

DET KGL. NORSKE VIDENSKABERS SELSKAB, MUSEET

rapport

ZOOLOGISK SERIE 1983-8

Kraftlinjer og fugl

Øystein Ålbu



ARKEIV
AVDELINGEN

Universitetet i Trondheim

ØK/opndrag

K. norske Vidensk. Selsk. Mus. Rapport Zool. Ser. 1983-8

KRAFTLINJER OG FUGL

av

Øystein Ålbu

Universitetet i Trondheim
Det Kgl. Norske Videnskabers Selskab, Museet
Trondheim, desember 1983



ISBN 82-7126-362-5

ISSN 0332-8538

REFERAT

Ålbu, Øystein 1983. Kraftlinjer og fugl. *K. norske Vidensk. Selsk. Mus. Rapport Zool. Ser. 1983-8*: 1-60.

Denne rapporten gir en samlet framstilling basert på litteraturstudier om forholdet mellom kraftlinjer og fugl med hovedvekt på direkte mortalitet hos fugl på grunn av kollisjoner og electrocution (jord- eller kortslutning gjennom en fugl).

Sjansen for at fugler skal kollidere med en kraftlinje, er avhengig av en rekke faktorer, hvorav de viktigste er lys- og værforhold, fugletetthet og flygeaktivitet i området, linjas plassering i terrenget og ledningsnettets utforming og høyde over bakken. De viktigste faktorer som angår den enkelte art, er aktivitetsmønster, flygemåte og manøvreringsevne.

I Norge skjer electrocution først og fremst ved de mindre fordelingslinjene (11 og 22 kV), og spesielt på linjer med jordete ståltraverser. En annen utsatt stolpetype når det gjelder electrocution, er transformatorstolpene.

De arter som i Norge synes å være mest utsatte for å bli drept av kraftlinjer, er svanene, men også visse dagrovfugler, ugler (spesielt hubro) og hønsfugler må antas å være meget utsatte.

Når det gjelder tiltak for å forebygge fugledødsfall på grunn av kraftlinjer, så vil kabellegging hovedsakelig bare være en realistisk løsning for linjer med relativt lav spenning (< 50 kV). For linjer med høyere spenning vil traséføring være det viktigste tiltak, mens merking av linjespenn vil kunne ha gunstig effekt for enkelte arter, f.eks. svaner.

Electrocution kan avverges ved å gå over til bedre stolpetyper eller ved å modifisere allerede eksisterende stolpekonstruksjoner. Hvilke løsninger som er mest aktuelle, vil i stor grad avhenge av de lokale forhold.

Øystein Ålbu, Universitetet i Trondheim, Det Kgl. Norske Videnskabers Selskab, Museet, Zoologisk avdeling, N-7000 Trondheim.

FORORD

Kollisjoner mellom fugler og kraftledninger har lenge vært gjenstand for ornitologers oppmerksomhet. Også fra dem som har ansvaret for den tekniske planlegging og forvaltning innen elforsyningen har det vært uttrykt ønske om større viten på dette felt og ikke minst har miljøvernmyndighetene behov for en mer omfattende analyse av problemet.

DKNVS Museet, Zoologisk avdeling fikk i juli 1983 henvendelse fra viltkontoret ved Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk om å lage en utredning vedrørende kraftlinjer - fuglekollisjoner. Miljøverndepartementet hadde stilt kr 30.000 til disposisjon for arbeidet.

På grunn av det relativt store problemkompleks en her står overfor, med lite norsk, men mye utenlandsk litteratur, var det klart at de ressurser som ble stilt til rådighet i beste fall kunne dekke en omfattende litteraturstudie.

Cand.real. Øystein Ålbu ble engasjert til å utføre dette oppdraget. Han har også skrevet rapporten.

Trondheim, desember 1983

Kjetil Bevanger
prosjektleder

INNHOOLD

REFERAT

FORORD

1.	INNLEDNING	9
2.	KRAFTLINJENETTET I NORGE	11
2.1.	Linjenettets inndeling og lengde	11
2.2.	Masteutforming og ledningsføring	11
3.	DIREKTE MORTALITET HOS FUGL FORÅRSAKET AV KRAFTLEDNINGER OG STØTTEKONSTRUKSJONER	15
3.1.	Kollisjoner med ledninger	15
3.2.	Electrocution	25
3.3.	Kraftlinjers betydning som mortalitetsfaktor for de enkelte arter/artsgrupper	26
3.4.	Tiltak for å forebygge fugledødsfall ved kraftlinjer	33
4.	ANDRE ASPEKTER AV FORHOLDET KRAFTLINJER - FUGL	45
4.1.	Endringer i tetthet og sammensetning av fuglefaunaen som følge av opprettelse og vedlikehold av rydde- belter	45
4.2.	Negative effekter på fuglelivet på grunn av at fugler skremmes vekk av kraftlinjene	46
4.3.	Mulige negative effekter forbundet med elektriske og magnetiske felt, ozon og hørbar støy produsert av høyspentledninger	47
4.4.	Positive virkninger på fuglelivet som følge av til- stedeværelsen av luftledninger og støttekonstruk- sjoner	48
5.	OPPFØLGING - FORSLAG TIL UNDERSØKELSER/UTREDNINGER	50
6.	SAMMENDRAG	52
7.	BENYTTET LITTERATUR	54
8.	ANNEN RELEVANT LITTERATUR	57

1. INNLEDNING

Denne rapporten er ment å skulle gi en samlet framstilling om forholdet mellom kraftlinjer og fugl. Dette forholdet kan deles inn i 6 delkompleks (Ellis et al. 1978):

a) Direkte mortalitet hos fugl forårsaket av kraftledninger og støttekonstruksjoner.

b) Endringer i tetthet og sammensetning av fuglefaunaen som følge av opprettelse og vedlikehold av ryddebelter.

c) Negative effekter på fuglefaunaen på grunn av at fugler skremmes vekk av kraftlinjene.

d) Mulige negative effekter forbundet med elektriske og magnetiske felt, oson og hørbar støy produsert av høyspentledninger.

e) Positive virkninger på fuglelivet som følge av tilstedeværelsen av luftledninger og støttekonstruksjoner.

f) Skader på linjenett og støttekonstruksjoner forårsaket av fugl.

Mesteparten av framstillingen vil bli konsentrert om punkt a), da dette problemkomplekset må antas å være langt det viktigste ut fra et fuglevernmessig synspunkt. Punktene b)-e) vil bare bli kort omtalt mens punkt f) ikke vil bli kommentert nærmere (interesserte henvises til Turcek 1960 og Hillestad et al. 1981).

Rapporten er hovedsakelig basert på litteraturstudier. Videre er det arkivmaterialet som Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk (DVF) og Norsk Ornitologisk Forening (NOF) har når det gjelder kraftlinjesaker, blitt gjennomgått. Dessuten er det foretatt en analyse av gjenfunnsmateriale fra ringmerkingsentralen ved Stavanger Museum.

For å få rede på de erfaringer som kraftverkene hadde gjort når det gjaldt fugler og kraftlinjer, ble det foretatt en rundspørring til alle kraftverk tilsluttet Norske Elektrisitetsverkers Forening (i alt 332 stk.). Denne rundspørringen var først og fremst beregnet på å innhente de erfaringer som kraftverkene satt inne med når det gjaldt kollisjoner mellom fugler og ledninger. Imidlertid viste det seg at kraftverkene hadde registrert meget få slike kollisjoner, noe som er naturlig da disse bare sjelden vil føre til brudd på forsyningsnettet. Derimot hadde mange kraftverk hatt problemer med at fugler laget kort- eller

jordslutninger på linjene (electrocution). En god del av det som er skrevet om dette i rapporten, er således basert på opplysninger innsamlet fra kraftverkene.

2. KRAFTLINJENETTET I NORGE

2.1. Linjenettets inndeling og lengde

Kraftlinjenettets formål er å bringe den elektriske kraften som blir produsert i kraftverkene, ut til forbrukerne. Til dette benyttes linjer med flere ulike spenninger. Grovt sett kan linjene deles i tre hovedgrupper (de mest brukte spenninger er angitt i parentes): et høyspent overføringsnett (420, 300 og 132 kV), som brukes i overføringen fra kraftverkene til de store transformatorstasjonene i forbruksområdene, et høyspent fordelingsnett (66, 22 og 11 kV), som brukes til fordeling innenfor forbruksområdene, og et lavspenningsnett (230 V), som brukes i det siste leddet fram til de enkelte forbrukerne.

Tabell 1 gir en oversikt over kraftlinjenettet i Norge ved utgangen av 1981.

Som vist i tabellen, består linjenettet i dag for det meste av luftledninger. Totalt gjelder dette ca. 80 % av nettet. Graden av kablifisering varierer imidlertid mellom de ulike linjetyper. For det høyspente overføringsnettets vedkommende, er bare en ubetydelig del lagt i kabel. Innen de to andre linjekategoriene er andelen av kabler større, og den øker stadig. En betydelig del av det lavspente luftledningsnettets består dessuten av hengekabler (se s. 34), spesielt i tettbygde strøk.

Selv om andelen av kabler sannsynligvis vil fortsette å øke, må man regne med at luftledninger ennå vil dominere i lang tid framover.

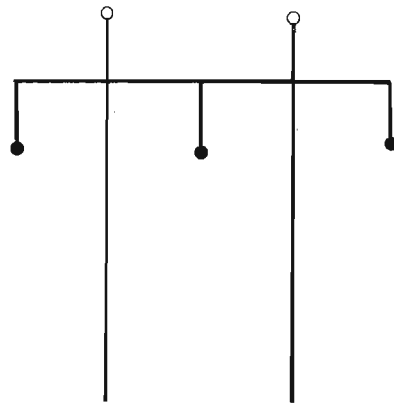
2.2. Masteutforming og ledningsføring (figur 1)

Det høyspente overføringsnettets bæres av stålmaster, unntatt 132 kV-linjene som også i stor grad har tremaster. Mastehøyden er ca. 25 m for 420/300 kV, og 12-18 m for 132 kV. Den vanligste mastetypen har en travers med tre faseledere festet til nedhengende isolatorer, samt to jordledninger i toppen av masten. Jordledningene er ikke-strømførende ledninger, som bl.a. virker som lynavledere. De 132 kV-linjene som har tremaster, mangler som oftest jordledninger i toppen av mastene. Avstanden mellom faselederne øker med spenningen og varierer mellom 5,5 og 9 m.

Tabell 1. Kraftlinjenettets lengde i Norge ved utgangen av 1981 fordelt på de forskjellige linjetyper. Den prosentvise økning i løpet av 1981 er angitt (omarbeidet etter Noregs offisielle statistikk 1983)

Linjetype		Lengde (km)	%
Høyspenning overføring	Luftledning	13.632,9	5,4
	Jord- og sjøkabel	425,5	4,3
Høyspenning fordeling	Luftledning	75.068,4	1,0
	Jord- og sjøkabel	16.800,8	6,1
Lavspenning	Luftledning	109.598,9	1,1
	Jord- og sjøkabel	31.495,2	7,7
Total	Luftledning	198.300,2	1,4
	Jord- og sjøkabel	48.721,5	7,1

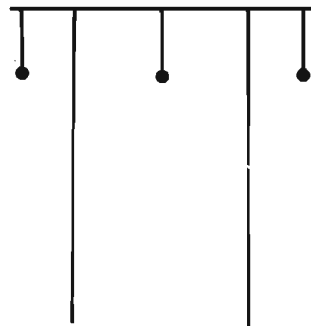
420, 300, 132 (stål) kV



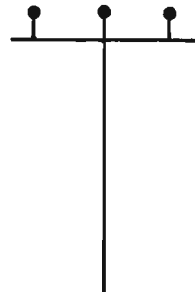
○ jordledning

● faseledere

132 (tre), 66 kV



22, 11 kV



230 v



Fig. 1. Skjematisk framstilling av de viktigste mastetyper som benyttes i Norge.

Mastene som benyttes ved det høyspente fordelingsnett er som oftest av tre og 10-12 m høye. Mastene har som regel en travers med tre isolatorer som alle bærer faseledere. På 66 kV-linjene benyttes vanligvis tostolpemaster og disse har nedhengende isolatorer. På 22 og 11 kV-linjene er enstolpemaster det vanlige, og her benyttes derfor opprettstående isolatorer. Faseavstanden varierer mellom 1,2 og 3 m, minst for 11 kV og størst for 66 kV. Der hvor det anvendes gjennomgående jordledning, er denne festet ca. 2 m under traversen.

Lavspenningsnett bærer normalt av enstolpede tremaster med en høyde på ca. 8 m. Der hvor det ikke anvendes hengekabel, har hver mast som regel 3 isolatorer montert under hverandre med en innbyrdes avstand på ca. 50-60 cm. Hver isolator bærer en faseleder, og noen jordledning finnes ikke.

3. DIREKTE MORTALITET HOS FUGL FORARSAKET AV KRAFTLEDNINGER OG STØTTEKONSTRUKSJONER

3.1. Kollisjoner med ledninger

Det har lenge vært kjent at fugler kolliderer med ledninger av ulike slag, men problemet har hittil vært gjenstand for få systematiske undersøkelser. Hvis man ser bort fra Folkestads (1980) undersøkelser av omfanget av kollisjoner mellom overvintrende sangsvaner og kraftledninger i Møre og Romsdal, foreligger det fra Norge bare tilfeldige observasjoner av fugl som har fløyet mot ledninger. I utlandet har følgende mer systematiske undersøkelser vært utført:

Hiltunen (1953) gjorde en undersøkelse av kollisjoner mellom ulike hønsefugler (storfugl, orrfugl, lirype, jerpe og raphøne) og kraftledninger i Finland basert på i alt 225 observasjoner av kollisjoner innsamlet fra privatpersoner i 1952/1953. Det som først og fremst ble behandlet var årsakene til kollisjonene, samt variasjoner i kollisjonsfrekvens med årstid, tid på døgnet og mellom de enkelte artene.

Scott et al. (1972) samlet regelmessig inn kollisjonsdrepte fugler under to parallelt løpende 400 kV høyspentledninger ved en trekklokalitet på sørøstkysten av England gjennom en periode på 6 år. Det undersøkte spennet hadde en lengde på ca. 2 km, og jordledningen i toppen av mastene befant seg ca. 50 m over bakken. Det ble totalt funnet 1285 ledningsofre fordelt på 74 arter.

