiver etter fullført forsknings- eller utredningsprosjekt. Opplaget er begrenset.

### NINA Notat

Serien inneholder symposie-referater, korte faglige redegjørelser, statusrapporter, prosjektskisser o.l. i hovedsak rettet mot NINAs egne ansatte eller kolleger og institusjoner som arbeider med tilsvarende emner. Opplaget er begrenset.

### NINA Temahefter

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

### NINA Fakta-ark

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

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

Bevanger, K. 1993. Fuglekollisjoner mot en 220 kV kraftledning i Polmak, Finnmark. - NINA Forskningsrapport 40: 1-26.

Trondheim mars 1993

ISSN 0802-3093

ISBN 82-426-0334-0

Forvaltningsområde:

Norsk: Naturinngrep – vassdrag

Engelsk: Water regulation

Rettighetshaver ©:

NINA Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

Redaksjon:

Eli Fremstad

NINA, Trondheim

Design og layout:

Eva M. Schjetne

Kari Sivertsen

Alfhild M. Borgen

Tegnekontoret NINA

Sats: NINA

Trykk: Strindheim Trykkeri AL

Opplag: 400

Trykt på klorfritt papir

Kontaktadresse:

NINA

Tungasletta 2

7005 Trondheim

Tel: 07 58 05 00

## Referat

Bevanger, K. 1993. Fuglekollisjoner mot en 220 kV kraftledning i Polmak, Finnmark. - NINA Forskningsrapport 40: 1-26.

Et 3800 m langt avsnitt av en 220 kV kraftledning mellom Polmakdalen i Øst-Finnmark og riksgrensen mot Finland (ca 70° N, 28° Ø), er gjennom en treårsperiode (desember 1989-november 1992) patruljert (tilsammen 446,3 km) med henblikk på registrering av kollisjonsdrepte fugler. Det ble i alt registrert 41 kollisjonsoffer, hvorav 37 var ryper, primært lirype *Lagopus lagopus*. Flest ryper ble funnet i perioden mars-mai (n = 25), hvilket innebærer en mortalitetsindeks (forholdet mellom antall døde fugler funnet og antall levende fugler observert) på 2,5. Dette indikerer et større kollisjonsomfang enn det tilsvarende undersøkelser i Sør-Norge har vist. Sammenligning av frekvensfordeling av enkelte topografiske og tekniske parametre på funnstedene med frekvensfordeling av tilsvarende parametre langs hele det patruljerte kraftledningsavsnittet, viser bl.a. at flest kollisjoner skjer der linehøyden er over 16 meter, dvs der linene krysser forsenkninger i terrenget. Det antas at rypene bl.a. følger slike terrengformasjoner når de forflytter seg fra ett sted til et annet. For den patruljerte del av kraftledningen i Polmak er det fra et faglig synspunkt ikke grunnlag for å gå inn for spesielle tiltak. Dette begrunnes ut fra det kollisjonsomfang som ble påvist og den generelle kunnskap en i dag sitter inne med i forhold til effekter av merking og andre tekniske modifikasjoner.

Emneord: Kraftledninger - fugl - konflikter.

Kjetil Bevanger, Norsk institutt for naturforskning, Tungasletta 2, 7005 Trondheim.

## Abstract

Bevanger, K. 1993. Bird collisions with a 220 kV transmission line in Polmak, Finnmark. - NINA Forskningsrapport 40: 1-26.

A 3800 m long section of a transmission line in Polmak, Finnmark, northeastern Norway (ca. 70° N, 28° E), has been patrolled for 446.3 km to find collision victims during a three year period (December 1989-November 1992). A total of 41 collision casualties were found, 37 of which were willow grouse *Lagopus lagopus*. Most of the victims were found during the period March-May, i.e. a mortality index (the ratio between the number of victims found and the number of live birds observed during the patrols) of 2.5, indicating a higher collision extent than found in connection to comparable categories of transmission lines in southern Norway. When frequency distributions of some topographic and technical parameters at the collision spots are compared with the frequency distribution of the same parameters along the patrolled section, it appears that most collisions take place where the conductors are more than 16 m above ground level, i.e. where they cross depressions in the terrain. It is thought that willow grouse frequently follow depressions in the terrain when flying from one place to another. There is no scientific basis for imposing modifications for the patrolled transmission-line section. This conclusion is based on the species observed as collision victims and current knowledge about the effectiveness of mitigating measures such as line marking and other technical modifications.

Key words: Transmission lines - birds - conflicts.

Kjetil Bevanger, Norwegian Institute for Nature Research, Tungasletta 2, N-7005 Trondheim.



## Forord

Undersøkelsen er utført på bakgrunn av de konsesjonsbetingelser som er utformet i forbindelse med etablering av en 220 kV overføringsledning fra Varangerbotn til Finland (jf Statkraft 1984, 1985). Statkraft (nå Statnett), NVE Energidirektoratet og Direktoratet for naturforvaltning (DN) har hver bidratt med 1/3 av prosjektets kostnader. Fylkesmannen i Finnmark, miljøvernavdelingen og Statsskog Finnmark, fjelltjenesten, har bidratt med betydelige ressurser til prosjektet som ikke er kommet inn under det ordinære budsjett, både i form av lønnskostnader og driftsmateriell. Statsskog Finnmark, fjelltjenesten, har utført det meste av feltarbeidet. Følgende personer har utført feltarbeidet: Gunnar Henriksen, Ketil Isaksen, Leif Arne Iversen, Arne-Petter Sarre, Kåre Larsen, Erik Lund, Sverre Pavel, Alfred Ørjebu og Morten Aasheim. I tillegg har en rekke personer vært med som "ekstrahjelp" ved ulike anledninger. Prosjektleder retter en hjertelig takk til alle for et særdeles godt samarbeid og til Gunnar Henriksen, Arne Olsen og Knut Stabell for konstruktive kommentarer til rapportmanus og til Knut Kringstad for framstilling av rapportens figurer. En spesiell takk til viltforvalter Gunnar Henriksen i Finnmark som har vært prosjektets lokale koordinator.

Trondheim januar 1993

Kjetil Bevanger

prosjektleder

## Innhold

<b>Referat</b> .....	3
<b>Abstract</b> .....	3
<b>Forord</b> .....	4
<b>1 Innledning</b> .....	5
<b>2 Metoder og materiale</b> .....	5
2.1 Undersøkesområdet .....	5
2.2 Patuljeringsstraseén .....	5
2.3 Patuljeringsmetodikk .....	7
2.4 Utleggingsforsøk .....	8
2.5 "Fuglelense" .....	8
<b>3 Resultater</b> .....	9
<b>4 Diskusjon</b> .....	15
4.1 Kvalitative og kvantitative aspekter .....	15
4.2 "Kollisjonsteori" .....	17
4.2.1 Biologiske aspekter .....	18
4.2.2 Topografiske aspekter .....	18
4.2.3 Meteorologiske og geografiske aspekter .....	21
4.2.4 Tekniske aspekter .....	21
4.3 Tiltak .....	22
4.4 Sluttbetraktninger .....	22
<b>5 Sammendrag</b> .....	23
<b>6 Summary</b> .....	24
<b>7 Litteratur</b> .....	24

# 1 Innledning

Kraftledninger har lenge vært en kjent dødelighetsfaktor for fugl i Norge, også i områder med relativt lave bestander (Wadén 1904, Grotli 1922, Sørnum 1950, Wilse 1951, Johannessen 1952, Heitkøtter 1972, Anon. 1973, Swensen 1975, Stanghelle 1985). Undersøkelser de senere år har vist at mange arter er utsatt for slike ulykker, i særlig grad hønsfugl (Bevanger 1988, 1990a, i trykk a og b, Bevanger & Sandaker i trykk).

Ved siden av de etiske aspekter ved at fugl påføres lidelser og dødelige skader ved kollisjoner mot kraftledninger, er problematikken interessant både fra et økonomisk (jaktbare arter) og miljøforvaltningssynspunkt (sårbare/truete arter). Strømprudd som følge av at fugl kolliderer eller lager jord- eller kortslutning (electrocution), skaper dessuten betydelige problemer for enkelte energiverk (Bevanger & Thingstad 1988). Problemet har vært viet forholdsvis liten oppmerksomhet i Norge sammenlignet med i mange andre land. Med de spesielle forhold en har her i landet, bl.a. med tanke på faunasammensetning, topografi og klima, er det ofte vanskelig med direkte overføring av kunnskap fra andre steder. Det er derfor nødvendig å innhente kvalitative og kvantitative data i hvert enkelt tilfelle ved nyetableringer eller ombygging av kraftledninger hvis eventuelle skadevirkninger i forhold til fuglefaunaen ønskes vurdert.

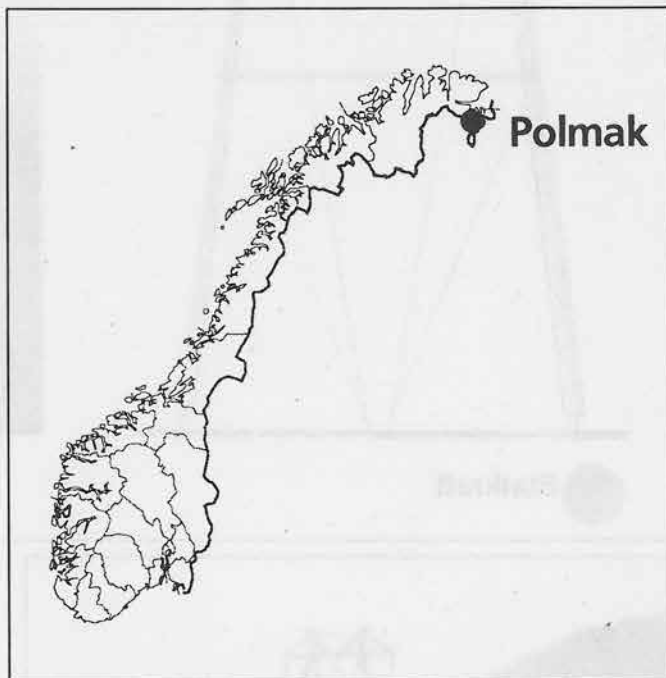
Det er redegjort nærmere for prosjektets bakgrunn i NINA Oppdragsmelding 47 (Bevanger 1990b) og rapporter fra Statkraft (1984, 1985). Ifølge konsesjonsvilkårene for 220 kV overføringsledning Varangerbotn-Polmak (riksgrænse Finland) kan Statkraft etter nærmere bestemmelser fra Energidirektoratet "pålegges å delta i undersøkelser av kraftledningers innvirkning på fugletrekk etter et program som utarbeides av Energidirektoratet i samarbeid med Direktoratet for naturforvaltning (DN). Undersøkelsen skal ta sikte på å finne fram til praktiske foranstaltninger som hindrer eller motvirker fugls kollisjoner med kraftledninger".

Den primære målsetting har vært å samle data om hvilke fuglearter som kolliderer med kraftledningen, og som kan danne grunnlag for diskusjon av kollisjonsomfang, samt identifisere strekninger hvor slike ulykker forekommer. I tillegg har datainnsamlingen vært lagt opp slik at det ved kollisjonsstedene er samlet opplysninger omkring terreng og vegetasjonsforhold.