Andersen-Harild & Bloch (1973) samlet inn ledningsofre under høyspentlinjer (15,60 og 150 kV) ved fire ulike lokaliteter i Danmark i perioden 3.-22. oktober 1971. Spennene hadde en samlet lengde på 13,1 km, og gikk hovedsakelig over gruntvannsområder, takrørskoger og dyrket mark. Det ble i alt funnet 105 ledningsdrepte fugler av 39 arter.

Renssen et al. (1975) registrerte kollisjonsdrepte fugler under 9 forskjellige høyspentlinjetraséer (110-380 kV) i Nederland i 1972 og 1973. Ledningene hadde stort sett en høyde på 35-40 m over bakken, og gikk hovedsakelig over tørr grasmark. Det totale antall ledningsofre som ble funnet er ikke oppgitt.

Anderson (1978) samlet inn vannfugl drept av to parallelle 345 kV høyspentlinjer ved et varmekraftverk i Illinois, USA. Innsamlingen foregikk i tidsrommet fra begynnelsen av september til ca. 20 desember i



Fig. 2. Sangsvane drept ved kollisjon mot en 66 kV-linje der denne krysser Skauga elv i Rissa, Sør-Trøndelag. Kollisjonen skjedde i skumringen om kvelden den 19.12.1983. Ved kollisjonen har fuglen på grunn av sin store hastighet og tyngde dratt ledningene sammen og forårsaket kortslutning. Skadene på halsen og kroppen viser den veien strømmen har gått gjennom fuglen.

Foto: P.E. Fredriksen

1973, 1974 og 1975. Det undersøkte spennet hadde en høyde over bakken på 34-45 m og krysset^t en dam med avløpsvann som hadde en stor bestand av rastende våtmarksfugl. Det ble i alt funnet 453 døde eller skadede vannfugl, hvorav 343 med sikkerhet hadde kollidert med ledningene.

Gylstorff (1979) samlet inn ledningsofre forårsaket av en 15 kV høyspentledning som gikk langs Rømødemningen på sørvestkysten av Danmark. Undersøkelsen pågikk gjennom tre trekkseonger, høstene 1977 og 1978, samt våren 1978. Den undersøkte linjetraséen hadde en lengde på 10 km og mastehøyden var ca. 12 m. Det ble i alt registrert 177 ledningsofre fordelt på 39 arter.

Christensen (1980) samlet inn ledningsdrepte fugler under to høyspentlinjer (150 og 60 kV) i reservatet Vejlerne, Danmark i perioden 1.10.-11.12.1979. I tillegg ble det foretatt regelmessige observasjoner av fugler som passerte 150 kV-linja i tidsrommet 12.9.-28.9.1979. De undersøkte spennene hadde en samlet lengde på ca. 3,5 km, og gikk over takrørskog og mindre gruntvannsområder. Det ble i alt funnet 43 ledningsdrepte fugler av 14 arter.

Den videre framstilling i dette avsnittet er hovedsakelig basert på erfaringene fra de ovenfornevnte undersøkelser.

3.1.1. Litt om dødsårsaker ved kollisjoner og sjansene for å finne kollisjonsofrene

Fugler som kolliderer med kraftledninger, vil som oftest dø momentant eller skades såpass alvorlig at de enten dør eller blir bytte for rovdyr innen kort tid. Hiltunen (1953) fant at 76,8 % av alle observerte kollisjoner hadde dødelig utgang for fuglen.

Hos de fugler som dør momentant, har som oftest ledningen truffet halsen og brukket fuglens nakke. Slike fugler vil vanligvis ha ytre skader i hode, hals eller bryst (tabell 2). Større fugler vil dessuten ofte kunne bli drept ved kortslutning (electrocution) der hvor avstanden mellom faselederne (eventuelt mellom faseleder og jordledning) er kort nok til at fuglen kan skape kontakt ved kollisjonen (se fig. 2). Slike fugler vil ofte ha forbrente fjær, føtter eller nebb.

Blant de fugler som overlever selve kollisjonen, vil skader på vinger eller bein dominere (tabell 2). En viss del av kollisjonsofrene vil imidlertid kunne være helt uten ytre skader.

Fugler som dør momentant, vil naturligvis bli liggende i umiddelbar nærhet av ledningene, unntatt i de tilfeller hvor de faller ned i rennende vann e.l. Skadede fugler vil derimot ofte kunne fjerne seg et godt stykke vekk fra ledningene ved egen hjelp før de omkommer. Renssen et al. (1975) anslår at ca. 50 % av alle kollisjons ofre vil dø så langt vekk fra ledningene at de ikke vil kunne oppdages ved en undersøkelse langs ledningstraséen.

Også andre faktorer vil begrense det antall kollisjons ofre som vil kunne registreres langs en kraftlinjetrasé. Forsøk med utlegging av døde fugler har vist at forskjellige åtselere som f.eks. rev, røyskatt, måker, kråker og rovfugler ofte konsentrerer sitt fødesøk til kraftlinjetraséer (Scott et al. 1972, Renssen et al. 1975), noe som bekreftes av flere observasjoner av rev som regelmessig patruljerer under kraftledninger (Hiltunen 1953, Bevanger in press). Dette vil føre til at mindre fugler raskt vil bli fjernet fra traséene, mens større fugler vanligvis bare vil bli funnet som fjær- eller knokkelrester.

All erfaring tilsier dermed at det bare er en liten brøkdel av kollisjons ofrene som blir funnet av mennesker. Spesielt gjelder dette de mindre fugleartene. Dessuten vil en del kollisjons ofre, f.eks. de som blir funnet langt unna kraftledninger uten typiske kollisjons skader, ofte ikke bli registrert som sådanne.

Tabell 2 . Ytre skader hos fugler funnet døde eller levende etter kollisjon med en høyspentlinje (15 kV) på Rømmødemningen, Danmark i 1977/78 (omarbeidet etter Gylstorff 1979)

Skadetype	Antall funnet	
	døde	levende
Skade i hode/hals/bryst*	48	1
Brukne vinger/bein	32	14
Ingen synlige skader	23	3
Sum	103	18

* Inkluderer også fugler med brukne vinger/bein.

3.1.2. Faktorer som virker inn på kollisjonssjansen

A. Lys- og værforhold

De aller fleste fuglearter vil nesten utelukkende kollidere kraftledninger i mørke eller når sikten er dårlig på grunn av lavt skydekke, tåke eller nedbør. Kollisjoner i fullt dagslys vil vanligvis bare forekomme ved panikkflyging forårsaket av menneskelig forstyrrelse, predatorer e.l. Hiltunen (1953) fant at bare 23,7 % av alle observerte kollisjoner mellom hønsefugler og kraftledninger skjedde om dagen i god sikt, og minst halvparten av disse igjen kunne tilskrives panikkflyginger. Videre konkluderer Anderson (1978) med at vannfugl (vesentlig ender) nesten aldri kolliderer med kraftlinjer om dagen når sikten er god.

Unntakene er imidlertid noen få arter, som f.eks. svaner og storker, som ofte også kan kollidere under "normal" flyging om dagen under gode siktforhold.

Det er innlysende at de fugler som kolliderer i mørke eller dårlig sikt, gjør det fordi de under de rådende forhold ikke oppdager ledningene i tide til å kunne svinge unna. At enkelte arter også i stor grad kolliderer i fullt dagslys, kan sannsynligvis forklares med at disse har relativt dårlig reaksjonsevne i flukt, og således større problemer med å unngå eventuelle ledninger.

Også vindforholdene vil kunne påvirke kollisjonsfrekvensen. Fugler på trekk, som normalt flyr høyt over ledningene (f.eks. Alerstam 1982), vil i motvind fly lavere slik at kollisjonssjansen øker. I Nederland, hvor den dominerende vindretning er SV, fant Renssen et al. (1975) flere kollisjons ofre på østsiden enn på vestsiden av linjetraséene, noe som skulle gi en indikasjon på denne faktorens innvirkning (tabell 3).

Videre vil sterk vind eller kastevind kunne føre til at enkelte fugler, særlig måker, rett og slett blir blåst inn i ledningene.

B. Fugletetthet og flygeaktivitet

Det skulle uten videre være opplagt at kollisjonsfrekvensen generelt vil være størst der hvor fugletettheten er størst. Områder med stor fugletetthet, som f.eks. våtmarksområder, vil derfor være spesielt

Tabell 3. Fordeling av ledningsofre funnet innenfor, vest for og øst for et 90 m bredt tellebelte under noen utvalgte høyspentlinjer i Nederland (omarbeidet etter Renssen et al. 1975)

	Antall	%
Vest for tellebeltet	35	2,9
Innenfor tellebeltet	1095	90,3
Øst for tellebeltet	82	6,8
Sum	1212	100,0

utsatte når det gjelder kollisjoner.

Videre vil kollisjonsfrekvensen innen et og samme område variere med årstidene. I et våtmarksområde vil det således av og til være mulig å påvise en signifikant positiv korrelasjon mellom antall rastende individer og antall ledningsofre, se fig. 3. Det vil imidlertid ofte være mer naturlig å sette topper i antall ledningsofre i sammenheng med stor flygeaktivitet. F.eks. fant både Scott et al. (1972) og Gylstorff (1979) en klar sammenheng mellom høy trekkaktivitet og høy kollisjonsfrekvens. På samme måte synes de fleste kollisjoner hos knoppsvaner i England å skje i de månedene da svanenes fluktaktivitet er størst, f.eks. i forbindelse med oppsøk og forsvar av territorier eller matmangel (Ogilvie 1967, Perrins & Reynolds 1967). I Møre og Romsdal fant Folkestad (1980) at antall kollisjoner mellom overvintrende sangsvaner og kraftledninger økte under langvarige frostperioder om vinteren, sannsynligvis fordi svanene da ble tvunget til å fly mye omkring på leting etter mat. Dessuten har det ofte vist seg at man får en topp i kollisjonsfrekvens i samband med ungfuglenes første flygninger om høsten. Dette vil naturligvis også delvis komme av at slike ungfugler er uerfarne flygere og har liten kjennskap til de farer som finnes i terrenget.

I denne forbindelse må også forskjellige typer av regelmessige døgnlige trekkbevegelser nevnes, som f.eks. trekk mellom overnattings-

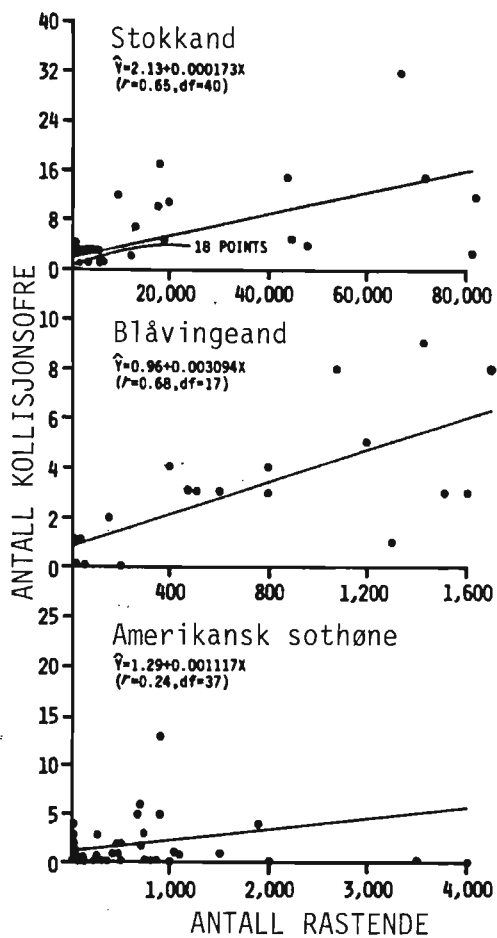


Fig. 3. Korrelasjoner mellom antall rastende stokkender, blåvinge-
ender (*Anas discors*) og amerikanske sothøner (*Fulica americana*)
og antall kollisjonsofre av de samme artene ved et varmekraft-
verk i Illinois, USA. Korrelasjonene for stokkand og blåvinge-
and er signifikante ($p < 0,05$). Etter Anderson (1978).

plasser, rasteplasser, beiteområder og hekkeområder. Slike trekkbevegelser vil ofte omfatte et stort antall individer og foregå i relativt lav høyde over bakken. Hvis de dessuten finner sted i skumring eller mørke, vil de kunne føre til mange kollisjoner med eventuelle tilstedeværende kraftledninger.

C. Linjenettets plassering og utforming

Under dette punkt er det hovedsakelig tre faktorer som har innvirkning på kollisjonsrisikoen. For det første vil linjetraséenes plassering i terrenget kunne ha stor betydning. På typiske trekklokalteter eller i områder hvor det foregår slike regelmessige døgnlige trekkbevegelser som nevnt i forrige avsnitt, vil en plassering på tvers av de lokale trekkrutene være svært ugunstig. I det hele kan man si at all plassering av kraftlinjer på tvers av slike "ledelinjer" som kystlinjer, dalsøkk, elver o.l. vil kunne føre til stor kollisjonsfare for fuglene.

Et eksempel som vil illustrere dette, er gitt i tabell 4. Renssen et al. (1975) registrerte ledningsofre ved tre forskjellige linjetraséer ved IJsselmeer i Nederland. Trasé A ligger på tvers av den lokale trekkretning like ved diket mot IJsselmeer, som må betraktes som en ledelinje for trekket i området. Trasé B ligger også på tvers av trekkretningen, men lengre inne i landet, mens trasé C løper parallelt med trekkretningen like ved diket. Som vist i tabellen, er kollisjonsfrekvensen ved trasé A betydelig høyere enn ved de to andre traséene.

Tabell 4. Antall ledningsofre ved tre forskjellige linjetraséer ved IJsselmeer, Nederland (etter Renssen et al. 1975). Se teksten for nærmere forklaring

Trasé	Lengde (m)	Observasjonstid i døgn	Antall ledningsofre	Antall ledningsofre/døgn/km
A (150 kV)	700	76	73	1,37
B (150 kV)	1150	76	36	0,41
C (380 kV)	1780	76	62	0,46

På samme måte fant Gylstorff (1979) at de fleste kollisjoner mot kraftledningene på Rømødemningen skjedde like ved kysten av Jylland, noe som sannsynligvis også skyldes en lignende "ledelinjeeffekt" som i det forrige eksemplet.

En annen faktor som vil ha betydning for kollisjonsrisikoen er linjenes høyde over bakken. Her er det imidlertid verre å dra noen generelle konklusjoner, siden denne faktorens innvirkning vil variere med lokale forhold, som f.eks. vegetasjon, topografi og fuglenes generelle flygehøyde i området. Det foreligger dessuten ingen skikkelige analyser i litteraturen av faktorens innvirkning.