# 2 Metoder og materiale

## 2.1 Undersøkellesområdet

Kraftledningen ligger i Unjárgga-Nesseby og Deatnu-Tana kommuner i Finnmark, og går fra Varangerbotn over Seidafjell, langs Tanaelva og inn i Finland. Den patruljerte strekningen ligger i Polmak, Deatnu-Tana kommune (ca 70° N, 28° Ø), og strekker seg fra Polmakelva vestover til riksgrensen (**figur 1**).

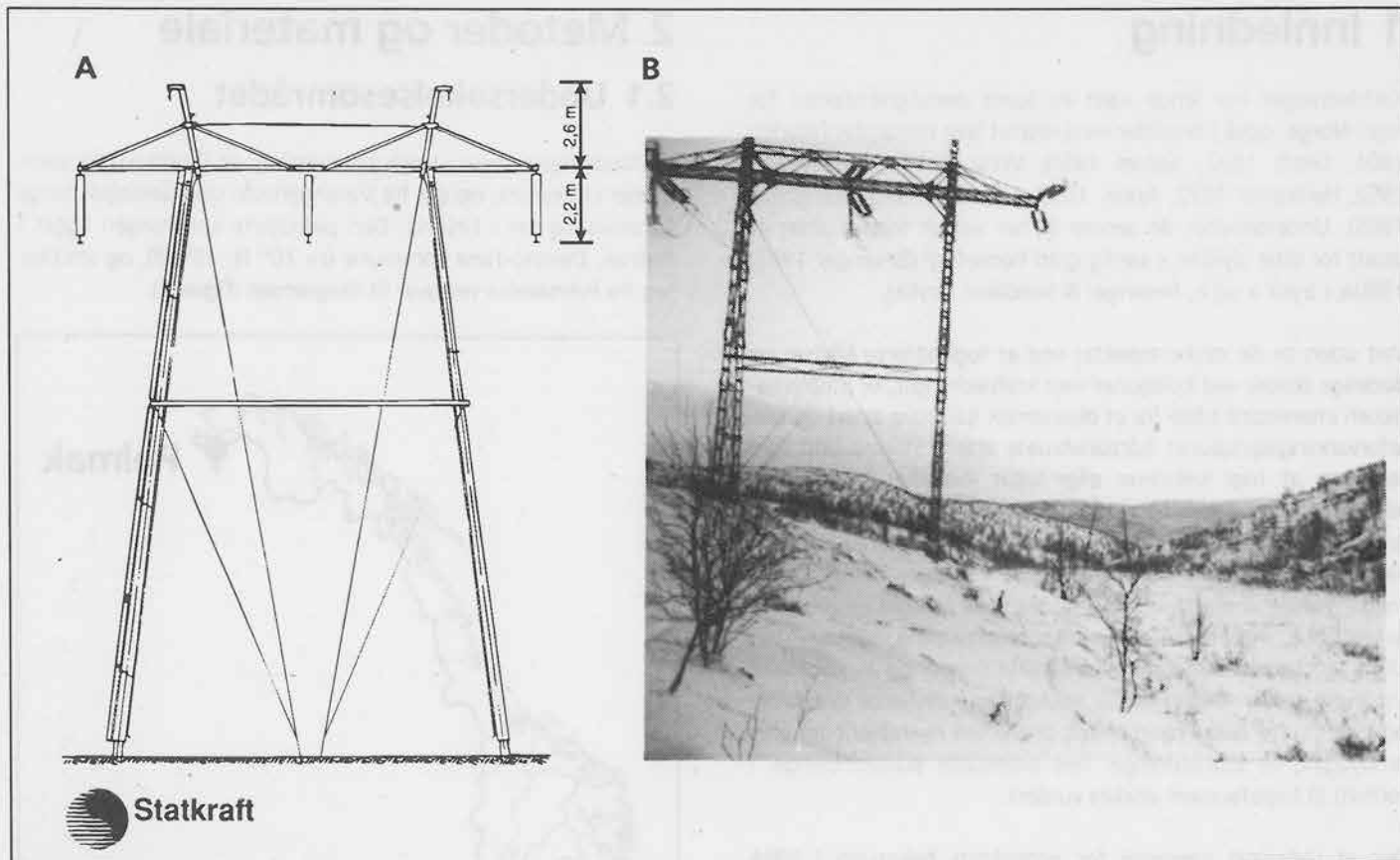


**Figur 1.**

Kraftledningen ligger i Polmakdalen, Deatnu-Tana kommune i Øst-Finnmark, ca 70° N, 28° Ø. - The transmission line is located in the Polmak valley, eastern Finnmark, at about 70° N, 28° E.

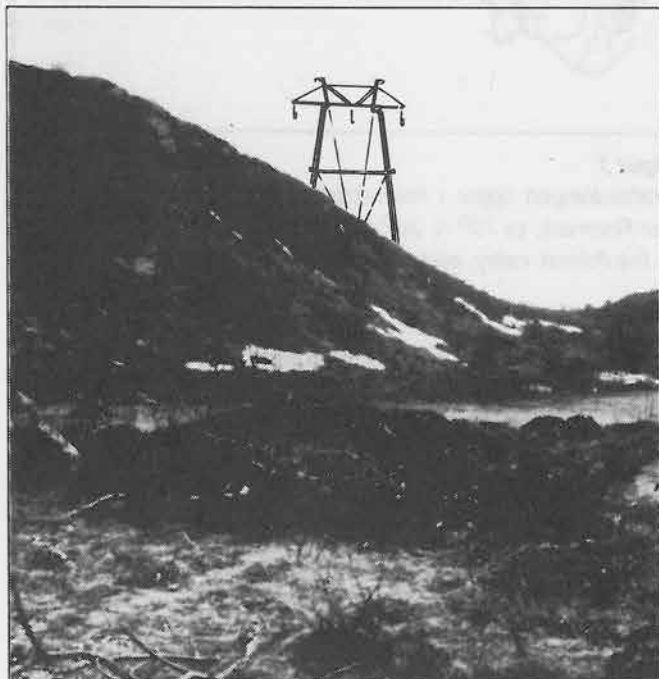
## 2.2 Patruljeringstraséen

Kraftledningen ble bygget i 1987-88 og linene strukket i perioden januar-april 1988. Den har én kurs, trefase (duplex) og to overliggende topliner. For mastebilder vises til **figur 2**. Det 3800 m lange patruljeringssnittet ligger mellom mast nr. 116/117 ved berghamrene øst for Polmakelva (ca 20 m o.h.) og mast 131/132 (ca 115 m o.h.) ved riksgrensen (jf **figur 11**). Traséens høyeste punkt ligger ca 125 m o.h. For ytterligere tekniske data vises til **tabell 1**.



**Figur 2**

Det er benyttet to mastetyper, hvorav type A er den vanligste langs det patruljerte avsnittet. - The pylons used have two different designs, of which type A is the dominant one along the patrolled section.



**Figur 3**

Parti fra den patruljerte delen av 220 kV-ledningen mellom Varangerbotn og Finland med funnsted for kollisjonsdøpt type i forgrunnen. - Habitat at a willow grouse collision spot on the patrolled section of the 220 kV transmission line between Varangerbotn and Finland.

Terrenget langs traséens første 950 m, dvs fra kryssingen av Polmakdalen (regnet fra området mellom mast 116 og 117), er flatt. Polmakelva skjærer ca 15 m ned i løsmasser, i en bredde av 35-40 m, midt i dalbunnen. Ved vestbredden dannes en bratt, ca 35 m høy skråning. Herfra inn til riksgrensen stiger traséen relativt jevnt. Terrenget fra Polmakdalen og vestover mot grensen er småkupert med spredt bjørkeskog skiftende med åpne myrpartier og tørre rabber (**figur 3**). Selve flata i dalbunnen har til dels tett vegetasjon av bjørk og vier.

Terrenget har begrenset interesse i jaktsammenheng, men fra Tanadalen opp mot Polmakvatnet - med tilhørende våtmarksområder - skjer vår- og høsttrekk av en rekke vannfuglarter (G. Henriksen pers. medd.).

## 2.3 Patruljeringsmetodikk

Metodikken går i korthet ut på at en eller flere personer (vanligvis sammen med hund) går langs kraftledningen og leter etter kollisjonsdrepte fugler og fjærrester (jf Bevanger 1988). Det primære søksområdet 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 primært ski benyttet.

Takseringsintervall har i utgangspunktet vært én taksering hver uke høst-, vinter- og vårmånedene (september-mai), og annen hver uke om sommeren (juni-august). Vinters tid er imidlertid værforholdene ofte slik at mindre forskyvninger blir nødvendig. Arbeidsforholdene er også vanskelige på grunn av dårlige lysforhold, spesielt i desember og januar. Det har forekommet at traséen på østsida av elva (dvs ca 500 m) ikke har latt seg patruljere; i første rekke under islegging om høsten og isgang om våren. Ved utregninger av funnfrekvens er det korrigeret for dette.

Eget kodeskjema er benyttet ved innsamling av data (jf Bevanger 1990b). Funn er dokumentert gjennom innsamling av kollisjonsdrepte fugler, fjær, bein eller andre rester. Dette er også viktig for å hindre dobbeltregistreringer. For alle funnsteder er det registrert 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

**Tabell 1.** Tekniske data for et patruljert kraftledningsavsnitt (220 kV) i Polmak, Øst-Finnmark, 1989-92. - Technical data for a transmission-line (220 kV) section searched for collision victims in Polmak during 1989-92.

Spenning (kV) - Voltage (kV)	220
Distanse patruljert (m) - Distance patrolled (m)	3800
Antall patruljeringer - No. of patrols	118
Tid og patruljeringsdistanse (km) - Time and distance patrolled (km):	
mars-mai - March-May	133
juni-august - June-August	75,4
september-november - September-November	124,2
desember-februar - December-February	113,7
Total patruljeringsdistanse (km) - Total distance patrolled (km)	446,3
Patruljeringsperiode - (første/ siste patruljering) - Patrol period (first/last patrol)	06.12.89 / 29.11.92
Antall faseledere (duplex)/nivå - No. of phase conductors/levels	3/1
Antall jordliner - No. of earth wires	2
Faselederdiameter - (FeAl 150) Phase conductor diameter (mm) - (FeAl 150)	21,66
Jordlinediameter (mm) - (Fe 70) Earth wire diameter (mm) - (Fe 70)	10,66
Mast-/stolpehøyde (bakke-underkant travers) (m) - Pylon/pole height (ground-crossarm) (m)	15-20
Avstand mellom faseledere (m) - Distance between phase conductors (m)	6-8
Konstruksjonsår - Construction year	1987-88
Ryddebeltes bredde (m) - Width of clear-felled area (m)	ca 30
Takseringsavsnittets høyest/laveste punkt (m o.h.) - Highest/lowest point of patrolled section (m a.s.l.)	125/20

parametre som er målt ved funnstedene, er det på samme måte som ved funnstedene foretatt topografi- og linehøydemålinger for hver 200 m; i alt 19 punkter. Den generelle bestand av rypen 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.



Data for rypebestanden generelt, sett i forhold til smånager-syklus, er dokumentert i forbindelse med andre prosjekter i Finnmark (jf Lund 1992).

## 2.4 Utleggingsforsøk

Den lokale "omsetningshastighet" av ledningsdrept fugl (dvs fugl fjernet av åtseletere), er registrert gjennom utleggingsforsøk med rype. I 1990 ble hver måned, vår og høst, en rype tilfeldig plassert et sted i traséen. Tiden det har tatt før fuglen ble nedsnødd, fjernet eller bispist av rovdyr/åtseletere er kontrollert (jf Bevanger 1990b).

## 2.5 "Fuglelense"

For at eventuelle kollisjonsoffer ikke skulle forsvinne i Polmak-elva (der ledningen krysser denne), ble det konstruert et lense-system (**figur 4**) (jf Bevanger 1990b). Oppfangingsystemet ble operativt ultimo mai 1990 og ble også benyttet sommeren 1991. Daglig ettersyn ble foretatt av en person bosatt i Polmak-dalen.



**Figur 4**

Lensesystem i Polmakelva ved kryssingspunktet for kraftledningen for oppfangning av eventuelle kollisjonsofre. -Boom system in the Polmak river at the transmission-line crossing point, to catch possible wire-strike victims.

### 3 Resultater

Det er tilsammen registrert 41 sikre kollisjonsoffer av minst fire arter. I tillegg er det ved to anledninger observert skadet (men flyvedyktig) fugl i tilknytning til traséen (1 hønhøke og 1 rype) som kan tenkes å være resultat av kollisjoner. I alt 37 av funnene er rype: dvs 90 %. Ved siden av ryper (trolig for det aller meste liryper *Lagopus lagopus*, uten at dette er mulig å verifisere da mange av funnene bare består av fjærdunger), er det funnet rester etter en liten spurvefugl, en liten vader og ei kråke. Ett av kollisjonsobjektene kunne ikke identifiseres.

Langt de fleste funn er gjort i perioden mars-mai og antall funn har vært økende i perioden 1990-92 (**tabell 2**). Funnfrekvens (**tabell 3**) (dvs antall kollisjonsoffer funnet pr 10 km patruljert kraftledning) og mortalitetsindeks (dvs forholdet mellom antall kollisjonsoffer funnet og antall levende fulgler observert) er klart høyest i vårmånedene, men vinterverdiene er også relativt høye. Et fåtall arter er observert under takseringene; rype, kongeørn, fjellvåk, kråke, skjære og ravn. Laksand og krikkand er observert flyvende opp/ned langs elva. Det synes å ha vært en klar oppgang i rypebestanden fram til og med vinteren 1991/92 målt ut fra antall observasjoner (**tabell 2**).

**Tabell 3.** Funnfrekvens av rype, dvs antall kollisjonsdrepte ryper funnet pr 10 km kraftledning patruljert, langs et 3800 m langt kraftledningsavsnitt (220 kV) i Polmak, Øst-Finnmark. Undersøkelsen er foretatt i perioden 6 desember 1989 - 29 november 1992 og funnfrekvens er beregnet for separate årstider. Antall kollisjonsofre funnet er angitt i parentes. - Finding frequency, i.e. number of willow grouse wire strike victims found per 10 km of transmission-line patrolled along a 3800 m long section of a 220 kV transmission line in Polmak, eastern Finnmark. The fieldwork was carried out from December 1989 to 29 November 1992 and the finding frequency has been calculated separately for the individual seasons. The number of collision victims found is in brackets.

mars-mai - March-May	1,88 (25)
juni-august - June-August	0,40 (3)
sept.-nov. - Sept.-Nov.	0,16 (2)
des.-feb. - Dec.-Feb.	0,62 (7)

**Tabell 2.** Rypefunn under et 3800 m kraftledningsavsnitt (220 kV) i Polmak, Øst-Finnmark, i perioden 6 desember 1989 - 29 november 1992, fordelt på år og årstid. Observasjoner av ryper (flokk, kull, par, enlig individ etc. regnet som 1 observasjon) langs kraftledningsavsnittet er gitt i parentes. Mortalitetindeks (forholdet mellom antall kollisjonsoffer funnet og antall levende fugler observert) er beregnet på grunnlag av hele perioden. \* Alle tre funn besto av kvite fjærhauger, hvilket innebærer at fuglene er drept i løpet av vinterhalvåret. - Willow grouse casualties found beneath a 3800 m long transmission-line section patrolled in Polmak, northern Norway in 1989-92, according to year and season. Willow grouse observations (flock, brood, pair, single bird, etc. recorded as one observation) during the patrols are given in brackets. Mortality index (ratio between number of collision victims found and number of live birds observed) is calculated on the basis of the whole period.

\* The three casualties were spots of only white feathers, indicating that the collisions had taken place during the winter period.

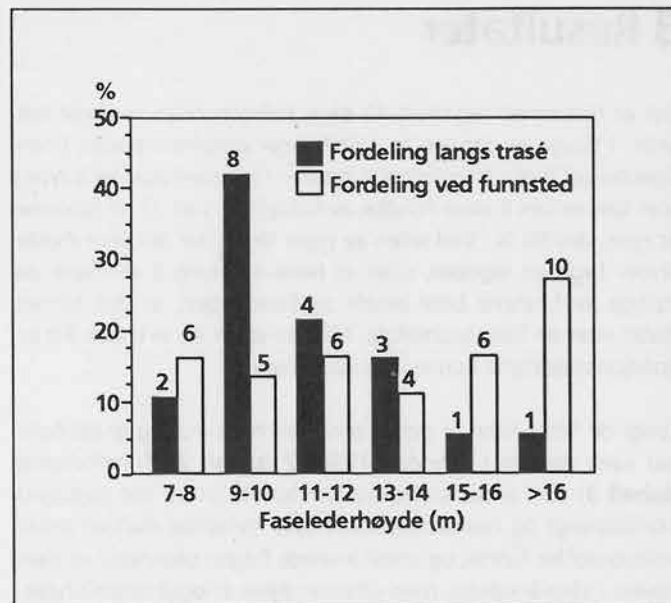
Årstid - Season	1989/90	1990/91	1991/92	Mortalitetsindeks - Mortality index
des.-februar - Dec.-Feb.	1 (0)	6 (3)	0 (10)	0,54 (7/13)
mars-mai - March-May	3 (3)	5 (2)	17 (5)	2,5 (25/10)
juni-august - June-August	1 (0)	2 (1)	0 (0)	3,0 (3/1)*
sept.-nov. - Sept.-Nov.	2 (5)	0 (3)	0 (0)	0,25 (2/8)
Total	7 (8)	13 (9)	17 (15)	

Lensesystemet for oppfangning av eventuelle kollisjonsoffer over Polmakelva ble avviklet ved islegging høsten 1991. Lensa hadde da vært operativ to sesonger. Det ble ikke foretatt systematisk registrering over lengre perioder av trekkaktiviteten av fugl langs Polmakelva. I forbindelse med etablering, ettersyn og vedlikehold av lensa ble likevel relativt mange timer tilbrakt ved elva. Ut fra de observasjoner som ble gjort synes det om våren å være betydelig trekkaktivitet langs elva, i første rekke av ender, men det ble også registrert gjess. Til tross for observasjoner av "nestenulykker", ble det ikke funnet kollisjonsdrepte fugl i lensa.

Utleggingsforsøkene viste en relativ rask omsetning av ryper. Modellen som er utviklet for å korrigere for fjerning av kollisjons ofre (Bevanger et al. i manus) forutsetter imidlertid at det også blir funnet kollisjonsdrepte fugler. Rypetettheten var i 1990 særdeles lav, og det ble bare gjort sikre funn av fire kollisjonsdrepte ryper i perioden fra og med desember 1989 til og med mai 1990. I perioden fra og med september til og med november 1990 ble det funnet to ryper. De utlagte rypene forsvant relativt hurtig, men usikkerheten i materialet er imidlertid så stor at det har liten verdi å estimere usikkerhet i funnfrekvens på bakgrunn av utleggingsforsøkene. Ved så lave tettheter av fugl er det nødvendig med flere utlegg enn det som ble benyttet i Polmak. Dette ble også vurdert underveis, men faren for at eventuelle utleggsryper skulle registreres som virkelige kollisjonsoffer gjorde at utleggingsforsøksdelen av undersøkelsen ble nedprioritert.

Frekvensfordeling av ulike terrengformasjoner (inklusive måling av linehøyder) langs det patruljerte avsnittet, framskaffet gjennom dataopptak for hver 200 m, er sammenlignet med frekvensfordeling av de samme parametre på funnstedene. Det er i første rekke lagt vekt på faseledershøyde, trehøyde, avstand til skogkant og terreghelling på tvers av og parallelt med traséen. Høyden på jordline i forhold til faseledere varierer relativt lite og er ved 18 av de 19 målingene som er utført for hver 200 m langs traséen, målt til 2 m, mens den i ett tilfelle er målt til 3 m. Ved kollisjonsstedene er avstanden målt til 2 og 3 meter, unntatt ved fire funnsteder hvor den er målt til 4 m.

**Figur 5** viser fordeling av faseledershøyde langs traséen og faseledershøyde der kollisjons ofrene er funnet. Frekvensfordelingsmålingene for hver 200 m langs traséen viser at vel 42 % av det patruljerte ledningsavsnittet har faseledershøyder fra 9 til 10 m, mens 13,5 % av de kollisjonsdrepte rypene er funnet i tilknytning til slike linehøyder. Vel 5 % av ledningen har faseledere som er lokalisert høyere enn 16 m over bakken. Imidlertid er 27 % av alle de kollisjonsdrepte rypene funnet i tilknytning til linehøyder over 16 m. Mens 10,5 % av ledningen har faseledere

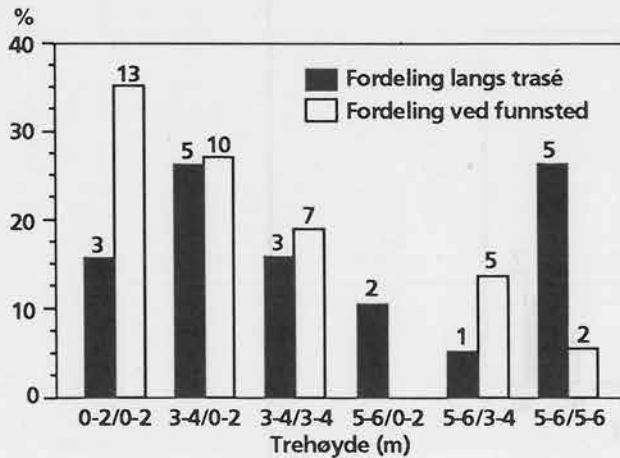


**Figur 5**

Bakkehøyde for faseledere er målt ved alle funnsteder for kollisjonsdrepte fugler og for hver 200 m (i alt 19 punkter) langs det patruljerte kraftledningsavsnittet. Figuren viser frekvensfordeling av faseledershøyde langs kraftledningstraséen (svart søyle) og ved funnstedene (hvit søyle). - Conductor heights were measured at each wire-strike site and every 200 m (19 spots) along the patrolled transmission line section. The histogram shows the frequency distribution of phase-conductor heights along the transmission-line section patrolled (black bars) and at the wire-strike sites (white bars).

med høyder på fra 7 til 8 meter er over 16 % av kollisjons ofrene (rype) funnet ved tilsvarende linehøyder. Hvis forskjellene mellom de observerte frekvensfordelingene på funnsted og de forventede frekvensfordelingene ut fra målingene langs traséen testes statistisk, viser det seg imidlertid at forskjellen ikke er signifikant (G-test,  $P = 0,099$ ). Testes forskjellen mellom frekvensfordeling over 16 m mot fordeling på 16 m eller lavere, er denne forskjellen signifikant (G-test,  $P = 0,039$ ). Forskjellene mellom frekvensverdier under 9 m mot de på 9 m eller høyere, er imidlertid ikke signifikant.