En vanlig antagelse synes å være at jo lavere en linje går, jo mindre vil kollisjonsfaren være for fuglene. Dette er sikkert riktig i mange tilfeller, men gjelder neppe der hvor linjetraséer går gjennom tett skog. Her synes det å være mer naturlig å anta at linjer under tretopphøyde vil være mer kollisjonsutsatte enn linjer som går høyere, siden mesteparten av fuglenes aktivitet i en skog vil foregå under tretopphøyde og ledninger mot en mørk bakgrunn av trær vil kunne være ekstra vanskelige å oppdage for fuglene, se f.eks. Hiltunen (1953).

Den tredje faktoren som har innvirkning på kollisjonsfaren, er selve utformingen av ledningsnett. Det skulle være innlysende at mange ledninger i flere forskjellige plan vil være langt mer kollisjonsutsatte enn en enkelt ledning eller flere ledninger i ett og samme plan.

Videre vil selvsagt ledningenes synlighet kunne spille en rolle. Det er naturlig å anta at jo tykkere ledningene er, jo lettere vil fuglene kunne oppdage dem. Det foreligger imidlertid ingen spesielle undersøkelser om dette i litteraturen.

Som før nevnt, finnes det på større høyspentlinjer jordledninger over de ordinære faseledningene. Disse er ofte tynnere enn de øvrige ledningene. Observasjoner kan tyde på at slike jordledninger er spesielt utsatte for kollisjoner (Scott et al. 1972).

I denne forbindelse kan det nevnes at Renssen et al. (1975) fant at kollisjonsfrekvensen var mindre på linjer hvor det ble benyttet tre ledninger pr. fase enn på linjer med bare en ledning pr. fase. Dette har imidlertid sikkert også sammenheng med at det på de førstnevnte linjene var montert oransje avstandsholdere med jevne mellomrom.

D. Artsspesifikke faktorer

Ut fra det som er sagt ovenfor, er det klart at forskjeller mellom de enkelte fuglearter når det gjelder aktivitetsmønster, flygemåte og manøvreringsevne vil gi seg utslag i at enkelte arter vil være mer utsatte for å kollidere med kraftledninger enn andre. De følgende grupper må uten videre sies å være spesielt kollisjonsutsatte (se f.eks. Scott et al. 1972):

- 1) Arter som i stor grad er på vingene om natten og/eller i skumringen.
- 2) Arter som generelt flyr i relativt lav høyde.
- 3) Arter som har dårlig manøvreringsevne.
- 4) Arter som ofte flyr i store, tette flokker. Dette har sammenheng med at fugler som flyr inne i eller bakerst i en slik flokk, vil få redusert utsikt til eventuelle ledninger.

En mer detaljert omtale av kollisjonsrisikoen for enkelte arter eller artsgrupper, vil bli gitt i kap. 3.3.

Her skal bare til slutt nevnes at fuglenes kjennskap til terrenget kan spille en rolle. Det er ting som tyder på at fugl som er stasjonære i et område over lengre tid, kan lære seg å unngå de ledninger som finnes i omgivelsene. Evnen til en slik tilvenning vil imidlertid variere fra art til art (se kap. 3.3), og unge fugler vil naturlig nok fremdeles kunne være meget kollisjonsutsatte under "tilvenningsperioden".

3.1.3. Totalt fugletap som følge av kollisjoner

Å beregne det totale antall fugler som årlig drepes på grunn av kraftledninger er meget vanskelig og dessuten forbundet med store usikkerheter. Som vist ovenfor er kollisjonsfrekvensen avhengig av en hel rekke faktorer, og den vil derfor kunne vise stor variasjon fra område til område.

Braaksma (1966) anslår at det årlig drepes minst 200.000-300.000 fugler ut av en total bestand av stand- og trekkfugler på 20-40 mill. fugler på grunn av ledningsnett i Nederland. Renssen et al. (1975) beregnet det totale antall kollisjonsdrepte fugler i Nederland til å ligge omkring 1 mill. fugler.

I Danmark beregnet Andersen-Harild & Bloch (1973) antall kollisjonsofre ut ifra den hypotese at det i gjennomsnitt blir drept 0,2 fugler/døgn/km ledning. Dette tilsier et årlig fugletap på over 3/4 mill. fugler bare på grunn av høyspenningsnettet. Deres konklusjon er at dette tallet er alt for høyt. Gylstorff (1979) korrigerer dette estimatet ut ifra antagelsen om at de aller fleste kollisjoner skjer i trekketidene, og fant at det totale antall kollisjonsdrepte fugler pr. år sannsynligvis ligger rundt 250.000-300.000 i Danmark.

Å si noe sikkert om antall kollisjonsofre pr. år her i landet ut ifra de ovenfornevnte estimater er nærmest umulig, på grunn av store forskjeller i naturforhold mellom Norge og Nederland/Danmark. Bl.a. er den generelle fugletetthet betydelig lavere i Norge enn i de to andre landene. Man kan imidlertid ikke se bort ifra muligheten av et seks-sifret antall kollisjonsofre også hos oss, siden ledningsnettet i Norge er vesentlig lengre enn i Nederland og Danmark.

3.2. Electrocutation

Electrocutation, dvs. kort- eller jordslutning gjennom en fugl ved at denne samtidig berører to strømførende ledninger eller en strømførende ledning og en jordforbindelse, er et fenomen som kan føre til stort tap av fugl. Electrocutation skjer i første rekke i forbindelse med at fugler bruker mastkonstruksjoner som sitteplasser eller reirplasser, men kan også forekomme sekundært som følge av kollisjoner. Fugler som dør av denne årsak, finnes normalt med forbrente fjær, føtter eller nebb.

Problemet omkring electrocutation er primært et resultat av fuglemessig sett meget uheldige mastkonstruksjoner. Problemet omfang og karakter vil derfor variere fra land til land.

I Norge synes de fleste tilfeller av electrocutation å skje ved de mindre fordelingslinjene (hovedsakelig 11 og 22 kV, se figur 1). De mastene som benyttes ved disse linjene har nemlig opprettstående isolatorer på en horisontal travers, noe som gir relativt liten avstand mellom travers og ledninger. Lavspenningslinjene mangler traverser og er derfor lite utsatte for electrocutation (unntatt ved kollisjoner),

mens mastene ved de høyere spenningene vanligvis har for store avstander mellom traverser og ledninger til at fugler som sitter på traversene kan komme nær ledningene.

De mindre fordelingslinjene har vanligvis en faseavstand på bare 1,2-1,5 m, slik at det vil være mulig for større fugler å lage kortslutning ved å berøre to ledninger samtidig. Mange kraftselskap, spesielt på Sør-, Øst- og Vestlandet benytter dessuten ofte jordete traverser av stål. Dette øker faren for electrocution enormt, siden fugler helt ned i trostestørrelse her meget lett vil kunne lage jordslutning ved simpelthen å sitte på traversen og samtidig berøre en eneste av de strømførende ledningene (eller omvendt). Linjer med slike master er derfor ytterst farlige for fugl, og enkelte kraftselskap oppgir at de har opptil 100 utkoblinger pr. sesong som følge av at fugl har forårsaket jordslutninger.

En annen mastetype som ofte forårsaker electrocution, er transformatorstolpene. Det har sammenheng med at det på disse konstruksjonene finnes tre nedadgående uisolerte ledninger med svært liten innbyrdes avstand (Olsson 1981). Dette gir stor risiko for electrocution når fuglene forsøker å bruke stolpene som sitteplasser eller reirplasser.

Electrocution vil i første rekke ramme slike fuglearter som har for vane å benytte høyt-liggende punkter i terrenget som utkikkplasser, ribbeplasser eller reirplasser. Dette vil hovedsakelig gjelde dagrovfugler, ugler, måker og enkelte kråkefugler. I hvor stor grad fuglene vil benytte kraftlinjemaster til disse formål i et område, vil avhenge av topografi, tilgang på næring og tilgang på naturlige sitteplasser eller reirplasser (Boeker & Nickerson 1975).

For en nærmere diskusjon av risikoen for electrocution hos enkelte arter eller artsgrupper, henvises til avsnitt 3.3.

3.3. Kraftlinjers betydning som mortalitetsfaktor for de enkelte arter/artsgrupper

Som tidligere nevnt, vil enkelte arter være mer utsatte for å bli drept av kraftlinjer enn andre. Dette vil bl.a. avspeile seg i

Tabell 5. Ringmerkingsdata for et utvalg av arter. Se nærmere forklaring i teksten.

	Gjenfunns- prosent	Antall gjenfunn	Antall drept av ledning	%
Gråhegre	11,6	700	13	1,9
Kanadagås	8,2	16	1	6,3
Hvitkinngås	6,8	116	2	1,7
Stokkand	8,5	76	2	2,6
Havørn	3,3	15	2	13,3
Hønsehauk	19,9	125	13	10,4
Spurvehauk	11,0	73	8	11,0
Musvåk	17,0	15	1	6,7
Fjellvåk	7,5	56	2	3,6
Kongeørn	15,6	12	2	16,7
Fiskeørn	17,4	23	2	8,7
Dvergfalk	9,3	46	3	6,5
Tjeld	4,9	173	4	2,3
Vipe	3,0	500	14	2,8
Storspove	5,9	29	1	3,4
Hettemåke	4,2	911	35	3,8
Fiskemåke	4,4	1375	24	1,7
Sildemåke	2,6	186	5	2,7
Gråmåke	6,3	962	14	1,5
Svartbak	7,0	873	13	1,5
Krykkje	0,8	233	1	0,4
Ringdue	5,4	40	1	2,5
Hubro	14,8	18	4	22,2
Kattugle	6,3	125	23	18,4
Skjære	5,9	138	1	0,7
Kråke	16,0	750	20	2,7

den andel av gjenmeldte ringmerkede fugler av de forskjellige arter som finnes som drept av kraftlinjer. I tabell 5 er det gitt en oversikt over hvor stor andel kraftlinjedrepte fugler utgjør av det totale antall gjenfunn for en del arter. Tabellen bygger på gjenfunnsmateriale fra Stavanger Museum.

De prosentandeler som er gitt i tabellen, angir naturligvis ikke direkte hvor stor del av individene innen de enkelte arter som omkommer ved kraftlinjer, siden sjansene for å finne døde fugler vil variere med dødsårsaken. Tallene kan bare gi en pekepinn på om kraftlinjedrap kan antas å være av betydning for en art.

Flere faktorer må tas i betraktning når tallene skal vurderes. I tallene for totalt antall gjenfunn vil det selvsagt være inkludert en god del gjenfunn hvor dødsårsaken ikke er kjent. Denne andelen vil kunne variere fra art til art. For enkelte arter vil også muligens et mindre antall kontroller være inkludert, selv om det ved oppsetting av tabellen er lagt vekt på å bare ta med slike arter som alt vesentlig gjenmeldes som døde. Videre må man være forsiktig med å sammenligne jaktbare og ikke jaktbare arter. Hos de jaktbare artene vil oftest skutte fugler utgjøre en vesentlig del av gjenfunnene. Selv om kollisjoner eller electrocution eventuelt forekommer ofte hos en jaktbar art, vil ofrene bli funnet langt sjeldnere enn de som skytes. Andelen av ledningsdrepte fugler vil derfor generelt ligge lavere enn hos de ikke jaktbare artene.

I det følgende vil det bli gitt en omtale av risikoen for å bli drept av kraftlinjer innen de forskjellige artsgrupper på grunnlag av gjenfunnsdataene, opplysninger fra kraftverkene og opplysninger i litteraturen.

Lommer og lappedykkere

Det foreligger påfallende få rapporter om ledningsdrepte fugler innen disse gruppene. Dette har nok delvis sin forklaring i at det her er snakk om relativt fåtallige arter, men det er ting som kan tyde på at lommer og lappedykkere ikke er blant de arter som er mest utsatte for å bli drept av kraftlinjer. Mange av artene er overveiende marine utenom hekketida, og lappedykkerne er dessuten kjent for å fly

lite og stort sett bare over kortere avstander. Nærmere undersøkelser er imidlertid nødvendig før man kan foreta noen skikkelig vurdering av kollisjonsrisikoen for disse artene.

Skarver, alkefugler, havsule og havhest

Disse utelukkende marine artene vil bare sjelden komme i kontakt med kraftlinjer, og det finnes derfor svært få rapporter om at slike fugler har endt som kollisjonsofre. Man må imidlertid forvente at i alle fall en del av disse artene potensielt vil være meget utsatte for kollisjoner med ledninger.

Stork, trane og gråhegre

Disse tre artene hører etter all sannsynlighet med blant de som er mest utsatte for å bli drept av kraftlinjer. Dette er spesielt godt dokumentert for storkens vedkommende. F.eks. fant Riegel & Winkel (1971) at 76,7 % av alle storker merket og gjenfunnet med kjent dødsårsak i Tyskland fram til utgangen av 1967 var falt som offer for kraftlinjer. Nyutfløyne ungfugler var spesielt utsatte, mens eldre fugler i stor grad så ut til å ha lært seg å unngå linjene. Kraftlinjenettet anses for å være en av de viktigste årsakene til storkens tilbakegang i flere land i Vest-Europa, bl.a. Danmark (Dybbro 1979).

Når det gjelder trane, nevner Bylin (1983) at minst 50 % av de 41 individene som i perioden 1975-82 har blitt innrapportert til Naturhistoriska Riksmuseet i Sverige, har kollidert med kraftledninger. Det foreligger ingen tilsvarende tall fra Norge.

I England har 41,7 % av alle gråhegrer som er gjenfunnet med kjent dødsårsak i perioden 1959-70, blitt drept av kraftlinjer (Scott et al. 1972). Tilsvarende tall for Danmark ligger på 5,4 % (Møller & Olesen 1979, gjenfunn i perioden 1968-1978). Den meget store forskjellen mellom disse tallene, kan forklares ved at arten i Danmark er jaktbar, i motsetning til i England hvor den bare kan skytes hvis den gjør påviselig skade. Den prosentandel som er angitt i tabell 5, kan ikke sammenlignes direkte med de ovenfornevnte tallene, men mye tyder på at arten er noe mindre utsatt hos oss.

Svaner, gjess og ender

Svanene er utvilsomt en meget kollisjonsutsatt gruppe. Ved siden av hønsefugler, er svaner den fuglegruppe som oftest blir nevnt som kollisjonsoffer av kraftselskapene.