Vel 35 % av kollisjons ofrene er funnet i terreng uten trevegetasjon, eventuelt med vierkratt (under 2 meter) (**figur 6**). Frekvensmålingene av topografiparametre langs traséen viser at under 16 % av terrenget langs denne er uten trevegetasjon. Målingene viser også at over 26 % av ledningstraséen - på begge sider av ryddebeltet - har bjørkeskog som er 5-6 meter høy,



**Figur 6**

Trehøyde er målt ved alle funnsteder for kollisjonsdrepte fugler og for hver 200 m (i alt 19 punkter) langs det patruljerte kraftledningsavsnittet. Figuren viser frekvensfordeling av trehøyde på høyre og/eller venstre side langs kraftledningstraséen (svart søyle) og ved funnstedene (hvit søyle). - Tree heights were measured at each wire-strike site and every 200 m (19 spots) along the patrolled transmission-line section. The histogram shows the frequency distribution of the tree heights on the right and/or left side of the transmission-line section patrolled (black bars) and at the wire strike-sites (white bars).

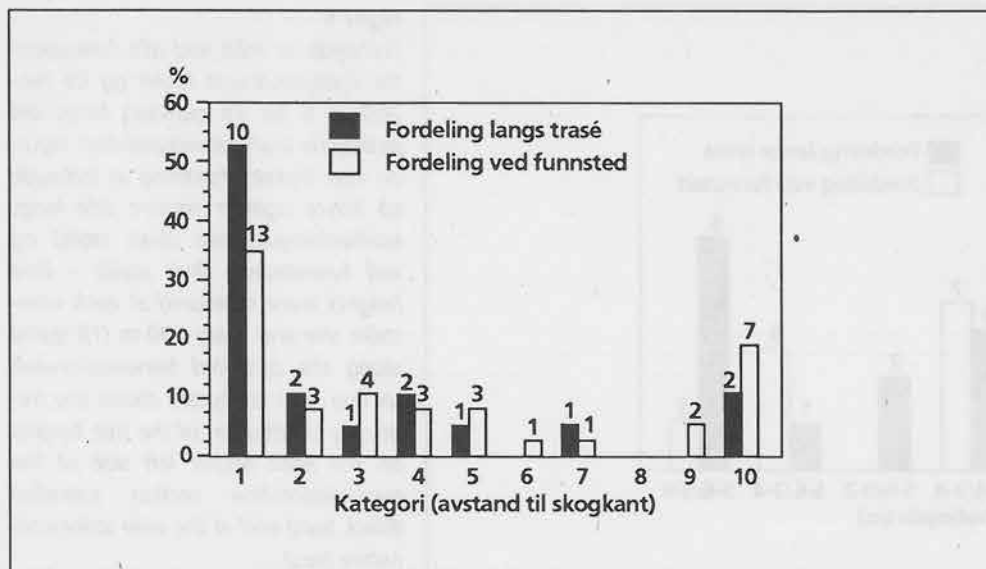
mens bare vel 5 % av kollisjonssofrene er funnet på steder med så høy bjørkeskog. Forskjellen er imidlertid ikke statistisk signifikant (G-test,  $P = 0,074$ ).

Over halvparten av ledningstraséen ligger i terreng der avstanden til det som kan defineres som sammenhengende bjørkeskog ("skogkant") er mindre enn 20 meter fra ytterste faseleder på begge sider. For at betegnelsen skogkant skal kunne benyttes må det være et minimum av trær langs traséen -både til høyre og venstre for der observatøren står; anslagsvis 50 m til hver side. Enkelte trær og busker regnes altså ikke som skogkant. Vel 35 % av kollisjonssofrene er funnet der kravet til "skogkant" er oppfylt. Det andre ytterpunktet, dvs der avstanden til skogkant er 100 meter eller mer på begge sider av traséen, er generelt å finne langs litt over 10 % av traséen, mens 19 % av funnene er gjort tilsvarende steder (figur 7). Forskjellen i fordeling er ikke statistisk signifikant.

Terrengformasjoner på begge sider av traséen, samt i traséens lengderetning, er beskrevet (figur 8 og 9). "Gjennomsnittsmålingene" viser at terrenget på begge sider av traséen er flatt i et omfang av 42 %. Målinger ved funnstedene viser at bare knapt 19 % av de kollisjonsdrepte rykene er funnet i flatt lende. Det synes å være overrepresentasjon av kollisjoner i terreng som kan karakteriseres som svakt hellende ( $>10^\circ$ ,  $<25^\circ$ ); 24,3 % mot 5,3 % (figur 8). Forskjellen er imidlertid ikke statistisk signifikant.

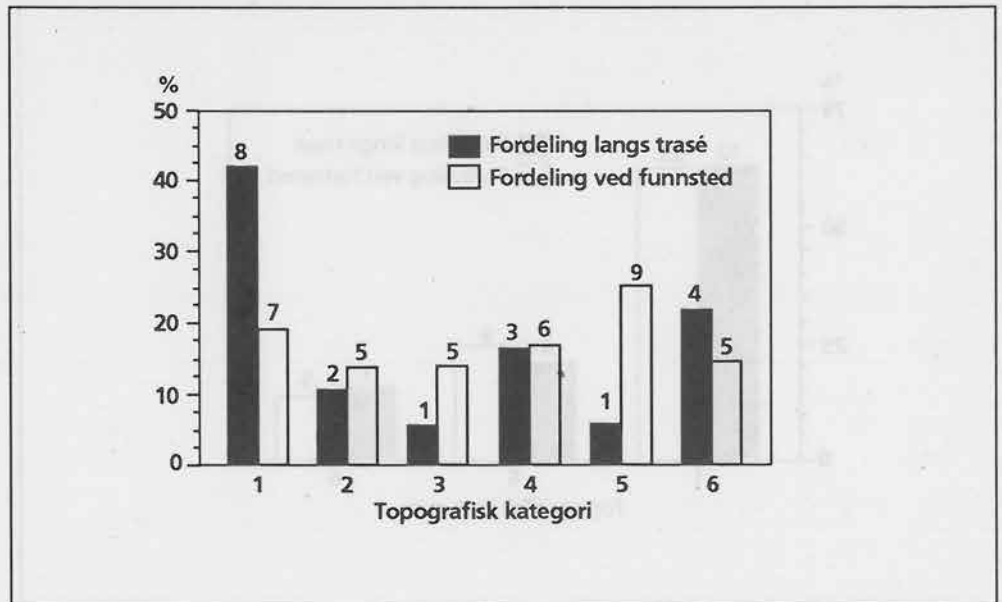
Når det gjelder topografi i traséens lengderetning, synes det å være jevn fordeling av kollisjonshyppighet uansett om terrenget er flatt, sakt eller sterkt hellende (figur 9). Hvis kollisjonsstedene plottes på kartet over traséens lengdeprofil, framstår imidlertid et mer interessant bilde der det synes å framgå at kollisjonene grupperes til mindre og større høyledrag eller forsenkninger i terrenget (figur 11).





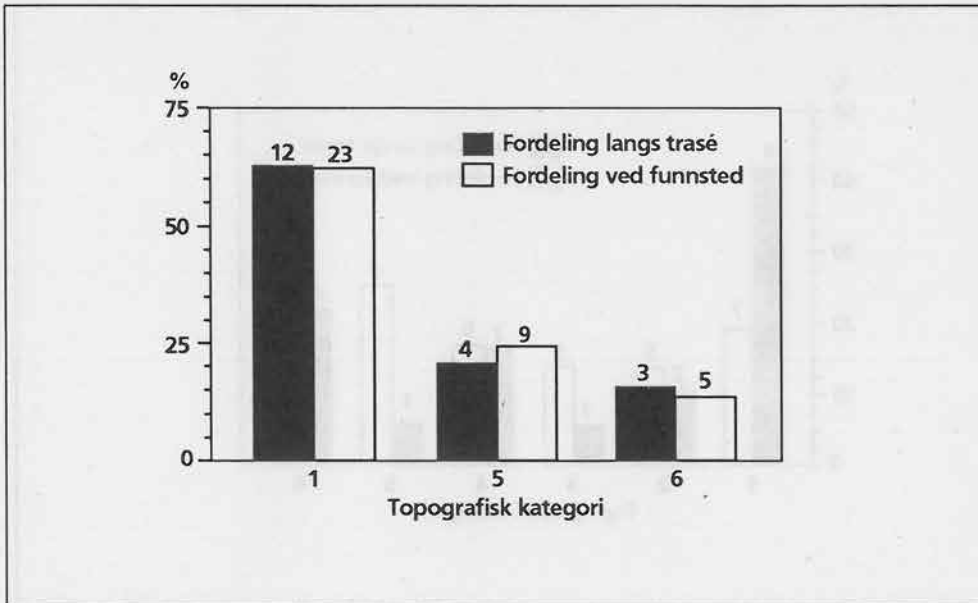
**Figur 7**

Avstand til skogkant (se tekst for definisjon) er målt ved alle funnsteder for kollisjonsdrepte fugler - på høyre og venstre side av traséen - og for hver 200 m (i alt 19 punkter) langs det patruljerte kraftledningsavsnittet. Figuren viser frekvensfordeling av avstand til skogkant på høyre og/eller venstre side langs kraftledningstraséen (svart søyle) og ved funnstedene (hvit søyle). De ulike kategorier er: 1 = 0-19 m på begge sider; 2 = 0-19 m på høyre eller venstre side og avstand 20-49 m på motsatt side; 3 = 0-19 m på høyre eller venstre side og 50-99 m på motsatt side; 4 = 0-19 m på høyre eller venstre side og 100 m eller mer på motsatt side; 5 = 20-49 m på begge sider; 6 = 20-49 m på høyre eller venstre side og 50-99 m på motsatt side; 7 = 20-49 m på høyre eller venstre side og 100 m eller mer på motsatt side; 8 = 50-99 m på begge sider; 9 = 50-99 m på høyre eller venstre side og 100 m eller mer på motsatt side; 10 = 100 m eller mer på begge sider. - The distance to the forest edge (see text for definition) was measured at each wire-strike site and every 200 m (19 spots) along the patrolled transmission-line section. The histogram shows the frequency distribution of the distance to the forest edge on the right and/or left side of the transmission-line section patrolled (black bars) and at the wire-strike sites (white bars). The different categories are: 1 = 0-19 m on both sides; 2 = 0-19 m on the left or right side and 20-49 m on the opposite side; 3 = 0-19 m at the left or right side and 50-99 m on the opposite side; 4 = 0-19 m on the right or left side and 100 m or more at the opposite side; 5 = 20-49 m on both sides; 6 = 20-49 m on the right or left side and 50-99 m on the opposite side; 7 = 20-49 m on the right or left side and 100 m or more on the opposite side; 8 = 50-99 m on both sides; 9 = 50-99 m on the right or left side and 100 m or more on the opposite side; 10 = 100 m or more on both sides.