I England blir ca. 50 % av alle gjenmeldte knoppsvaner med kjent dødsårsak funnet døde etter å ha kollidert med kraftlinjer (Ogilvie 1967, Scott et al. 1972), og kraftlinjekollisjoner menes å ha ført til nedgang i en lokal bestand (Minton 1971). Videre synes knoppsvaner, i motsetning til storker, ikke å lære seg å unngå linjene med stigende alder (Ogilvie 1967). Også i Norge er kraftlinjekollisjoner en av de viktigste dødsårsaker hos knoppsvaner (Frøstrup 1982, Herredsvela 1983).

For sangsvane anslår Folkestad (1980) at ca. 10 % av den overvintrende bestand i Møre og Romsdal blir drept årlig som følge av kraftlinjer. Spesielt synes de mindre kraftlinjene (20-60 kV) å være farlige for svanene. De nevnte tap utgjør langt på vei alene det man må anse for å være naturlig avgangsprosent i løpet av et år. Det er imidlertid vanskelig å avgjøre om kraftlinjetapene har hatt noen negativ effekt på bestanden.

Gjess synes å være langt mindre utsatte for å kollidere med kraftledninger enn svaner. Det foreligger relativt få meldinger om kollisjonsdrepte gjess i litteraturen, og Karlsson (1977) nevner at det i Skåne bare meget sjelden skjer kollisjoner mellom gjess og ledninger, til tross for en bestand på titusener av gjess gjennom en stor del av året.

Når det gjelder ender, synes antall ledningsofre å være betydelig, spesielt der hvor kraftlinjer krysser viktige rasteplasser eller trekk-ruter. Det er imidlertid på det nåværende tidspunkt ikke mulig å vurdere om ledningsdrapene har noen innvirkning på bestanden av noen andeart. Det er vanskelig å peke på arter som skulle være mer utsatte enn andre, med et mulig unntak for gravand (Gylstorff 1979). Boyd (1961) presenterer data som tyder på at hanner er mer utsatte for kollisjoner enn hunner.

Dagrovfugler og ugler

Disse gruppene viser de største prosenttallene for andel ledningsdrepte fugler i tabell 5. Når har nok dette delvis sammenheng med at

disse artene, i motsetning til mesteparten av de øvrige, ikke er jaktbare, men også opplysninger fra kraftselskapene og fra litteraturen (f.eks. Kjos-Hanssen 1980) kan tyde på at visse dagrovfugler og ugler ofte blir drept av kraftlinjer. Spesielt synes dette å gjelde hubro, men også arter som havørn, hønsehauk, spurvehauk, kongeørn og kattugle må antas å være meget utsatte.

Den viktigste årsaken til dette er at dagrovfugler og ugler er spesielt utsatte for electrocution. Kollisjoner er mer uvanlige, da disse fuglene har meget godt syn. De mest kollisjonsutsatte gruppene er ugler (om natten) og fugler som aktivt forfølger bytte i flukten (Olendorff et al. 1981).

Flere dagrovfugler og ugler har i dag en truett eller sårbar bestand, og vil derfor høre med blant de arter hvor man kan tenke seg at ledningsdrap vil kunne ha en bestandsnedsettende effekt. Videre undersøkelser vil være nødvendig for å kunne fastslå eventuelle slike virkninger for enkelte arter.

Hønsefugler

Denne fuglegruppens forhold til kraftlinjer har vært relativt lite studert, noe som er beklagelig siden opplysninger fra kraftselskapene kan tyde på at gruppen er meget utsatt for å kollidere med kraftlinjer (se også Wilse 1951).

I Norge har det i Reguleringsundersøkelsens regi vært foretatt registreringer av ledningsdrepte fugler under en del 275 kV- og 20/60 kV-linjer (Kjos-Hanssen 1980). Ved disse undersøkelsene ble det funnet svært lite fugl. Kjos-Hanssen (1980) nevner imidlertid også en registrering langs en 1 km lang telefonledning i Nordli, Nord-Trøndelag. Linja ble registrert 3 ganger (desember, februar og mars) og det ble funnet fugl hver gang: 2 orrfugler og 1 lirype. Dette tyder på at de mindre linjene kanskje er mer skadelige enn de store for denne fuglegruppen.

Hiltunen (1953) fant at storfuglen var den av hønsefuglene som var mest utsatt for å kollidere med ledninger. Han forklarer dette med at storfuglen er mer aktiv i skumringen enn andre hønsefugler. Dessuten vil storfuglen, på grunn av sin størrelse, ha vanskeligere for å unngå ledningene. Han fant også at de fleste kollisjonene skjedde i september - november, noe som forklares med at fuglene i denne perioden flyr mer enn ellers.

Vadefugler og duer

Vadefugler kolliderer ofte med kraftledninger. For enkelte arters vedkommende kan dette ha sammenheng med at de ofte flyr i store, tette flokker. Arter som ofte holder til på fuktige enger og marker, som spover, vipe, heilo og tjeld, synes å være mer utsatte enn f.eks. *Calidris*-artene (Andersen-Harild & Bloch 1973).

Delvis av samme grunn som nevnt ovenfor, vil også duer være utsatte for å kolliderere med ledninger. Dessuten flyr enkelte duearter ofte om natten under trekket (Scott et al. 1972).

Måker og terner

Disse artene vil på grunn av deres store flygeaktivitet, ofte bli drept ved kollisjoner mot kraftledninger. Dessuten vil måkene kunne omkomme ved electrocution når de slår seg ned eller bygger reir i forskjellige mastekonstruksjoner.

Det er vanskelig å si noe sikkert om risikoen for å bli drept av kraftlinjer innenfor de enkelte arter, men ting tyder på at en art som hettemåke er spesielt utsatt da den vesentlig er knyttet til ferskvannslokaliteter.

Riksefugler (inkludert sothøne og sivhøne)

Denne gruppen har vist seg å være meget utsatt for kollisjoner med ledninger. Dette antas å ha sammenheng med at disse artene, ved siden av å være hovedsakelig natt-trekkere, oftest flyr i lav høyde og har dårlig manøvreringsevne (Scott et al. 1972).

Spurvefugler

Spurvefugler kolliderer også med ledninger, og når observasjoner av større fugler dominerer, er dette sannsynligvis bare en effekt av at disse mye lettere blir oppdaget av mennesker enn småfugler. Visse spurvefuglarter, f.eks. kråke og skjære, er dessuten også utsatte for electrocution.

Når det gjelder kollisjonsrisikoen innenfor de enkelte arter, har flere undersøkelser vist at natt-trekkende arter, som troster, sangere og stær, er langt mer utsatte enn hovedsakelig dag-trekkende arter, som svaler, erler og finker (Scott et al. 1972, Gylstorff 1979).

3.4. Tiltak for å forebygge fugledødsfall ved kraftlinjer

3.4.1. Kabellegging

En 100 % effektiv måte å unngå kollisjoner og electrocution på, er å kablegge alle planlagte og eksisterende kraftlinjer.

Den viktigste innvendingen mot en slik løsning er at den naturlig nok vil kreve svært store kostnader. Kabler er generelt vesentlig dyrere enn luftledninger, spesielt ved høye spenningstyrker. Madsen (1979) har for Danmark beregnet at anleggsprisen for jordkabler ligger 10-30 ganger høyere enn for luftledninger ved 400 kV, 4-7 ganger høyere ved 132 kV og 3-4 ganger høyere for 50 kV. I Norge vil disse faktorene ofte ligge betydelig høyere på grunn av vanskeligere jordbunnsforhold, og man må regne med at kabler vil være dyrere enn luftledninger selv for lavspenningslinjer.

Kabler har i tillegg en del tekniske ulemper. For det første er feilfinning og reparasjoner vanskeligere enn ved luftledninger. Dessuten vil kabler ved høye spenninger by på en del problemer når det gjelder avkjøling og kapasitive strømmer (Madsen 1979).

Kabler byr imidlertid også på visse driftstekniske fordeler i tillegg til de rent naturvernmessige. Feilfrekvensen vil generelt være lavere og mer jevnt fordelt utover året enn ved luftledninger. Videre vil den spenningsstabilisering som oppnås føre til at man for en liten merutgift kan utføre anlegget for vesentlig større overførings- evne enn det luftledningsnett som kabelanlegget erstatter (Madsen 1979).

Ut fra det som er sagt ovenfor, må det konkluderes med at kabellegging av linjer med høye spenninger (over 50 kV) i de aller fleste tilfeller ikke vil være noen realistisk mulighet når det gjelder å fore-

bygge fugledødsfall. Det bør imidlertid være mulig å kablegge kortere strekninger der man har påvist eller vil måtte forvente store skader på fugl.

Også for de mindre høyspentlinjene (f.eks. 11 og 22 kV) vil det være lite realistisk å tenke seg at lengre strekninger av allerede eksisterende linjer kan bli kabellagt ut fra hensynet til fugl, unntatt i helt spesielle tilfeller. Imidlertid bør man overveie muligheten for å gå inn for at all utvidelse av nettet for disse linjetypene skal skje ved kabelanlegg. Disse linjetypene synes nemlig å være skyld i en vesentlig del av fugledødsfallene.

Når det gjelder lavspenningsnettet, bør samtlige linjer, både eksisterende og planlagte, legges i kabel (eventuelt som hengekabel, se neste avsnitt).

3.4.2. Hengekabel

En hengekabel består av flere isolerte ledere som er snodd sammen og forsterket med en stålwire. Den henges opp på vanlige master, og fremstår da som en enkelt, tykk ledning.

I Norge er hengekabel nokså mye brukt på lavspenningsnettet, spesielt i tettbygde strøk. Den kan imidlertid anvendes også ved de mindre fordelingslinjene (opp til og med 22 kV), og dette er vanlig f.eks. i Finland (Gylstorff 1979).

Hengekabel må antas å redusere sjansen for kollisjoner i vesentlig grad, både på grunn av økt synlighet og at antall ledninger reduseres. Dessuten vil hengekabel fullstendig eliminere faren for electrocution.

Hengekabel kan derfor være et tilfredsstillende alternativ der hvor kabellegging er lite hensiktsmessig på grunn av økonomiske og/eller jordbunnsmessige forhold.

3.4.3. Traséføring

Ut fra det som er sagt i kap. 3.1, er det klart at man vil kunne redusere de skadelige virkninger ved en kraftlinje betydelig ved å legge traséen slik at den blir til minst mulig ulempe for fuglene.

Dette vil først og fremst medføre at man bør søke å unngå å legge traséer gjennom våtmarksområder eller andre områder med høy tetthet av fugl, å plassere linjer på tvers av lokale trekkretninger og å plassere linjer nær tilholdssteder for arter som erfaringsmessig er meget utsatte eller arter som har en truet eller sårbar bestand.

Videre kan det av og til være mulig å skjerme nye kraftlinjer ved å legge dem nær opptil andre hindringer i terrenget, som f.eks. fabrikkinstallasjoner, broer eller allerede eksisterende kraftlinjer. En lignende effekt kan oppnås ved å legge linjer langs sterkt trafikkerte veier, da fuglene her ofte vil fly høyere enn vanlig. På grunn av faren for å skremme fugler mot ledningene, bør dette imidlertid ikke gjøres der hvor slike veier passerer tett ved beite- eller rasteplasser for fugl.

Traséføring vil for linjene med de høyeste spenningene være det viktigste tiltak for å redusere skadevirkninger på fugl, siden kabellegging av disse linjene av de grunner som er nevnt tidligere, i de fleste tilfeller er lite aktuelt. Dette tiltaket krever et inngående kjennskap til fuglefaunaen i det området som en kraftlinje skal passere gjennom, og det vil derfor ofte være nødvendig at ornitologisk fagkunnskap kobles inn allerede under planleggingen av en ny kraftlinje.

3.4.4. Merking av linjespenn

Det har vært utført en hel rekke forsøk med ulike merkemetoder for å øke ledningenes synlighet.

I de fleste forsøk hvor erfaringene med merkingen er publisert, er det blitt benyttet fargede plaststrimler festet til ledningene med jevne mellomrom. Scott et al. (1972) merket jordledningen på den 400 kV-linja som de undersøkte med oransje strimler (5 cm lange, mellomrom 1,2 m). De fant at strimlene ikke syntes å ha noen nedsettende effekt på antall kollisjoner. De nevner imidlertid at man på en annen lokalitet i England med hell har brukt svarte strimler (15 cm lange, mellomrom 1,9 m) på jordledningen på en 275 kV-linje.

Renssen et al. (1975) gjorde forsøk med 33 x 1,3 cm store hvite og svarte strimler montert på jordledningen på en 220 kV-linje. Strimlene ble festet slik at de stod i en vinkel på 120° i forhold til

hverandre. Som vist i tabell 6, medførte strimlene et klart fall i antall ledningsofre.

Gylstorff (1979) monterte gule strimler av to forskjellige typer (20 x 7,5 cm og 25 x 10 cm) på den midterste fasen på 15 kV-linja som gikk over Rømødemningen. Strimlene var konstruert slik at de produserte lyd ved vindpåvirkning. Det ble funnet at strimlene førte til en nedgang i antall kollisjoner.

Også andre objekter, som f.eks. kuler, spiraler, løkker m.m., er blitt forsøkt opphengt på ledningene for å forhindre fuglekollisjoner. Gylstorff (1979) nevner bl.a. at polystyrolkuler er benyttet med godt resultat i Danmark. For øvrig bør det nevnes at det i de senere år har kommet på markedet en plastspiral (Plastic Bird Flight Diverter) som er spesielt utviklet for å forhindre fuglekollisjoner. Denne spiralen, som forhandles av firmaet Strømberg Thømte A/S i Oslo, er benyttet med godt resultat av noen få kraftselskaper i Norge.

Alle objekter som monteres på ledningene, vil imidlertid yte en del motstand mot vind. Dessuten er det en viss fare for nedising. Begge deler kan resultere i ledningsnedfall. For at opphenging av objekter på ledningene skal kunne være forsvarlig, bør derfor ledningen ha tilstrekkelig styrke til at disse ulempene kan unngås.