**Figur 8**

Topografiske parametre (flatt, svakt og sterkt skrånende terreng) er målt ved alle funnsteder for kollisjonsdrepte fugler - på høyre og venstre side av traséen - og for hver 200 m (i alt 19 punkter) langs det patruljerte kraftledningsavsnittet (dvs på tvers av lengderetningen). Figuren viser frekvensfordeling av disse parametrene på høyre og/eller venstre side langs kraftlednings-traséen (svart søyle) og ved funnstedene (hvit søyle). De ulike kategorier er: 1 = flatt terreng på begge sider av traséen; 2 = flatt terreng på én side av traséen, svak helling på den andre siden; 3 = flatt terreng på én side av traséen, sterk helling på den andre siden; 4 = svak helling på én side av traséen, sterk helling på den andre; 5 = svak helling på begge sider av traséen; 6 = sterk helling på begge sider av traséen. - Topographic elements (flat, gentle or steep terrain) were measured at each wire-strike site and on every 200 m (19 spots) along the patrolled transmission-line section (across the corridor). The histogram shows the frequency distribution of distance to forest edge on the right and/or left side of the transmission-line section patrolled (black bars) and at the wire-strike sites (white bars). The different categories are: 1 = flat on both sides of the corridor, 2 = flat on one side of the corridor, gentle slope on the other side, 3 = flat on one side of the corridor, steep slope on the other side, 4 = gentle slope on one side of the corridor, steep slope on the other side; 5 = gentle slope on both sides of the corridor; 6 = steep slope on both sides of the corridor.



**Figur 9**

Topografiske parametre (flatt, svakt og sterkt skrånende terreng) er målt ved alle funnsteder for kollisjonsdrepte fugler - dvs "foran" og "bak" funnstedet i forhold til traséens lengderetning - og for hver 200 m (i alt 19 punkter) langs det patruljerte kraftledningsavsnittet. "Foran"/"bak" er definert i forhold til positiv nummereringsretning på mastene. Figuren viser frekvensfordeling av disse parametrene langs kraftledningstraséen (svart søyle) og ved funnstedene (hvit søyle). De ulike kategorier er: 1 = flatt både foran og bak; 5 = svak helling både foran og bak; 6 = sterk helling både foran og bak. - Topographic elements (flat, gentle or steep terrain) were measured at each wire-strike site - i.e. "ahead of" and "behind" the collision spot and on every 200 m (19 spots) along the patrolled transmission-line section. "Ahead of" and "behind" are defined according to ascending direction of numbering on the transmission-line pylons. The categories are: 1 = flat ahead of and behind; 5 = gentle slope both ahead of and behind, 6 = steep slope ahead of and behind.

## 4 Diskusjon

### 4.1 Kvalitative og kvantitative aspekter

**Registreringsmetodikk/feilkilder.** Feilkilder ved denne type registreringsmetodikk er diskutert av flere (e.g. Faanes 1987, Bevanger 1988). For det første blir fugl oversett under patruljeringene. Størrelsen på denne feilkilden vil variere med observatørens erfaring og årvåkenhet, men særlig i forhold til mikrohabitater i ryddebeltet. Kratt- og buskvegetasjon er spesielt vanskelig å gjennomsoke effektivt. 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. Finnmark kan vinters tid by på ekstreme værforhold - i tillegg til mørketida. Vedvarende vind og snø gjør at kollisjonsofferne meget raskt blir gjort usynlige. Et annet forhold er at det periodevis er stor aktivitet av rein (og snøscooterkjøring) langs traséen i Polmak. Eventuelle kollisjonsoffer eller rester/spor etter offer vil trækkes ned i snøen (eventuelt fjernes av mennesker, jf Bevanger & Sandaker 1993).

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 vanskelig å holde i nærområdet til kraftledningen. Størst nytte synes det å være i unghunder som ofte har litt ekstra nysgjerrighet i forhold til omgivelsene og ting de finner på bakken (jf Bevanger & Sandaker 1993). 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. Trolig vil selv ikke en spialtrentet hund finne alle kollisjonsoffer; vær og vindforhold i norske høyfjell er vinters tid periodevis slik at kollisjonsdrepte fugler vil bli dekket av så mye snø at det ikke vil være mulig å finne dem.

En annen stor feilkilde er knyttet til fugler som kolliderer med linene, uten at de 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 ble det imidlertid ved to tilfeller observert fugler som var skadet,

men ikke verre enn at de ikke lot seg fange. Tilsvarende observasjoner er gjort under feltarbeid andre steder i Norge (Bevanger & Sandaker 1993).

Den kanskje største feilkilden er knyttet til aktivitet av rowilt 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, Hoerschelmann et al. 1988). Den lokale søppelplassen i Polmak ligger knapt 200 m fra kraftledningstraséen, på vestsida av Polmakelva (i bruk fram til sommeren 1992) førte til at bl.a. mye kråkefugl og rødrev hadde tilhold i området. Det ble under feltarbeidet ved en rekke anledninger registrert både kråke og ravn samt spor av rødrev som enten krysset, eller også fulgte traséen.

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 kollisjonsofferne avtar sterkt med økende patruljeringsintervall. Selv ikke daglige kontroller ville hindre at predatorer og åtseletere i en del tilfeller ville være først ute. De funn som gjøres representerer derfor absolutte minimumstall.

**Artsutvalg.** Kun en håndfull arter er robuste nok til å overleve den subarktiske vinteren i Øst-Finnmark. Det er derfor ikke underlig at det er funnet få arter under feltarbeidet gjennom vinteren. Det kan heller ikke utelukkes at dagslys 24 timer i døgnet store deler av sommeren gjør at forholdsvis få fugler kolliderer mot kraftledninger gjennom sommerhalvåret. De tre artene som ble funnet i tillegg til rype (kråke, en liten spurvefugl og en liten vader), er forbausende lite i forhold til at det i sommerhalvåret er relativt mye fugl i terrenget.

Mest overraskende var kanskje at det ikke ble registrert kollisjoner i tilknytning til kryssingen over Polmakelva hvor det i utgangspunktet var antatt at den største potensielle kollisjonsfare ville være. Erfaringsmessig følger fugler elver og dalfører når de forflytter seg mellom f.eks. et nærings- og et hekkeområde. Selv om det ikke ble foretatt systematiske observasjoner av fugl som trekker opp/ ned langs Polmakelva, ble det gjort en rekke observasjoner av fugl som fulgte dalen og elva. Enkelte overflyvninger kunne fortone seg som "nestenulykker", men majoriteten av fugl som kom opp dalen syntes å øke høyden på flyvebanen når de nærmet seg kryssingspunktet. Dette kan være en følge av at også terrenget på dette stedet hever seg noe. Det er tidligere fastslått at både sædgjess, dvergkjess og sangsvaner



følger dalen opp/ned under sine forflytninger til og fra hekkelokalitetene på norsk og finsk side (G. Henriksen pers. medd.).

Lenseutleggingsdelen av prosjektet ble avviklet høsten 1991. Årsakene til dette var både praktisk og faglig begrunnet. For det første representerte vedlikehold og utplassering/opptak av lensa et betydelig merarbeid. Faglig ble avvikling akseptert ut fra at det etter to sommersesonger ikke var funnet kollisjonsdrept fugl i lensa. Selv om lense-systemet ikke var operativt en kort periode om våren og høsten - under isgang/islegging - synes det likevel tilstrekkelig sannsynliggjort at eventuelt omfang av kollisjoner av sårbare og truede arter på dette stedet er så lite at det ikke kan antas å ha negative bestandsmessige konsekvenser.

At så vidt mange ryper er funnet bekrefter at de er sårbare for kollisjonsulykker mot kraftledninger (jf Bevanger & Sandaker 1993). Det må imidlertid tilføyes at det i de fleste tilfeller ikke har vært mulig å skille mellom liryper og fjellryper, men det er ingen verifiserte funn av fjellryper. Det er grunn til å anta at de aller fleste funn dreier seg om liryper ettersom den patruljerte ledningen i alt vesentlig krysser lirypehabitater.

**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 el.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 åtseletere som patruljerer kraftledningstraséene.

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 sårbare ulike arter er for å kollidere, 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 fordi 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 eksponere 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 (**tabell 2**) indikerer at de betydelige forskjellene i antall funn mellom vår og vinter ikke er reelle (brukt som indikasjon på kollisjonshyppighet/omfang). Forskjellene i antall observasjoner mellom vår- og vintermånedene er nemlig små og tildels høyere om vinteren enn om våren. Når det gjelder den høye funnfrekvensen fra vårmånedene (**tabell 3**), 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 Sør-Norge (Bevanger og Sandaker 1993) 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 van-

skelig 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 snødriver. 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).

Da feltarbeidet ble igangsatt før jul 1989, var rypebestanden i området generelt svært lav. I perioden desember 1989 fram til begynnelsen av mars 1990 ble det ikke observert en eneste rype under feltarbeidet. Fram til sommeren ble det ialt bare gjort tre observasjoner av rype (**tabell 2**). Bestanden bygget seg imidlertid opp fram til vinteren 1991/92, noe som gjenspeiles både i antall funn og observasjoner. Det er en klar sammenheng mellom de 3-4 årige svingningene i smågnagerbestanden og svingningene i rypebestanden (Hagen 1952). Sommeren 1989 var smågnagerbestanden på bunnivå (mindre enn 1 mus fanget pr 100 felledøgn), mens det i 1992 ble fanget hele 16 mus pr 100 felledøgn i Finnmark (Lund 1992). Jaktutbyttet av ryper i samme periode har også vært økende. Det beregnede jaktuttaket for rype (lirype og fjellrype sett under ett) i Finnmark i sesongen 1991/92 var 55 117 og i 1991/92 73 848, hvilket indikerer en betydelig oppgang (Finnmark Jordsalgskontor 1992). Syklisiteten i rypebestanden understreker viktigheten av at registreringer av den type som er gjort langs kraftledningen i Polmak minst spenner over en slik smågnagersyklus.

**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 mortalitetskompenserende mekanismer 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 habitatmanipulator, 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 størrelsen på 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 etterjulsvinteren og vårparten, dvs høyst sannsynlig individer som skal reprodusere. Kraftledninger representerer altså fangtsinnretninger 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 vintermåned. 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 fluktuasjoner 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 kollisjonsomfang), vil det imidlertid kreve betydelig feltinnsats over tid å føre bevis for slike antagelser.