Tabell 6 . Resultater av forsøk med opphenging av plaststrimler på jordledningen på en 220 kV-linje i Nederland (etter Renssen et al. 1975)

	Strekning (m)	Observasjons- periode (døgn)	Antall kollisjons- ofre	Antall kollisjons- ofre/dag/km
Ingen	1379	404	141	0,25
Hvite strimler	1286	404	93	0,18
Hvite + svarte strimler	1024	404	52	0,12
Ingen	1336	404	142	0,26
Svarte strimler	1074	404	55	0,13

I Norge er det blitt gjort forsøk med merkemethoder som helt eller delvis er frie for de ulemper som er nevnt ovenfor (Folkestad 1978, 1980). Ved bygging av en linje i Hareid på Sunnmøre, ble alle faser på en strekning overtrukket med rød fosforescerende plastslange. De erfaringer som er gjort, tyder på at tiltaket har ført til minsket kollisjonsfrekvens for bl.a. sangsvane. De positive resultatene har gitt grunnlag for å benytte samme merkemethode også på andre linjestrekninger i Møre og Romsdal. I ett tilfelle er selve ledningen blitt malt med rød signalmaling. Fargen taper seg imidlertid etter en tid, og et visst vedlikehold er derfor påkrevet. Farget plastovertrekk er dyrere enn maling, men holder seg betydelig lenger. Man har foreløpig ikke nok erfaring til å kunne vurdere langtidskostnader og effekter ved de to metodene.

Selv om erfaringene ved merking av linjespenn stort sett er positive, må det understrekes at merking ikke kan forventes å ha noen effekt for fugler som kolliderer om natten. Renssen et al. (1975) undersøkte virkningene av strimmelopphenging for følgende grupper av fugler:

- 1) Arter som hovedsakelig flyr om dagen.
- 2) Arter som flyr både om dagen og i skumringen.
- 3) Arter som oftest flyr i skumringen og om natten.

Resultatene er vist i fig. 4. For artene i gruppe 1 har strimlene tydelig hatt en kollisjonsnedsettende effekt. Innenfor gruppe 2 er det skjedd en reduksjon av antall kollisjoner for enkelte av artene, mens kollisjonsfrekvensen for andre arter er upåvirket. For artene i gruppe 3 har strimlene ikke hatt noen virkning.

Merking av linjespenn kan dermed ikke sies å være noen fullgod løsning på problemet med fuglekollisjoner. For enkelte arter, f.eks. svaner, kan imidlertid tiltaket ha en positiv effekt.

Til slutt bør det i denne forbindelse nevnes at det har vært foreslått at man skulle kunne bruke lys for å gjøre ledningene mer synlige om natten og dermed nedsette antall kollisjoner. Dette er sannsynligvis ingen god løsning. Tvert imot er det grunn til å frykte at lysene vil føre til en økning av kollisjonsfrekvensen. Det er velkjent at mange natt-trekkende fugler tiltrekkes av lys, og tusenvis av fugler omkommer årlig ved fyr, radiomaster, gassflammer o.l.

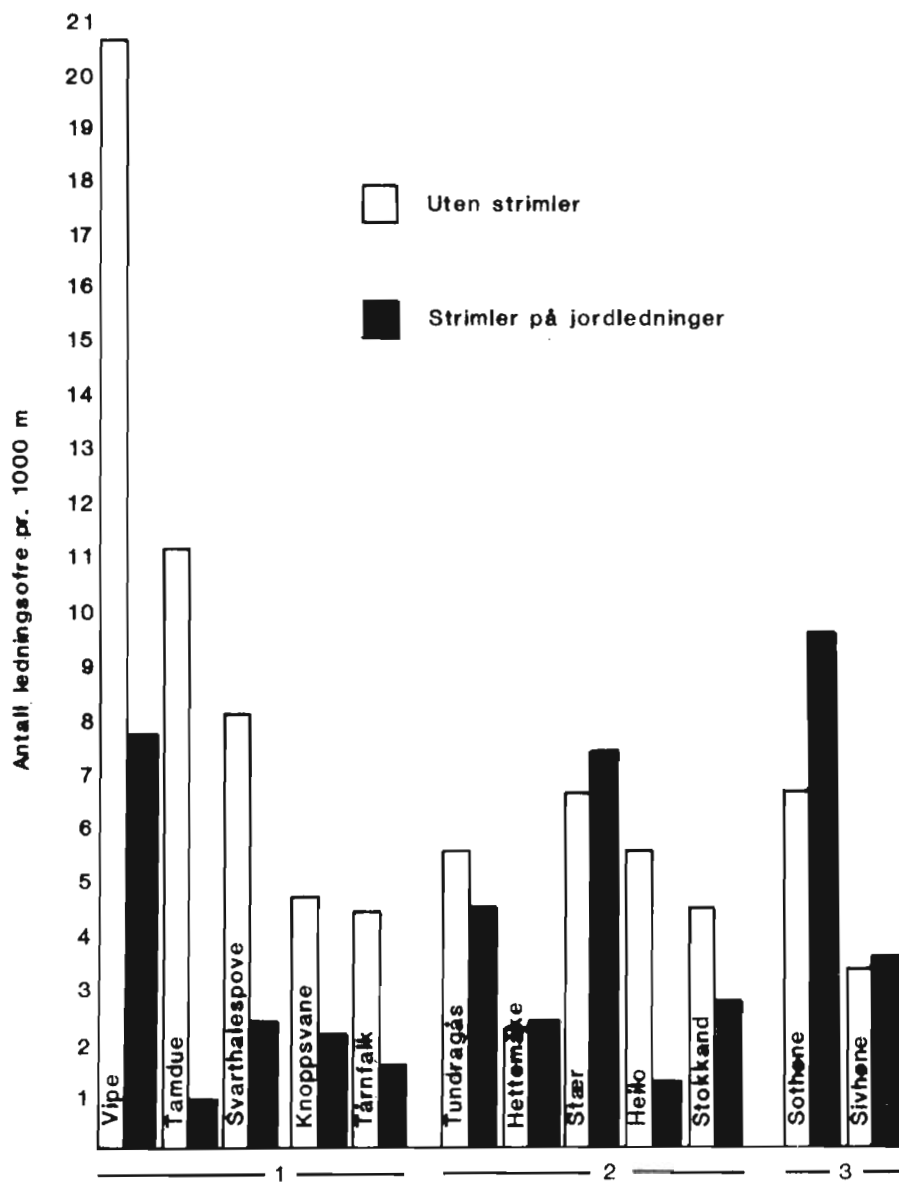


Fig. 4. Se tekst for forklaring (etter Renssen et al. 1975).

3.4.5. Spesielle tiltak for å forebygge electrocution

Det har vært foreslått og forsøkt en lang rekke tiltak for å avverge electrocution.

I USA har man hatt store problemer med electrocution av rovfugler (først og fremst kongeørn), spesielt i trebare områder hvor kraftlinjestolper ofte er nesten de eneste brukbare sitteplasser for disse fuglene. På grunnlag av omfattende studier av problemet, bl.a. filmopptak av tamme ørner som landet og lettet fra ulike stolpetyper, fant man fram til en hel del forslag til løsning av problemet (Olendorff et al. 1981).

På nye linjer ble det foreslått å bruke stolper uten traverser (fig. 5). På grunn av faseledernes plassering, samt mangelen på brukbare sitteplasser, vil en slik konstruksjon ikke representere noen electrocution-fare for rovfugler. En annen mulighet som ble foreslått, var å bruke stolper hvor den midtre fasen var hevet i forhold til de to andre fasene (fig. 6). Hvor stor vertikal separasjon som er nødvendig, vil her være avhengig av traversens lengde. Denne løsningen kan også oppnås på eksisterende konstruksjoner ved å montere en forlengelse i toppen av stolpen.

På eksisterende konstruksjoner ble det også foreslått å montere forhøyede sitteplasser i toppen av stolpene (fig. 7). Et annet forslag gikk ut på å isolere midtre fase i en lengde på ca. 2 m på begge sider av isolatoren (fig. 8). En tredje mulighet som ble foreslått var å montere trekantede "avvisere" mellom fasene oppe på traversen (fig. 9).

Det er all grunn til å anta at problemene i Norge vil være av en noe annen karakter enn i USA. En del av de løsningene som er skissert ovenfor, vil derfor muligens være lite hensiktsmessige her i landet. F.eks. vil montering av ekstra sitteplasser være lite effektivt der hvor store flokker av fugl slår seg ned på traversene samtidig.

En mulig løsning på electrocution-problemet i Norge ville være å gå over til å benytte master med hengeisolatorer også på de mindre fordelingslinjene, da dette ville kunne bringe ledningene utenfor rekkevidden av fugler som slår seg ned på traversene. En slik løsning er imidlertid relativt kostnadskreven, siden det for å få til dette ville være nødvendig å gå over til tinstolpemaster.

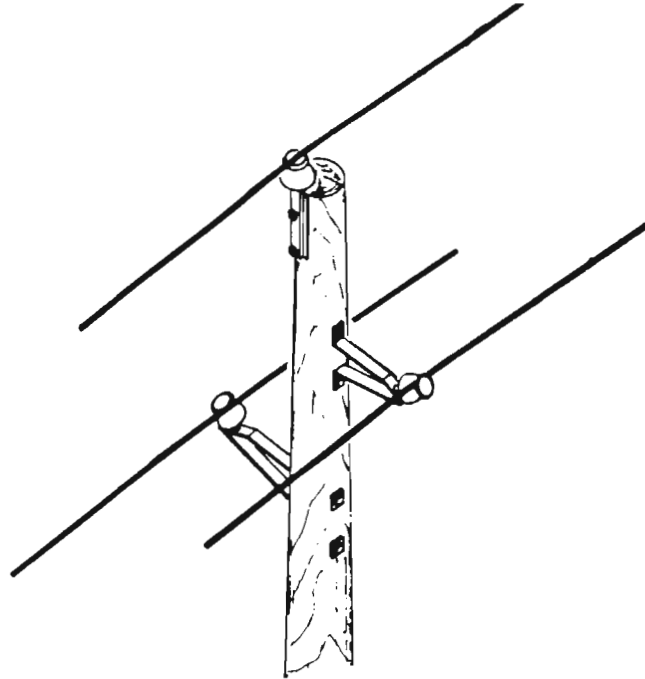


Fig. 5. Etter Olendorff et al. 1981.

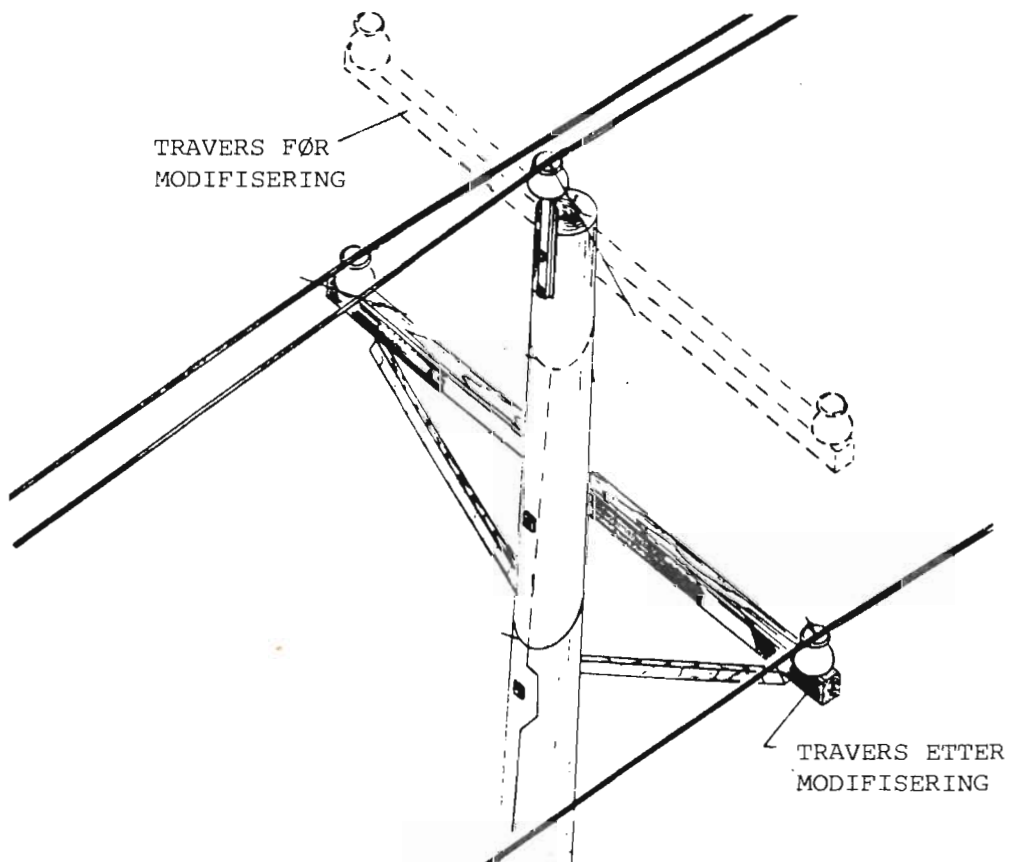


Fig. 6. Etter Olendorff et al. 1981.

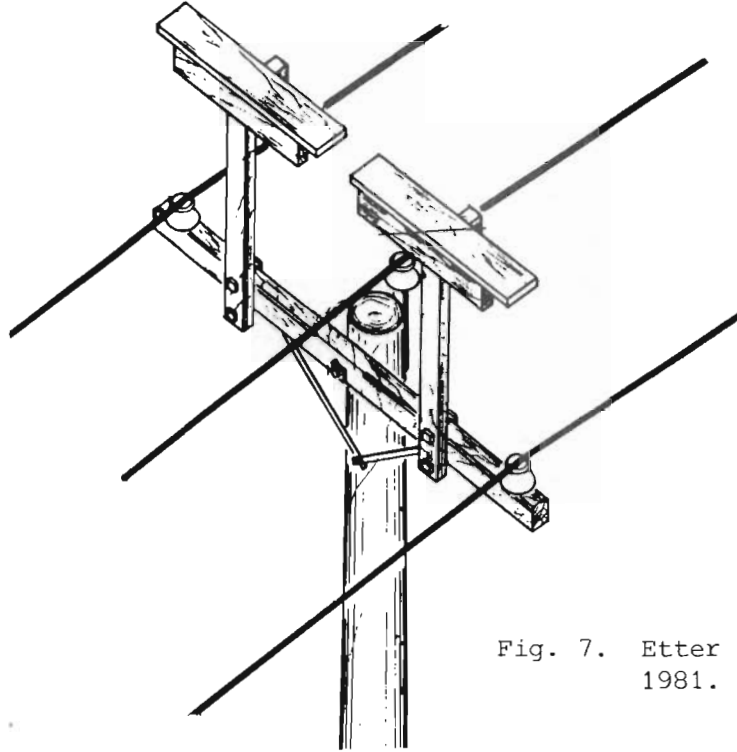


Fig. 7. Etter Olendorff et al. 1981.

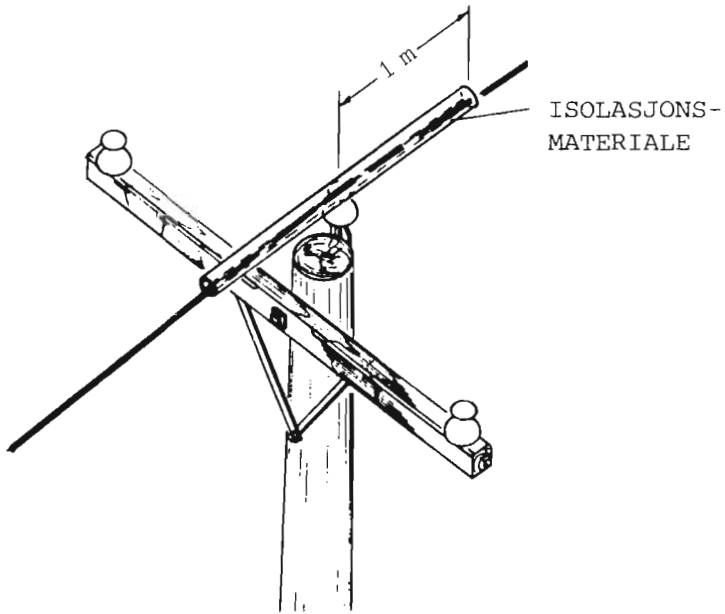


Fig. 8. Etter Olendorff et al. 1981.

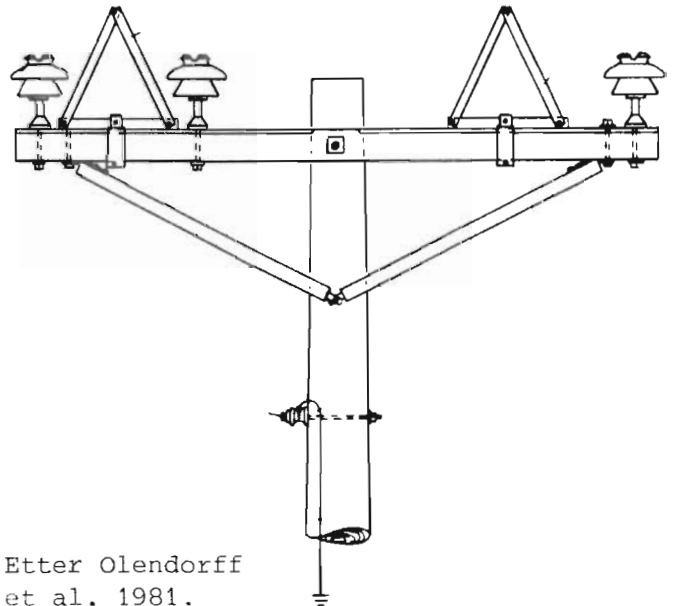


Fig. 9. Etter Olendorff et al. 1981.

En annen løsning som har vært foreslått er å forsøke å skremme fuglene vekk fra linjene. Her kan det nevnes at avspilling av varsel-skrisk er brukt med hell for å skremme f.eks. måker vekk fra flyplasser, mens rovfuglsilhuetter er brukt for å skremme fugler fra å fly mot vindus-ruter. Bortskremming av fugler vil sannsynligvis bare kunne oppnås ved hjelp av lydsignaler eller visuelle signaler, mens luktestoffer neppe vil ha noen effekt, da fugler har dårlig luktesans. Dessuten vil fuglene ha svært lett for å venne seg på "konstante" signaler, og det synes derfor å være nødvendig å operere med en eller annen form for utløsningsmekanisme. Dette vil naturlig nok by på meget store praktiske vanskeligheter når det gjelder kraftlinjer, og metoden må derfor anses for å være lite hensiktsmessig i denne forbindelse.

I Norge synes de alvorligste problemene med electrocution å forekomme der hvor man bruker jordete ståltraverser (se avsnitt 3.2). Den enkleste løsningen ville her selvsagt være å gå over til å bruke tretraverser. Dette vil imidlertid kunne by på visse vanskeligheter der hvor man har stort behov for jording på grunn av problematiske jordingsforhold, stor frekvens av tordenvær m.m. Dessuten er stål mer motstandsdyktig enn tre, og dermed sannsynligvis i lengden noe billigere.

I enkelte tilfeller vil det derfor være en bedre løsning å bryte ståltraversens direkte forbindelse med jord ved å lage gnistgap i jordledningen (fig. 10). Dette vil fremdeles gi tilfredsstillende jording, men fuglene vil ikke lenger kunne lage jordslutning. En slik løsning vil være både billig og enkel.

Et annet alternativ er å isolere ståltraversen på en eller annen måte. I Vest-Tyskland har man forsøkt å eliminere mulighetene for jordslutning ved å forsyne traversene med et isolerende belegg ("Schutzan-trich"). Dette er gjort på to linjer (Harthausen-Benzingen og Moosburg-Alleshausen) med godt resultat (Haas 1975). I Norge har man på noen få steder klart å løse problemet ved å kle ståltraversene med plastslanger. Dette byr imidlertid på visse praktiske vanskeligheter og vil derfor være relativt arbeidskrevende.

Som nevnt tidligere, forekommer det også en del tilfeller av electrocution i transformatorstolper. Dette problemet vil imidlertid kunne reduseres vesentlig ved ganske enkelt å isolere de nedgående ledningene som finnes på disse konstruksjonene.

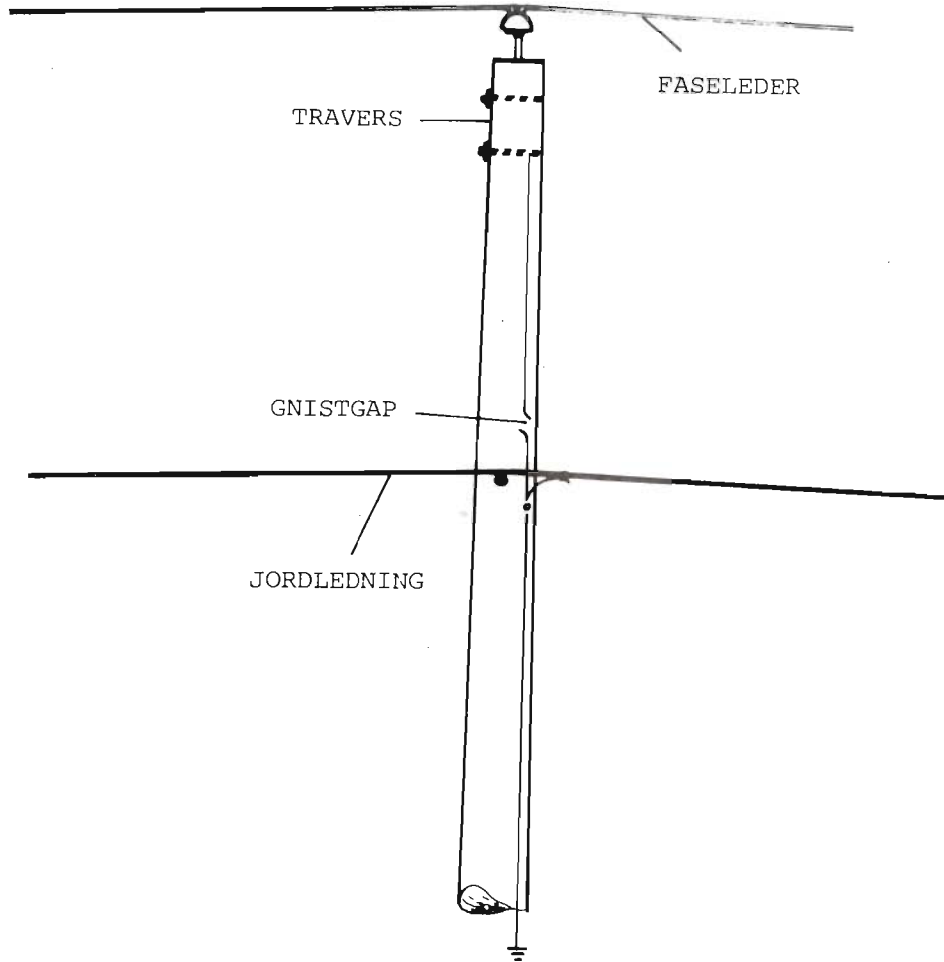


Fig. 10. Omarbeidet etter Olendorff et al. 1981.

Til slutt bør det nevnes at Nelson & Nelson (1977) på grunn av rovfuglenes selektivitet i valg av sitteplasser, anslår at 98 % av electrocution-tilfellene i USA kan unngås ved å rette på 2 % av mastene. Selv om andre fuglearter neppe er like selektive, vil det som oftest være mulig å redusere antall tilfeller av electrocution ved en kraftlinje i vesentlig grad ved å foreta forbedringer på noen få stolper.

4. ANDRE ASPEKTER AV FORHOLDET KRAFTLINJER - FUGL

4.1. Endringer i tetthet og sammensetning av fuglefaunaen som følge av opprettelse og vedlikehold av ryddebelter

Ved alle høyspentlinjer blir det anlagt såkalte ryddebelter, dvs. at all trevegetasjon blir hogd i et belte under ledningene. Bredden på ryddebeltet varierer fra ca. 15 m ved 22 kV til ca. 40 m ved 420 kV. Hensikten med ryddebeltet er å forhindre at trær skal kunne komme borti ledningsnett og ødelegge det, og nye trær som vokser opp blir avvirket i god tid før dette kan skje.

Der hvor kraftlinjetraséer krysser skogsområder, vil ryddebeltet nødvendigvis medføre en endring i habitatet. Det vil bli skapt et nytt, strukturelt avvikende plantesamfunn, og dessuten en kantsone (økoton) mellom dette nye samfunnet og den omkringliggende skogen. Det er et velkjent fenomen at slike kantsoner ofte har flere fuglearter og høyere tetthet av de enkelte arter enn de samfunn som omgir den (se f.eks. Lay 1938).

Anderson et al. (1977) undersøkte virkningene på fuglefaunaen av fire ulike ryddebelter med bredder 12, 30,5, 61 og 91,5 m som gikk gjennom løvskog i Tennessee, USA. De fant at "kantsoneeffekten" var mest utpreget i det 30,5 m brede ryddebeltet. Det smalere ryddebeltet bød på den minste forandringen fra fuglesamfunnet i løvskogen, mens de bredere ryddebeltene hadde fuglesamfunn som lå nær opptil de som finnes i grasområder. Artsmangfoldet (diversiteten) var mindre i ryddebeltene enn i løvskogen omkring.

Det foreligger ingen lignende undersøkelser fra norske skogstyper. Siden slike ryddebelter viser store likhetstrekk med hogstflater i bruksskog, skulle det imidlertid være mulig å si noe ut ifra det som er kjent om fuglefaunaen i områder med flatehogst.

Ifølge Bevanger & Vie (1981) får man på hogstflater ofte stor tetthet av enkelte mindre spurvefugler som hekker på bakken, f.eks. løvsanger, buskskvett og trepiplerke. Etter hvert som ungskogen vokser til vil flere trostearter, bjørkefink, bokfink og jernspurv komme inn i bildet. Diversiteten vil i de fleste tilfeller være lav. Enkelte rovfugler og ugler som fjellvåk, jordugle og haukugle, vil også være knyttet

til hogstflater siden disse flatene ofte skaper et usedvanlig gunstig miljø for smånagere.

Ryddebeltene vil føre til at større, sammenhengende skogsområder blir brutt opp. Man kan derfor ikke se bort fra at de kan ha en negativ effekt for de fuglearter som er knyttet til store, ubrutte områder med urørt skog, f.eks. hønsenhauk.

Som en generell konklusjon kan man si at ryddebeltene først og fremst vil føre til en forandring av fuglefaunaen. Enkelte arter vil bli begunstiget, mens andre vil gå tilbake eller forsvinne.

Ut fra det foreliggende materialet synes ryddebeltene dermed ikke å representere noen vesentlig påvirkningsfaktor for fuglefaunaen hverken i positiv eller negativ retning. Om virkningen skal klassifiseres som positiv eller negativ, vil dessuten i høy grad avhenge av hvilke verdikriterier som legges til grunn ved vurderingen.

4.2. Negative effekter på fuglelivet på grunn av at fugler skremmes vekk av kraftlinjene

Dette er et problem som til nå har vært lite studert. Erfaringer gjort i Danmark tyder imidlertid på at problemet kan ha en viss betydning i forbindelse med våtmarksområder.

Ifølge Gylstorff (1979) har det i forbindelse med etablering av spesielt høyspentlinjer gjennom eller like ved våtmarksområder, vært hevdet fra grunneier- og jegerhold at slike linjer har en negativ innvirkning på mulighetene for å utøve jakt i området. Spesielt andejakten menes å bli påvirket av linjene. Ledninger og master mistenkes for enten å skremme trekkende fugler vekk eller å presse dem opp i så stor høyde at jakten blir umuliggjort.

I flere tilfeller har grunneierne kunnet dokumentere en nedgang i jaktutbytte og dermed et direkte økonomisk tap etter at linjene ble bygget. Voldgiftssaker har blitt reist, og de impliserte kraftselskaper har i enkelte tilfeller måttet yte erstatning for forringede jaktmuligheter.

Fog (1970) kunne ikke påvise noen direkte skrekkreaksjoner på ledninger eller master, hverken når det gjaldt ender, gjess eller

svaner. Imidlertid viser flere observasjoner at ender og gjess ofte øker flygehøyden før de passerer ledninger (Gylstorff 1979).

Renssen et al. (1975) hevder at fuglenes kjennskap til omgivelsene (inkludert kraftlinjene) har innvirkning på deres reaksjoner på ledningene. Fugler som nylig er ankommet til en lokalitet passerer i langt større grad over ledningene enn mer "hjemmevante" fugler. Gylstorff (1979) mener at dette vil kunne ha stor betydning for jaktutbyttet ved trekkjakt på ender, siden det da vesentlig jaktes på nyannekomne fugler. Disse endene vil ikke komme på skuddhold ved passasje av ledninger, og vil sannsynligvis heller ikke gå ned i våtmarker under disse. Om trekkruiter eventuelt legges om som følge av etablering av kraftlinjer er imidlertid ikke mulig å vurdere ut fra de foreliggende opplysninger.

4.3. Mulige negative effekter forbundet med elektriske og magnetiske felt, oson og hørbar støy produsert av høyspentledninger

Framstillingen i dette avsnittet er vesentlig basert på Ellis et al. (1978) og Lee & Griffith (1978).