## 4.2 "Kollisjonsteori"

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

- Hva er årsaken til at de er så utsatt for å kolliderer?
- 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. adferdsmønsteret i parringstiden.

**Aerodynamiske ferdigheter.** Det er store forskjeller med hensyn til fuglers flyveferdighet. De tre viktigste faktorer er vingelengde, vingereale og kroppsmasse. Zoologer som arbeider med dette som spesialfelt bruker 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" - sammen med bl.a. riksefugl, en annen gruppe som er kjent for å være særdeles utsatt for kollisjoner (se f.eks. Stainton 1968, Scott et al. 1972). 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 1993).

**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. Men fugl er også den eneste kjente dyregruppe der enkelte arter er utstyrt med to sentralgroper -det har de mest skarpskodde rovfuglartene og andre typiske jegere som svaler og terner. De to sentralgropene gjør dem i stand til å se binokulært, dvs ha dybdesyn. Dessuten - og det er ikke minst viktig i forbindelse med spørsmål om kollisjonsutsatthet - enkelte arter er 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 hønsefuglarter 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.

Ser vi på døgnaktivitetsmønsteret, er de fleste hønsefuglene relativt aktive i skumringsperiodene, hvilket naturlig nok kan bidra til økt kollisjonsutsatthet. Ikke minst gjelder dette i områder nord for Polarsirkelen der "dagen" midtvinters er å betrakte som en sammenhengende skumringsperiode. Selv i den verste mørketida må rypene være aktive for å kunne overleve.

#### 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 tre-tetthet 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 forsengkninger, 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.

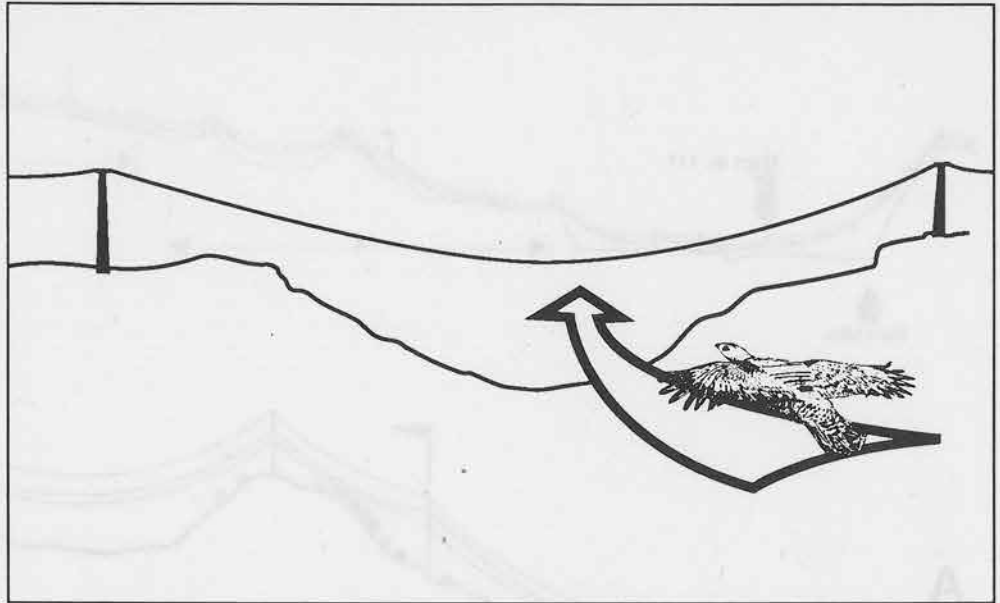
Det er gjort få forsøk på å kvantifisere terrengparametre ved kollisjonsstedene for om mulig å skape et mer nyansert bilde av hvilke faktorer som fører til overhyppighet av kollisjoner. Dette har dels bakgrunn i at de fleste undersøkelser omkring kraftledningskollisjoner og fugl er foretatt i ensartet 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, i manus a), ble det sett på hvordan topografien ved kollisjonssteder for skogsfugl var i forhold til terrenget forøvrig langs traséen. Ettersom materialet var relativt lite, var det vanskelig å komme fram til entydige konklusjoner, men det var sterke indikasjoner på at der ledningene krysset forsengkninger eller topper i terrenget, var det en overhyppighet av kollisjoner. Likeledes var det relativt klar sammenheng mellom høydelokalisering 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.



### Figur 10

Skjematisk fremstilling av hvordan kraftledning som krysser en terrengforsenkning kan tenkes å føre til kollisjoner for fugl (rype) som følger forsenkningen når de forflytter seg i terrenget - . Sketch showing adversely located transmission line - crossing a depression - in relation to flying height of birds (e.g. willow grouse) following the depression during flight.



Ved undersøkelsen i Polmak er de samme parametre registrert som ved undersøkelsen i Midt-Norge. Ettersom så vidt mange personer har deltatt i feltarbeidet, vil usikkerheten i materialet (i forhold til subjektiv bedømmelse) være relativt stor. Materialet er dessuten lite og danner et spinkelt grunnlag for statistisk testing. Det synes imidlertid å være indikasjoner på noen felles trekk i forhold til det bildet som framsto gjennom undersøkelsen i Trøndelag (Bevanger 1990c). Det er her viktig å være klar over de artsspesifikke aspektene knyttet til topografiske elementer og kraftledningslokalisering; dvs at resultatene må tolkes ut fra kunnskap om de enkelte arters adferdsmønstre.

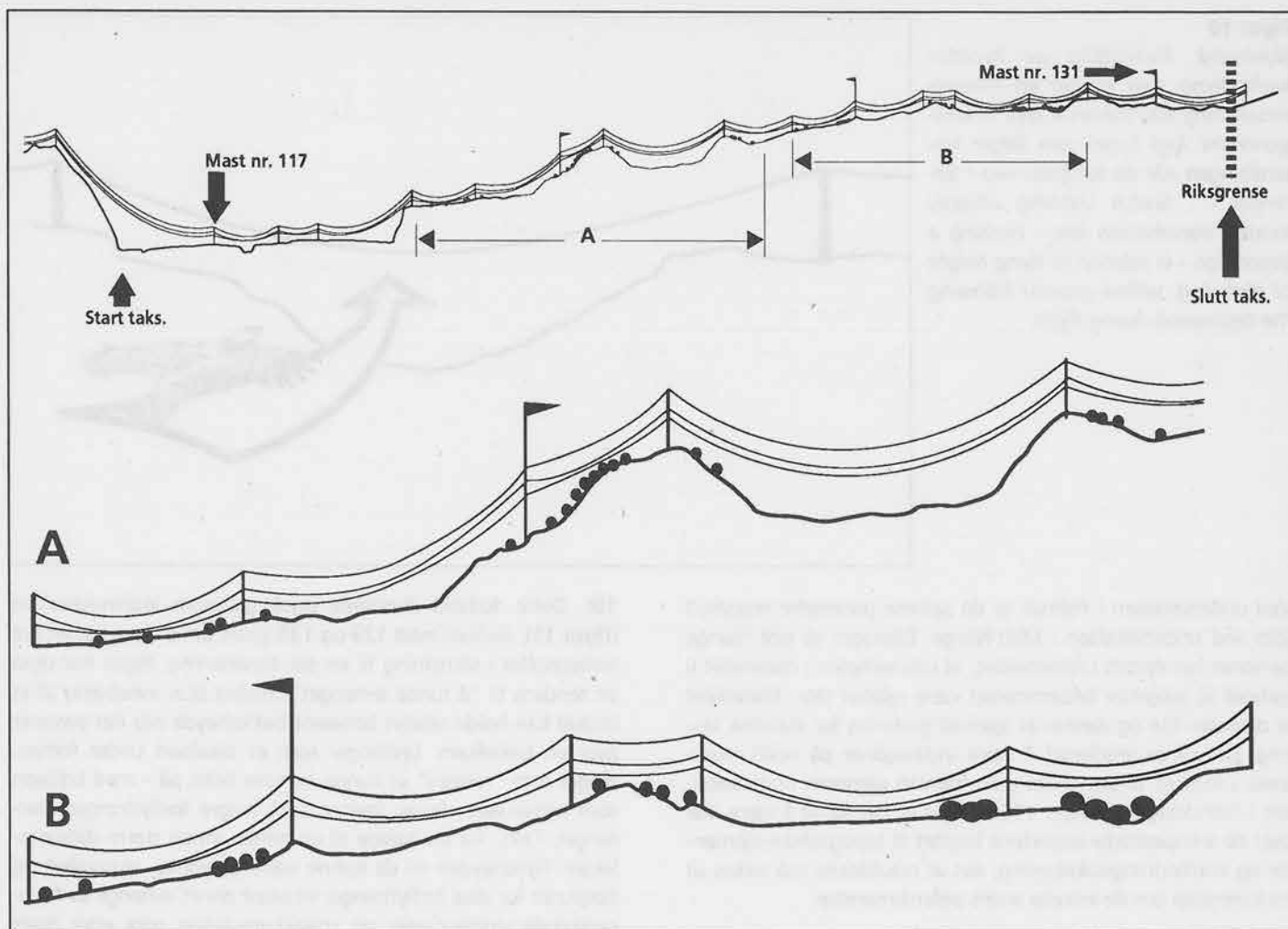
Kollisjonsrisikoen mot lave luftlinjer kan forventes å være høy ut fra rypenes generelle flyvemønster. Ryper flyr relativt sett lavt over terrenget, og følger daler og søkk. Dette kan blant annet tolkes som en antipredatoradferd; dvs det er en fordel for rypa å ha kort vei til bakken og tette kratt og godt skjul hvis en jaktfalk skulle dukke opp (jf Bevanger 1991), men det kan også ha energetiske aspekter (Rayner 1991, Bevanger i trykk).

Begrepet "lavt" over terrenget er naturlig nok relativt og må ikke tolkes slik at ryper generelt flyr noen få meter over bakken. En rype som skal krysse en liten dal eller forsenkning flyr gjerne rett over og vil i det den befinner seg midt i "dalen" ha relativt stor bakkehøyde. Kraftledninger som er bygget i lengderetningen av en slik forsenkning i terrenget kan derfor - avhengig av mastehøyde og lokale forhold - kunne representere en kollisjonsfare. Tilsvarende, hvis ledningene krysser en forsenkning så vil linene normalt komme lavere enn terrenget forøvrig (**figur**

10). Dette forhold illustreres også gjennom ledningsprofilen (**figur 11**); mellom mast 129 og 130 synes det å være funnet fire kollisjonsoffer i tilknytning til en slik forsenkning. Ryper har også en tendens til "å runde terrenget", hvilket bl.a. innebærer at et individ kan holde relativt konstant bakkehøyde når det passerer over en bakkekam. Ledninger som er lokalisert under forhøyninger som "rundes" vil kunne komme brått på - med kollisjon som konsekvens. Ryper foretar også lengre forflytninger i terrenget, f.eks. fra én dalside til en annen innen større dalkomplekser. Flyvehøyden vil da kunne være betydelig. Hyppighet og tidspunkt for slike forflytninger vil blant annet avhenge av fremherskende vindretninger og snøakkumulering som etter hvert kan føre til at preferert vegetasjon blir utilgjengelig.