Spenning anvendt på en faseleder vil produsere et elektrisk felt rundt lederen, mens strømmen gjennom lederen vil produsere et magnetisk felt. Styrken på disse feltene øker med spennings-/strømstyrken og avtar med avstanden fra faselederen.

I de siste årene har spørsmålet om elektriske og magnetiske felt av lav intensitet kan føre til biologiske effekter ved eksponering over lang tid, blitt viet stor interesse. Det materialet som foreligger på de nåværende tidspunkt indikerer ikke at kraftlinjer utgjør noe betydelig biologisk færemoment i denne retning. Mer informasjon er imidlertid nødvendig for å kunne foreta en skikkelig vurdering av mulighetene for slike effekter.

Nyere forskning har vist at fugler kan oppfatte og navigere etter jordas magnetfelt (Alerstam 1982). Det er imidlertid lite trolig at kraftlinjer kan føre til forstyrrelser i orienteringen hos trekkende fugler (Lee et al. 1979).

Når styrken på det elektriske feltet på overflata av fase-

lederen overstiger en kritisk feltstyrke, vil man få elektriske utladninger fra lederen (korona). Dette resulterer i hørbar støy, radio- og fjernsynsforstyrrelser, lysglimt og produksjon av oson.

Korona er mest merkbar ved linjer med høye spenninger. Utladningene øker i regnvær, snøvær og tåke, på grunn av at vanndråper samler seg på overflata av faselederen. På samme måte vil uregelmessigheter eller fremmedlegemer på overflata av faselederen skape økt korona. Det er for øvrig mulig å redusere mulighetene for korona ved å bruke flere ledninger pr. fase.

Målinger av osonkonsentrasjoner og støy på bakkenivå ved linjer med meget høye spenninger (> 500 kV), har vist at det neppe er noen fare for skadelige virkninger på terrestriske dyr. En del dagrovfugler og kråkefugler bruker imidlertid av og til høyspenningsmastene som reirplasser. Det vil være nødvendig med felt- og laboratoriestudier for å fastslå om linje produsert oson eller støy fører til negative effekter på disse fuglene.

4.4. Positive virkninger på fuglelivet som følge av tilstedeværelsen av luftledninger og støttekonstruksjoner

De ledninger og støttekonstruksjoner som finnes i tilknytning til kraftlinjer, har ofte vist seg å kunne være en erstatning for faktorer som mangler eller finnes i begrensede mengder i fuglenes naturlige miljø. De kan derfor ha en direkte positiv betydning for enkelte fuglearter. De viktigste funksjoner som master eller ledninger kan ha for fuglene er kort omtalt nedenfor (vesentlig basert på Schmidt 1973).

Sangplasser. En rekke forskjellige spurvefuglearter, som f.eks. svaler, tornsanger, buskskvett, stær og gulspurv, bruker regelmessig ledninger eller stolper som sangplasser. Dette gjelder også en art som tyrkerdue. Dessuten skulle spettesnes tromming i trestolper være velkjent.

Utkikksplasser. Flere fuglearter bruker ledninger eller master som utkikksplasser når de speider etter bytte. Dette gjelder først og fremst en rekke dagrovfugler, men også f.eks. hubro, ravn, varsler og enkelte mindre spurvefugler.

Spesielt måker, men av og til også spover (egne obs.) bruker

dessuten kraftlinjestolper som utkikksplasser i forbindelse med territorieforsvar, vakthold mot predatorer o.l.

Ribbeplasser. I enkelte tilfeller kan visse dagrovfugler også bruke master som ribbeplasser. Under slike master vil man ofte finne store mengder byttedyrrester.

Reirplasser. Spesielt fiskeørn, men i enkelte tilfeller også bl.a. våker, kongeørn, småfalker, fiskemåke, ravn, kråke og skjære, kan av og til benytte høyspentmaster eller transformatorstolper til reirplasser. Dette er vanligvis et relativt sjeldent fenomen, men det kan være vanlig i områder hvor det er liten tilgang på naturlige reirplasser (se f.eks. Ellis et al. 1978).

Videre kan enkelte spettearter, i Norge spesielt grønnspett, svartspett og flaggspett (Hillestad et al. 1981), hakke ut reirhull i trestolper. Disse vil sekundært kunne tas i bruk av hulerugende ugler og spurvefugler.

Hvileplasser. Mellom sine daglige gjøremål vil fuglene ofte slå seg ned på ledninger og master for å hvile, pusse fjær o.l. Spesielt iøynefallende er dette i trekketidene, da man ofte kan se store flokker av fugler samlet på ledninger og master. Dette vil i prinsippet kunne gjelde de aller fleste fugler som har fysiske forutsetninger for å kunne lande på ledninger eller master.

Som en generell konklusjon må man imidlertid si at selv om kraftlinjene har positiv betydning for en rekke fuglearter, kan disse effektene ikke på noen måte oppveie de negative påvirkninger som fuglefaunaen påføres av kraftlinjenettet.

5. OPPFØLGING - FORSLAG TIL UNDERSØKELSER/UTREDNINGER

Overvåking (patruljering) av kraftlinjer som går gjennom skogsområder. Det har vært gjort svært få undersøkelser av kollisjoner mellom fugler og kraftledninger i skogsområder. Siden en vesentlig del av Norges kraftlinjenett går gjennom skog, er det viktig å få utført en slik undersøkelse her i landet. Dessuten tyder tilfeldige opplysninger på at arter som storfugl og orrfugl kan være spesielt utsatte for å kollidere med ledninger. Ved en slik undersøkelse bør man søke å få svar på følgende spørsmål:

- 1) Hvor stort omfang har kollisjoner mellom fugler og kraftledninger i skogsområder?
- 2) Hvilke arter er mest utsatte for kollisjoner?
- 3) Når på året er kollisjonsfaren størst?
- 4) Hvilke områdetyper er mest utsatte?
- 5) Hvilke linjetyper er mest utsatte?

Hvis man skulle finne spenn med stor kollisjonsfrekvens, kan disse benyttes i forsøk med å minske kollisjonsfaren.

Overvåking av 11/22-kV-linjer. Opplysninger fra kraftselskapene tyder på at 11/22-kV-linjene ofte forårsaker electrocution. Spesielt gjelder dette der man benytter jordete ståltraverser. En spesiell undersøkelse av dette problemet er derfor berettiget. De følgende spørsmål bør søkes besvart:

- 1) Hvor stort omfang har electrocution-problemet i Norge?
- 2) Hvilke arter blir rammet?
- 3) Når på året skjer de fleste electrocution-tilfellene?
- 4) Hvilke faktorer avgjør hvilke stolper som benyttes av fuglene?
- 5) Hvilke tiltak er mest hensiktsmessige for å få bukt med problemet?

Siden electrocution-tilfellene kan registreres av kraftselskapene i form av linjeutfall, vil det ved en slik undersøkelse være naturlig å samarbeide med et eller flere kraftselskap.

Registrering av tilholdssteder for arter som er spesielt utsatte for å bli drept av kraftlinjer. Undersøkelser har vist at enkelte arter er mer utsatte for å bli drept av kraftlinjer enn andre.

Dette gjelder f.eks. svaner og hubro. For at man skal kunne unngå å legge nye linjer gjennom tilholdssteder for disse artene (hekkeplasser, rasteplasser, overvintringsplasser, myttingsplasser o.l.), bør den viten man i dag har om slike tilholdssteder samles og systematiseres. Det er viktig at dette materialet til enhver tid blir ajourført med data som skaffes til veie gjennom forskjellige prosjekter. Det må være en oppgave for fylkesmannens miljøvern-avdelinger å skaffe seg og holde rede på denne informasjonen.

Vurdering av ulike metoder for merking av linjespenn. Merking av linjespenn har i mange tilfeller vist seg å være effektivt for en såvidt utsatt gruppe som svaner. Det vil derfor være ønskelig å få utredet hvilke merkemetoder som er de beste under norske forhold, både når det gjelder de økonomiske, tekniske og fuglevernmessige sider av saken.

Utredning av mulighetene for kabellegging. Kabellegging er den eneste 100 % sikre måte når det gjelder å forebygge fugledødsfall ved kraftlinjer. Man bør derfor lage en utredning etter en modell av Madsen (1979), der man ut ifra en vurdering av de økonomiske og tekniske sidene ved en kabellegging av ulike linjetyper kunne komme fram til et svar på spørsmålet om hvilke linjer som bør kabellegges og hvilke som bør framføres som luftledninger også i framtida. På grunnlag av en slik utredning kunne man så legge opp en strategi for den videre utbygging og modernisering av linjenettet i Norge.

6. SAMMENDRAG

Denne rapporten gir en samlet framstilling basert på litteraturstudier om forholdet mellom kraftlinjer og fugl, med hovedvekt på direkte mortalitet hos fugl på grunn av kollisjoner og electrocution (jord- eller kortslutning gjennom en fugl).

Kollisjoner mellom fugl og kraftledninger skjer nesten utelukkende i mørke eller dårlig sikt, og kollisjoner i fullt dagslys er sjeldne. Noen få arter, f.eks. svaner, kan imidlertid også kollidere om dagen i god sikt. En annen værfaktor som kan påvirke kollisjonssjansen er vindforholdene.

Frekvensen av kollisjoner vil naturlig nok være størst der hvor fugletettheten er størst. Kraftlinjer som går gjennom våtmarksområder er derfor ofte spesielt utsatte for kollisjoner. De fleste kollisjoner skjer i trekketidene, eller i andre perioder når fuglene flyr mye.

Linjetraséens plassering i terrenget vil ha stor betydning for kollisjonssjansen. Spesielt vil det være uheldig å plassere kraftlinjer på tvers av de lokale trekkretninger i et område. Andre faktorer som har betydning, er ledningsnettets utforming, høyde over bakken og ledningenes synlighet.

I utgangspunktet vil alle fuglearter kunne kollidere med kraftledninger, men enkelte arter vil være mer utsatte enn andre. Dette skyldes forskjeller mellom artene når det gjelder aktivitetsmønster, flygemåte og manøvreringsevne.

Electrocution er primært et resultat av uheldige mastekonstruksjoner. I Norge skjer electrocution først og fremst ved de mindre fordelingslinjene (11 og 22 kV). Spesielt alvorlig synes problemet å være der hvor man benytter jordete ståltraverser. Dessuten forekommer det en del tilfeller av electrocution i transformatorstolper.

De arter som i Norge synes å være mest utsatte for å bli drept av kraftlinjer, er svanene, men også visse dagrovfugler, ugler (spesielt hubro) og hønsefugler må antas å være meget utsatte. Vi har imidlertid foreløpig ikke nok kunnskap til å kunne foreta en skikkelig vurdering av ledningsdrapenes effekter på bestandene av disse (eller andre) arter.

Det mest effektive tiltak for å forebygge fugledødsfall på grunn av kraftlinjer, vil naturligvis være kabellegging. Hovedsakelig

av økonomiske årsaker vil imidlertid kabellegging være lite realistisk for linjer med høye spenninger (> 50 kV), men for mindre høyspentlinjer bør man overveie muligheten for å gå inn for at all utvidelse av nettet skal skje ved kabelanlegg. Når det gjelder lavspenningsnettet, bør samtlige linjer legges i kabel.

For linjene med de høyeste spenningene vil traséføring være det viktige tiltak for å redusere skadevirkninger på fugl. På eksisterende linjer vil merking av utsatte linjespenn med strimler, kuler, spiraler, maling o.l. være et alternativ, men dette tiltaket vil ha liten eller ingen effekt på de fugler som kolliderer om natten.

Electrocution kan avverges ved å gå over til bedre stolpetyper eller ved å modifisere allerede eksisterende stolpekonstruksjoner. Hvilke løsninger som er mest aktuelle å bruke, vil i stor grad avhenge av de lokale forhold.

Når det gjelder andre effekter på fuglelivet forårsaket av kraftlinjer, så vil de ryddebeltet som opprettes i forbindelse med høyspentlinjer, kunne føre til en forandring av fuglefaunaen. Om en slik virkning skal oppfattes som positiv eller negativ, vil avhenge av hvilke verdikriterier som legges til grunn.

Erfaringer gjort i Danmark kan tyde på at ender i visse tilfeller kan bli skremt vekk fra et område på grunn av en kraftlinje. Problemet er imidlertid ikke skikkelig undersøkt.

Det har hittil ikke blitt påvist noen negative effekter på fugler som følge av elektriske og magnetiske felt, ozon og hørbar støy produsert av høyspentledninger, men man kan ikke utelukke slike effekter hos de arter som bruker høyspentmaster til reirplasser.

Kraftlinjene kan også ha positiv verdi for en del fuglearter. Disse positive effektene kan imidlertid på ingen måte oppveie de negative påvirkninger som fuglefaunaen påføres av kraftlinjenettet.

7. BENYTTET LITTERATUR

- Alerstam, T. 1982. *Fågelflyttning*. Signum, Lund. 295 s.
- Andersen-Harild, P. & Bloch, D. 1973. En foreløpig undersøkelse over fugle drøbt mod elledninger. *Dansk orn. Foren. Tidsskr.* 67: 15-23.
- Anderson, S.H., Mann, K. & Shugart, H.H. jr. 1977. The effect of transmission-line corridors on bird populations. *Am. Midl. Nat.* 97: 216-221.
- Anderson, W.L. 1978. Waterfowl collisions with power lines at a coal-fired power plant. *Wildl. Soc. Bull.* 6: 77-83.
- Bevanger, K. & Vie, G. 1981. Fuglefaunaen i Sørlivassdraget, Lierne og Snåsa kommuner, Nord-Trøndelag. *K. norske Vidensk. Selsk. Mus. Rapport Zool. Ser.* 1981-6: 1-65.
- Boeker, E.L. & Nickerson, P.R. 1975. Raptor electrocutions. *Wildl. Soc. Bull.* 3: 79-81.
- Boyd, H. 1961. Reported casualties to ringed ducks in the spring and summer. *Wildfowl Trust Ann. Rep.* 12: 144-146.
- Braaksma, S. 1966. Vele draadslachtoffers in de ringverslagen. *Het Vogeljaar* 14: 147-152.
- Bylin, K. 1983. Jordens tranor och den internationella tranforskningen. *Vår Fågelvärld* 42: 256-262.
- Christensen, H. 1980. *Undersøkelser over fuglekollisioner mod højspændingsledninger gennem det naturvidenskabelige reservat Vejlerne - efteråret 1979*. Naturhistorisk Museum, Århus. 25 s.
- Dybbro, T. 1979. *Storke*. Skarv naturforlag, Holte.
- Ellis, D.H., Goodwin, J.G. jr. & Hunt, J.R. 1978. Wildlife and electric power transmission. I: Fletcher, J.L. & Busnel, R.G. (eds.). *Effects of noise on wildlife*. Academic Press, New York, San Francisco, London. 81-104.
- Fog, J. 1970. Om andefugle contra elledninger. *Flora og Fauna* 76: 141-144.
- Folkestad, A.O. 1978. Kraftlinjer og fugl. En oppsummering av problemer og erfaringer med merking av kollisjonsutsatte spenn. *Fossekallen* 28(6): 10-11.