Dette gjør at ryper kan være utsatt for kollisjoner både der kraftledning er lokalisert lavt i terrenget og der kraftledninger krysser mindre daler og forsenkninger. Slik **figur 5** viser, er det en overhyppighet (signifikant) av kollisjoner der linene har høyder som ligger over "gjennomsnittet", dvs på bakgrunn av terrengmålingene som ble foretatt for hver 200 m. Store linehøyder får en der linene krysser "daler" og forsenkninger. **Figur 5** viser også en viss tendens til overhyppighet av kollisjoner der linene er lokalisert lavere enn "gjennomsnittet". Det må i imidlertid tilføyes at bakkehøydemålinger av faseledere og jordlinjer er problematisk spesielt om vinteren ettersom snø akkumulerer flere meter enkelte steder. Et annet forhold er at metallet i selve linene trekker seg sammen/utvides avhengig av temperaturen. Ved lange spenn vil dette kunne utgjøre relativt mye. Ideelt sett bør det korrigeres for dette, men for målingene i Polmak er det ikke gjort.





**Figur 11**

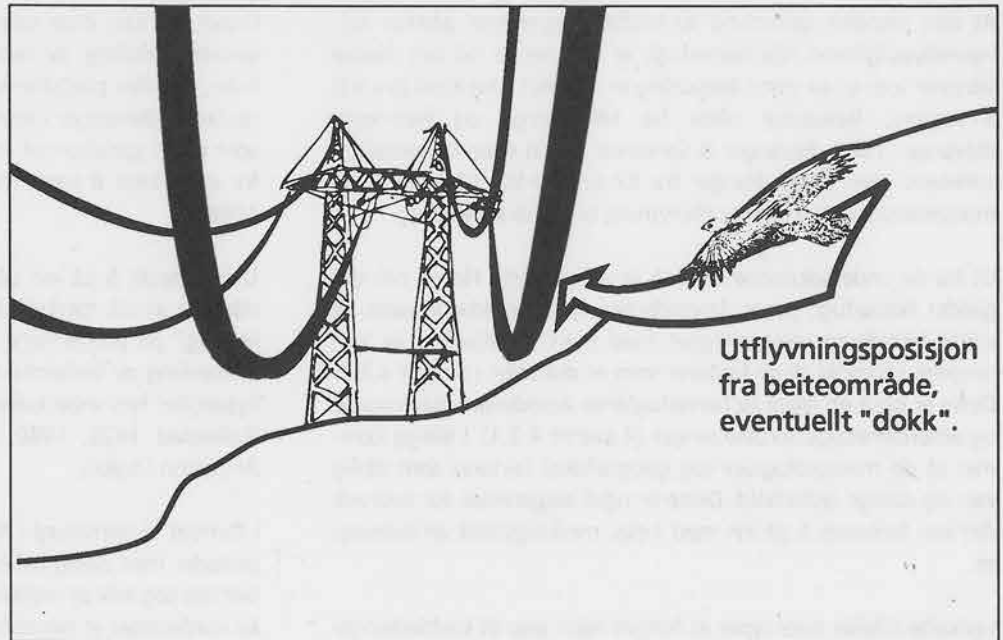
Ledningsprofil (etter tegninger fra Statnett) for det 3800 m lange kraftledningsavsnittet som er patruljert. Startstedet for patruljeringene ligger mellom mast 116 og mast 117, avslutning er ved riksgrensen mot Finland. Alle 37 funnsteder for kollisjonsdrepte ryper er avmerket og to utsnitt (A og B) er forstørret for bedre å vise kollisjonsstedenes lokalisering. - A longitudinal section of the 3800 m transmission-line section patrolled. The starting point for patrols was between poles 116 and 117 and the finishing point was the Finnish border ("Riksgrense"). The places where willow grouse were killed in collisions are marked and two sections (A and B) are enlarged to give a better impression of the situation at the collision sites.

En interessant visualisering framtrer også ved å plote funnstedene inn på ledningsprofilen (figur 11). Det viser at de 37 funnene i realiteten er gjort på 6 steder, hvorav 4 er å betrakte som forhøyninger i terrenget. Dette kommer ikke fram gjennom de topografiske vurderingene som ble gjort ut fra subjektivt skjønn i forhold til traséens lengderetning (figur 9). Det må imidlertid understrekes at heller ikke ledningsprofilen gir grunnlag for noen god bedømmelse av hvordan kollisjonsutsatte ste-

der et lokalisert eller "ser ut" i forhold til omgivelsene. Et todimensjonalt bilde sier lite om potensielle ledelinjer som fugler vil benytte når de forflytter seg i terrenget. De avmerkede kollisjonsstedene vil bare være tilnærmet riktig plassert. For det første er funnstedets beliggenhet subjektivt anslått med en nøyaktighet på nærmeste 10 m i forhold til nærmeste mastenummer. Der mye fjær ligger spredt utover kan det i tillegg være betydelige feilmarginer mht å fastslå hvor kollisjonen har funnet sted;

**Figur 12**

Skjematisk fremstilling av uheldig plassering av kraftledning i forhold til utflyvningsretning/høyde hos rype fra potensielt oppholdssted (f. eks. beiteområde, dokk). - Sketch showing adversely located transmission line in relation to flying direction and flying height of willow grouse leaving such places as feeding sites or snow burrows.



offeret kan i tillegg være flyttet av rev osv. Målestokken på ledningsprofilen er slik at selve prikken som kollisjonsstedet er symbolisert med i seg selv vil ha en utstrekning på flere meter.

Den vurdering som er gjort av terrengets hellingsgrad på sidene av traséen (dvs på tvers av ledningens lengderetning) (**figur 8**), gir også visse indikasjoner på potensielt "ulykkesterrang". Relativt sett har færre ulykker funnet sted der terrenget er vurdert som flatt eller småkupert. Det er derimot noe overhyppighet i områder der terrenget er svakt hellende. For å kunne gi en sannsynlig forklaring på dette, kan det være nyttig å se på andre aspekter av rypenes adferdsmønster. Ryper beiter gjerne på avblåste rabber, og i trær og kratt som vokser i skråninger i ly for vær og vind. I slike skråninger er det også lett å gå i dokk ved å la seg drive ned. Når fuglene skal fly ut fra oppholdsstedet, skjer dette i et relativt horisontalt plan. Kraftledninger som går parallellt med skråningen i ugunstig høyde kan derfor representere en potensiell fare. Dette er skjematisk vist i **figur 12**.

Fordeling av trehøyde og avstand til skogkant langs traséen i forhold til ved funnstedene (**figur 6 og 7**) gir i og for seg bare ytterligere indikasjoner på at typer helst flyr i åpent terreng med lav buskvegetasjon, og at faren for kollisjoner er større der avstanden til skog er stor. Kollisjonsfaren minker med andre ord hvis ledningene legges i områder med tett, høyvokst skog. Fjellbjørkeskogen blir aldri særlig høy, men er utvilsomt med å regulerer rypenes valg av flyvetrasé.

#### 4.2.3 Meteorologiske og geografiske aspekter

Daglengde og lysforhold på våre breddegrader varierer sterkt fra årstid til årstid og påvirker fuglers atferd (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). Ved 70° N (Polmak) er naturlig nok lysmengden ennå mindre. I tillegg vil perioder med dårlige værforhold gjøre sikten svært dårlig. Undersøkelser i Hemsedal (Bevanger & Sandaker 1993) synes så langt å gi sterke indikasjoner på at mange kollisjoner skjer i forbindelse med styggværsperioder.

#### 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 utforminger.

At den tekniske utforming av kraftledninger kan påvirke kollisjonshyppigheten hos hønefugl, 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 Hemsedal (Bevanger 1988, Bevanger & Sandaker 1993) viser at hønefugl kolliderer med kraftledninger fra 22 til 300 kV. I Hemsedal er mortalitetsindeksen størst i tilknytning til en 66 kV ledning.

Ut fra de undersøkelsene som så langt er gjort i Norge når det gjelder hønefugl, 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 hønefuglenes aerodynamiske, visuelle og adferdsmessige 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 forsvarer å gå inn med f.eks. merkingstiltak av ledninger.

I enkelte tilfeller hvor ryer er funnet nært opp til kraftledningsmastene, kan dette skyldes kollisjoner mot barduner. Det er også tidligere registrert at både skogsfugl og ryer som har fløyet i selve rydebeltet i kraftledningens lengderetning, har kollidert mot barduner plassert mellom bærekonstruksjoner på stålmaster eller barduner som går ut til sidene for mastene (Bevanger upubl.).

### 4.3 Tiltak

Kraftledninger er i første rekke farlige når deres høydlokalisering faller sammen med fuglenes 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 høydlokalisering 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 bestemte arter.

Størst oppmerksomhet har imidlertid linemerking fått, og i løpet av de siste årene er det nærmest utviklet en egen linemerkingindustri med et imponerende utvalg av merkeanordninger.

Grovt sett kan disse deles i 3 typer; ledningsfarging (plastikkovertrekk, maling av ledninger), fysisk forstørrelse (ballonger, kuler, spiraler plaststrimler o.l.) og predatorsilhuetter av f. eks. rovfugler (Bevanger i manus b). Den såkalte Bird Flight Diverter, som er en spiralformet konstruksjon som festes til linene, synes for øyeblikket å være mest populær (jf Bevanger & Thingstad 1988).

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 hønefugl i Norge, som i stor utstrekning 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.

Den eneste sikre metode for å unngå kollisjoner er derfor jordkabling. Dette er imidlertid et økonomisk spørsmål. I Norge, med fjellgrunn og vanskelig topografi vil kostnadene ved kabling over større avstander kunne bli svært høy for høyspent, i alle fall over 20 kV (se f.eks. Madsen 1979). Kabling bør imidlertid i større utstrekning enn tidligere vurderes som et seriøst alternativ opp til 20 kV ved områder som er kollisjonsutsatt, f.eks. forbi større leikområder for skogsfugl (jf Bevanger & Thingstad 1988).

### 4.4 Sluttbetraktninger

I forhold til hønefugl er det så langt lite som kan iverksettes av tiltak for å hindre kollisjonsulykker uten betydelige kostnader, hvis det tenkes i forhold til eksisterende ledningsmasse. Hva angår enkelte andre arter som f.eks. svaner, kan mindre ressurskrevende tiltak som linemerking bidra til mindre kollisjonsfang. Når det gjelder nykonstruksjoner er det i USA, som har vært ledende innen forskning på dette området, generell enighet mellom økologer og ingeniører innen energiforsyningen om at tett faglig samarbeid i en tidlig fase av planleggingen - ut fra kost-/nyttebetraktninger - gir størst gevinst (se f.eks. Miller 1978, Thompson 1978). Det er avgjørende at slikt samarbeid kommer i stand før saken er kommet så langt at det i realiteten dreier seg om et valg mellom to eller tre traséer. I USA er dette normalt ikke noe problem ettersom de fleste energiverk har ansatt egne biologer. Et viktig element i slike forundersøkelser

er kartlegging av sentrale trekkveier (med bl.a. registrering av flyvehøyde og døgn- og årstidsvariasjoner i flyveintensitet) for fugl og kartlegging av nøkkelbiotoper for ulike arter i tilknytning til potensielle traséer. Tilsvarende vektlegging av miljørelaterte aspekter ved kraftledningsbygging synes så langt ikke å ha funnet sted i Norge, hvor tradisjonelt forhold knyttet til estetikk, økonomi, kulturminner, jord- og skogbruksinteresser m.m. har vært fokusert. Det synes her å være behov for at et adekvat forvaltningsorgan tar initiativ til å få korrigert skjevheter.

For den patruljerte del av kraftledningen i Polmak er det fra et faglig synspunkt ikke grunnlag for å gå inn med spesielle tiltak. Dette begrunnes ut fra det kollisjonsomfang som ble påvist og den generelle kunnskap en i dag sitter inne med i forhold til effekter av merking og andre tekniske modifiseringer. Nord for Polarsirkelen er det i sommerhalvåret lyst så å si døgnet rundt. Det kan derfor ikke utelukkes at merking av ledningsavsnitt, som om sommeren er utsatt for kollisjoner, kan ha større positiv effekt enn lengre sør.

Det er viktig at den dokumenterings- og utredningsperiode en til nå har vært inne i følges opp av forskningsprosjekter som bør ha som primær målsetting å søke problemløsninger og avhjelpende tiltak. Dokumenterings- og utredningsprosessene må imidlertid gå parallelt. Uten kvantitativ og kvalitativ kunnskap er det ikke mulig å tilrettelegge oppfølgingsprosjekter for problemløsninger.

Det er også grunn til å understreke at topografiske data fra én eller noen få traséer ikke er tilstrekkelig for å trekke vidtrekkende og generelle slutninger om kollisjonsårsaker knyttet til terrengforhold. Men etter hvert som slike data akkumulerer, vil en forhåpentligvis stå stadig sterkere rustet til å gi råd både om traséføringer og andre avhjelpende tiltak.

Generell kunnskap tilsier at det ikke finnes universelle løsninger på kollisjonsproblematikken, men at løsningsdesign i første rekke må begrunnes ut fra hvilke arter tiltakene ønskes rettet mot.

## 5 Sammendrag

I forbindelse med en konsesjonsbetinget undersøkelse er et 3800 m langt avsnitt av en 220 kV kraftledning, som går fra Varangerbotn i Øst-Finnmark inn i Finland (ca 70° N, 28° Ø), patruljert over en treårsperiode (desember 1989-november 1992), tilsammen 446,3 km, med henblikk på registrering av kollisjonsdrepte fugler. Det patruljerte avsnittet av kraftledningen ligger i Polmakdalen, Deatnu-Tana kommune, i et terreng preget av fjellbjørkeskog vekslende med mindre myrpartier og tørre rabber. Datainnsamling ble foretatt gjennom patruljering langs kraftledningen ca én gang pr uke (annenhver uke i perioden juni-august) og gjennom søk av ryddebeltet. Det ble ikke funnet kollisjonsoffer i tilknytning til kraftledningens kryssingspunkt med Polmakelva, som på forhånd var antatt å være et sted hvor kollisjoner kunne skje. Det ble i alt registrert 41 kollisjonsdrepte fugler, hvorav 37 var rype, primært lirype *Lagopus lagopus*. Dette er et absolutt minimumstall da det ikke er korrigert for metodiske feilkilder. Det ble funnet flest ryper i perioden mars-mai (n = 25), hvilket innebærer en mortalitetsindeks (forholdet mellom antall døde fugler funnet og antall levende fugler observert) på 2,5. Dette indikerer et større kollisjonsomfang enn det tilsvarende undersøkelser i Sør-Norge har vist. Sammenligning av frekvensfordeling av enkelte topografiske og tekniske parametre på funnstedene med frekvensfordeling av tilsvarende parametre langs hele det patruljerte kraftledningsavsnittet, viser at flest kollisjoner skjer der linehøyden er over 16 meter, f.eks. der linene krysser forsenkninger og søkk i terrenget. Det antas at rypene bl.a. følger slike terrengformasjoner når de forflytter seg fra ett sted til et annet. Det er dessuten visse indikasjoner på at flere kollisjoner forekommer der ledningen ligger i skråninger, dvs der terrenget er svakt skrånende på begge sider av ryddebeltet. En forklaring på dette kan være at kollisjoner skjer når rypene flyr ut fra bakken etter å ha inntatt mat eller ligget i dokk eller når de "runder" koller og forhøyninger i stor hastighet slik at ledningene kommer brått på. På bakgrunn av ledningsprofilen synes mange kollisjoner å være knyttet til forhøyninger og mindre topper i terrenget. For den patruljerte del av kraftledningen i Polmak er det fra et faglig synspunkt ikke grunnlag for å gå inn for spesielle tiltak. Dette begrunnes ut fra det kollisjonsomfang som ble påvist og den generelle kunnskap en i dag sitter inne med i forhold til effekter av merking og andre tekniske modifiseringer.



## 6 Summary

An investigation has been carried out regarding possible bird/transmission line interactions along a 220 kV transmission line between the valley of Polmak, northeastern Norway (ca. 70° N, 28° E) and Finland. A 3800 m long section has been patrolled during a three year period (December 1989-November 1992) for a distance of 446.3 km to find collision victims. The transmission-line section is located in an area dominated by northern boreal birch forest mixed with small mires and dry sandy ridges and bare rocks. The data have been collected by patrolling the section once a week (every second week during June-August), criss-crossing the clear-felled area beneath the conductors. Collision victims were not found where the transmission line crosses the Polmak river, which it had been expected would be a typical collision "hotspot". Altogether 41 collision casualties were found, 37 of which were willow grouse *Lagopus lagopus*, which is a minimum figure as no corrections are made for methodological sources of error. Most of the victims were found during the period March-May, i.e. a mortality index (the ratio between the number of victims found and the number of live birds observed during the patrols) of 2.5, indicating a higher collision extent than found in connection to comparable categories of transmission lines in southern Norway. When frequency distributions of some topographic and technical parameters at the collision spots are compared with the frequency distribution of the same parameters along the patrolled section, it appears that most collisions take place where the conductors are more than 16 m above ground level, i.e. where they cross depressions. It is thought that willow grouse frequently follow depressions in the terrain when flying from one place to another. Some data also indicate that most collisions take place where the transmission line crosses sloping terrain. This may be because the collisions take place when the birds leave their feeding places or snow burrows, which are frequently located in such terrain. Collision spots plotted on a map showing a longitudinal section of the transmission line patrolled indicate that most collisions take place where the line crosses rising ground and small elevations in the terrain. There is no scientific basis for imposing modifications for the patrolled transmission-line section. This conclusion is based on the species observed as collision victims and current knowledge about the effectiveness of mitigating measures such as line marking and other technical modifications.

## 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.
- 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. 1988. Skogsfugl og kollisjoner med kraftledninger i midt-norsk skogsterreg. - Økoforsk Rapp. 9: 1-53.
- 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. 1993. Kraftledninger og hønefugl. - NJFF Rapp. 3: 79-89.
- Bevanger, K. (i trykk). 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. & Sandaker, O. 1993. Kraftledninger som mortalitetsfaktor for rype i Hemsedal. - NINA Oppdragsmelding 135: 1-25.
- Bevanger, K., i manus a. Tetranoid mortality due to power-line collisions in boreal forest habitats in Central Norway.
- Bevanger, K., i manus b. Bird interactions with utility structures; collision and electrocution, causes and mitigating measures.
- Bevanger, K. & Thingstad, P.G. 1988. Forholdet fugl-konstruksjoner for overføring av elektrisk energi. En oversikt over kunnskapsnivået. - Økoforsk Utredn. 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.
- Finnmark Jordsalgskontor 1992. Småviltjakt i Finnmark. Jaktkort og informasjon. - Brosjyre.
- Folkestad, A.O. 1978. Kraftlinjer og fugl. En oppsummering av problemer og erfaringer med merking av kollisjonsutsatte spenn. - Fossekallen 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.
- Hagen, Y. 1952. Rovfuglene og viltpleien. - Oslo.
- Heitkøtter, O. 1972. Utvalg for biotopvern i foreningene. -Jakt - fiske - friluftsliv 101: 170-171.
- Heijnis, R. 1980. Vogeltd durch Drahtanflüge bei Hochspannungsleitungen. - s. 111-129 i Ökol. Vögel 2, Sonderheft.
- 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, cyclicity and synchronism in voles and small game populations in Finland. - Oikos 52: 34.
- Lund, E. 1992. Smågnagerfangstene i Finnmark 1985-1992. - Vilt- og fiskenytt: 13-14.
- Madsen, J.O. 1979. Luftledninger eller jordkabler - hvad skal vi have i fremtiden? - Elektrotekniker 75: 313-321.
- 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.
- Miller, W.A. 1978. Transmission line engineering and its relationship to migratory birds. - s. 129-141 i Avery, M.L. (red.). Impacts of transmission lines on birds flight. Proc. Oak Ridge Ass. Univ. Tennessee.
- 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. 1982. Fluctuations in Norwegian populations of willow grouse, *Lagopus lagopus*, 1932-1971. - Meddelelser fra norsk viltforskning, 3(11): 1-31.
- 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. 1988. Demography of an island population of willow ptarmigan in Northern Norway. I: Bergerud, T. & Gratson, M.W. (red.). Adaptive strategies and population ecology of Northern Grouse. Vol. I. Population studies. University of Minnesota Press. Minneapolis, Minnesota, USA. s. 379-419.
- 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 gamebird 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.
- Stainton, J.M. 1968. Coot in flight at Barn Elms. - London bird report 33: 96-102.
- Stanghelle, E. 1985. Jo, høyspentlinjene tar mye fugl! - Villmarksliv 13: 73.
- Statkraft 1984. 132 (220)kV-I Varangerbotn-Finland. Traséforslag til forhåndsuttalelse. - SK november 1984.

- Statkraft 1985. 132(220)kV-I Varangerbotn-Finskegrensen (Porttipahta). Anmodning om vedtak om bygging, drift og ekspropriasjon. - SK juni 1985.
- Swensen, G. 1975. Unødige naturforringelser. - Jakt - fiske - fri-luftsliv 104: 23, 43,
- Sørum, L. 1950. Fugleviltundersøkelser på laboratoriet. - Jeger og fisker 79: 55-65.
- Thompson, L.S. 1978. Transmission line wire strikes: mitigation through engineering design and habitat modifications. - s. 51-92 i Avery, M.L. (red.). Impacts of transmission lines on birds flight. Proc. Oak Ridge Ass. Univ. Tennessee.
- Wadén, D.J. 1904. Diskusjonskommentar. - Norges jeger- og fiskerforbunds Tidsskr. 33: 257.
- Witse, E. 1951. Hvilken rolle spiller kraft- og telefonledninger når det gjelder desimeringen av vår bestand av matnyttig fuglevilt? - Jeger og fisker 80: 197-198.

0 40

**nina**  
**forsknings-**  
**rapport**

ISSN 0802-3093  
ISBN 82-426-0334-0

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