- 1980. Kraftlinjekollisjoner som tapsfaktor for overvintrande songsvane, *Cygnus cygnus*, i Møre og Romsdal. I: Kjos-Hanssen, O., Gunnerød, T.B., Mellquist, P. & Dammerud, O. (red.). *Vassdragsregulerings virkninger på vilt. Foredrag og diskusjoner ved symposiet 15.-17. april 1980.* NVE, DVF. 169-175.
- Frøstrup, J.C. 1982. Konstaterte dødsårsaker hos norske knoppsvaner. *Fauna 35*: 36-39.
- Gylstorff, N.-H. 1979. *Fugles kollisjoner med elledninger.* Specialoppgave ved Århus universitet. 107 s.
- Haas, D. 1975. Uhus enden auf dem "Electrischen Stuhl!" *Tier 10*: 45-47, 55.
- Herredsvela, H. 1983. Dødsårsaker hos knoppsvana på Jæren. *Vår Fuglefauna 6*: 118-120.
- Hillestad, K.O., Sæveraas, I.M. & Lid, G. 1981. *Stolper og spetter.* VN-Rapport nr. 6. NVE, Natur- og landskapsavdelingen. 16 s.
- Hiltunen, E. 1953. Om de förluster som flygning mot ledninger förorsakar hönsfåglarna (på finsk, med svensk sammendrag). *Suomen Riista 8*: 70-76, 200-201.
- Karlsson, J. 1977. Fågelkollisjoner med master och andra byggnadsverk. *Anser 16*: 203-216.
- Kjos-Hanssen, O. 1980. Registreringer av fugl og pattedyr under kraftlinjer. I: Kjos-Hanssen, O, Gunnerød, T.B., Mellquist, P. & Dammerud, O. (red.). *Vassdragsregulerings virkninger på vilt. Foredrag og diskusjoner ved symposiet 15.-17. april 1980.* NVE, DVF. 158-168.
- Lay, D.W. 1938. How valuable are woodland clearings to birdlife? *Wilson Bull. 50*: 254-256.
- Lee, J.M. jr., Bracken, T.C. & Rogers, L.E. 1979. Electric and magnetic fields as considerations in environmental studies of transmission lines. I: Phillips, R.D. et al. (eds.). *Biological effects of extremely low frequency electromagnetic fields. Proc. 18th ann. Hanford Life Sci. Symp. Richland, Wash., Oct. 16-18, 1978.* U.S. Dep. of Energy, Washington, D.C. 55-73.
- Lee, J.M. jr. & Griffith, D.B. 1978. Transmission line audible noise and wildlife. I: Fletcher, J.L. & Busnel, R.G. (eds.). *Effects of noise on wildlife.* Academic Press, New York, San Francisco, London. 105-168.

- Madsen, J.O. 1979. Luftledninger eller jordkabler - hvad skal vi have i fremtiden? *Elektroteknikeren* 75(13/14): 313-321.
- Minton, C.D.T. 1971. Mute Swan flocks. *Wildfowl* 22: 71-88.
- Møller, N.W. & Olesen, N.S. 1979. *Ynglebestanden af fiskehejre (Ardea cinerea L.) i Danmark i 1978 og den jagtlige udnyttelse i jagtsæsonen 1976/77*. Specialoppgave i vildtbiologi udført ved Vildtbiologisk station, Kalø og Zoologisk Laboratorium, Århus universitet.
- Nelson, M.W. & Nelson, P. 1977. Power lines and birds of prey. I: Chancellor, R.D. (ed.). *World conference on birds of prey. Report of proceedings. Vienna 1975*. ICBP. 228-242.
- Noregs offisielle statistikk 1983. *Elektrisitetsstatistikk 1981*. Statistisk Sentralbyrå, Oslo - Kongsvinger.
- Ogilvie, M.A. 1967. Population changes and mortality of the Mute Swan in Britain. *Wildfowl Trust Ann. Rep.* 18: 64-73.
- Olendorff, R.R., Miller, A.D. & Lehman, R.N. 1981. *Suggested practices for raptor protection on power lines. The state of the art in 1981*. Raptor Research Rep. No. 4. Raptor Research Foundation. 111 s.
- Perrins, C.M. & Reynolds, C.M. 1967. A preliminary study of the Mute Swan, *Cygnus olor*. *Wildfowl Trust Ann. Rep.* 18: 74-84.
- Renssen, T.A. et al. 1975. *Vogelsterfte in Nederland tengevolge van aanvaringen met hoogspanningslijnen*. Rijkinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem. 64 s.
- Riegel, M. & Winkel, W. 1971. Über Todesursachen beim Weiss-storch (*C. ciconia*) an Hand von Ringfundangaben. *Vogelwarte* 26: 128-135.
- Schmidt, E. 1973. Ökologische Auswirkungen von elektrischen Leitungen und Masten sowie deren Accessorien auf die Vögel. *Beitr. Vogelkd.* 19: 342-362.
- Scott, R.E., Roberts, L.J. & Cadbury, C.J. 1972. Bird deaths from power lines at Dungeness. *Brit. Birds* 65: 273-286.
- Turcek, F.J. 1960. On the damage by birds to power and communication lines. *Bird Study* 7: 231-236.
- Wilse, E. 1951. Hvilken rolle spiller kraft- og telefonledninger når det gjelder desimering av vår bestand av matnyttig fuglevilt? *Norges jeger- og fiskeforb. tidsskr.* 80(8): 197-198.

8. ANNEN RELEVANT LITTERATUR

- Andersen-Harild, P. 1978. *Knoppsvanen*. Skarv naturforlag, Holte.
- Anderson, W.W. 1975. Pole changes keep eagles flying. *Transmission & Distribution Nov. 1975*: 28-31.
- Anonym 1977. Jungstörche fliegen: Schleswig sichert Störche und Stromversorgung. *Schleswig Nachrichten 92*: 13.
- Avery, M.L. (ed.) 1978. *Impacts of transmission lines on birds in flight: proceedings of a workshop*. U.S. Fish and Wildlife Service, Biological Services Program, Washington, D.C. 151 s.
- Benson, P.C. 1981. *Large raptor electrocution and powerpole utilization: a study in six western states*. Ph.D. Dissertation. Brigham Young University, Provo, Utah. 98 s.
- Borell, A.E. 1939. Telephone wires fatal to Sage Grouse. *Condor 41*: 85-86.
- Braaksma, S. & Langenhoff, V. 1976. Vogels in Lopik beveiligd tegen electrocutie. *Natuur en Landschap 30*: 196-198.
- Bölzing, G. 1968. Greifvogelschutz bei der Stromversorgung. *Deutscher Falkenorden 1968*: 36.
- Cornwell, G. & Hochbaum, H.A. 1971. Collision with wires - a source of anatid mortality. *Wilson Bull. 83*: 305-306.
- Dean, W.R.J. 1975. Martial Eagles nesting on high tension pylons. *Ostrich 46*: 116-117.
- Dickinson, L.E. 1957. Utilities and birds. *Audubon Mag. 59*: 54-55, 86-87.
- Dilger, W.C. 1954. Electrocution of Parakeets at Agra, India. *Condor 56*: 102-103.
- Electricity Supply Commission of South Africa. 1980. Plea to save Africa's birds from electrocution. *Megawatt 63*: 11-13.
- Fitzner, R.E. 1975. Owl mortality on fences and utility lines. *Raptor Res. 9(3/4)*: 55-57.
- Frøstrup, J.C. 1979. Knoppsvanen *Cygnus olor* i Aust-Agder. *Fauna 32*: 161-165.
- Gilmer, D.S. & Wiehe, J.M. 1977. Nesting by Ferruginous Hawks and other raptors on high voltage powerline towers. *Prairie Nat. 9(1)*: 1-10.

- Glue, D.E. 1971. Ringing recovery circumstances of small birds of prey. *Bird Study* 18: 137-146.
- Grotli, S. 1922. Fugledrap ved luftledninger. *Norsk Ornit. Tidsskr. I. Nr. 3*: 125-126.
- Grue, C.E. 1977. *The impact of powerline construction on birds in Central Arizona*. M.S. Thesis Northern Arizona University, Flagstaff. 265 s.
- Gustavsson, L. 1971. Korp *Corvus corax* häckande i kraftledningsstolpe. *Vår Fågelvärld* 30: 247.
- Haas, D. 1975. Elektrische Stühle für Grossvögel. *Wir und die Vögel* 6: 17-19.
- 1980. Endangerment of our large birds by electrocution - a documentation. I: *Ökologie der Vögel. Vol. 2*. Deutscher Bund für Vogelschutz, Stuttgart. 7-57.
- Haga, A. & Stensrud, O.H. 1983. Prosjekt Hubro's avlsarbeid 1975-1982. *Vår Fuglefauna* 6: 209-214.
- Halvorsen, O. 1970. Fiskeørnrede i kraftledningsstolpe. *Fauna* 23: 300.
- Harrison, J. 1963. Heavy mortality of Mute Swans from electrocution. *Wildfowl Trust Ann. Rep.* 14: 164-165.
- Haukeland, P. og H. 1982. Høyspent dreper hubro. *Vår Fuglefauna* 5: 20.
- Heijnis, R. 1980. Bird mortality from collision with conductors for maximum tension. I: *Ökologie der Vögel. Vol. 2*. Deutscher Bund für Vogelschutz, Stuttgart. 111-129.
- Hendrickson, J.R. 1949. A hummingbird casualty. *Condor* 51: 103.
- Herren, H. 1969. The status of the Peregrine Falcon in Switzerland. I: Hickey, J.J. (ed.). *Peregrine Falcon populations, their biology and decline*. University of Wisconsin Press, Madison. 231-238.
- Hornberger, F. 1967. *Der Weiss-storch (Ciconia ciconia)*. Die Neue Brehm-Bücherei 375.
- Howard, R.R. & Gore, J.F. (eds.) 1980. *Proceedings of a workshop on raptors and energy developments*. Idaho Chapter, The Wildlife Society, Boise, Idaho. 125 s.
- Huitfeldt Kaas, H. 1929. De morderiskè telefon- og telegraftråder. *Norsk Ornit. Tidsskr. III. Nr. 10*: 210.
- Jarvis, M.J.F. 1974. High tension power lines as a hazard to larger birds. *Ostrich* 45: 262.

- Karlsen, S. 1979. Problemer i forvaltningen av kongeørn og andre rovfugler. *Vår Fuglefauna* 2: 107-113.
- Krapu, G.L. 1974. Avian mortality from collisions with overhead wires in North Dakota. *Prairie Nat.* 6(1): 1-6.
- Ledger, J.A. & Annegarn, H.J. 1981. Electrocution hazards to the Cape Vulture *Gyps coprotheres* in South Africa. *Biol. Conserv.* 20: 15-24.
- Lindberg, P., Järås, T. & Olsson, B.O. 1983. Fjällvråk, stenfalk och kråka häckande i kraftledningsstolpar. *Vår Fågelvärld* 42: 97-98.
- Markus, M.B. 1972. Mortality of vultures caused by electrocution. *Nature* 238: 228.
- Miller, D., Boeker, E.L., Thorsell, R.S. & Olendorff, R.R. 1975. *Suggested practices for raptor protection on powerlines*. Raptor Research Foundation, Provo, Utah. 21 s.
- Miranda, J.F. de & Osieck, E.R. 1971. Hoe verminderen wij het aantal slachtoffers van hoogspanningsleidingen? *Het Vogeljaar* 19: 485-489.
- Nelson, M.W. & Nelson, P. 1976. Power lines and birds of prey. *Idaho Wildl. Rev.* 28(5): 3-7.
- Olsson, V. 1958. Dispersal, migration, longevity and death causes of *Strix aluco*, *Buteo buteo*, *Ardea cinerea* and *Larus argentatus*. *Acta Vertebr.* 1(2): 91-189.
- 1976. Rovfågelgruppen informerar ... och vill bli informerad. *Vår Fågelvärld* 35: 310-311.
- Owen, M. & Cadbury, C.J. 1975. The ecology and mortality of swans at the Ouse Washes, England. *Wildfowl* 26: 31-42.
- Schroeder, C.H. 1977. Geese hit power transmission line. *North Dakota Outdoors* 40(2): 2. omslagsside.
- Schüz, E. 1953. Die Zugscheide des Weissen Storches nach den Beringungs-Ergebnissen. *Bonn. zool. Beitr.* 4: 31-72.
- 1979. *Rettet den Weiss-storch!* Naturforschende Gesellschaft und Rheinaubund, Schaffhausen. Flugbl. - Ser. II, Nr. 15. 43 s.
- Siegfried, W.R. 1972. Ruddy Ducks colliding with wires. *Wilson Bull.* 84: 486-487.

- Smith, D.G. & Murphy, J.R. 1972. Unusual causes of raptor mortality. *Raptor Res.* 6(2): 4-5.
- Smith, W.E. & Nelson, M.W. 1976. Constructing electric distribution lines for raptor protection. *Proc. Am. Power Conf.* 38: 1294-1303.
- Stahlecker, D.W. 1975. *Impacts of a 230 kV transmission line on Great Plains wildlife.* Master's Thesis. Colorado State University, Fort Collins. 67 s.
- 1978. Effect of a new transmission line on wintering prairie raptors. *Condor* 80: 444-446.
 - 1979. Raptor use of nest boxes and platforms on transmission towers. *Wildl. Soc. Bull.* 7: 59-62.
- Stewart, P.A. 1973. Electrocution of birds by an electric fence. *Wilson Bull.* 85: 476-477.
- Stout, I.J. & Cornwell, G.W. 1976. Nonhunting mortality of fledged North American waterfowl. *J. Wildl. Manage.* 40: 681-693.
- Ström, G. 1954. Fiskgjusar (*Pandion haliaetus*) med ovanliga boplatser. *Vår Fågelvärld* 13: 271-273.
- Walkinson, L.H. 1956. Sandhill Cranes killed by flying into power line. *Wilson Bull.* 68: 325-326.

ISBN 82-7126-362-5

ISSN 0332-8538