

NORGES VASSDRAGS- OG ENERGIDIREKTORAT
Postboks 5091 Majorstua
0301 OSLO
nve@nve.no

Statnetts kommentarer til høringsuttalelser til søknad om anleggskonsesjon, ekspropriasjonstillatelse og forhåndstiltredelse for nye Eiker transformatorstasjon med tilhørende ledningsomlegging

Statnett har fått oversendt innkomne høringsuttalelser fra NVE, og har gått gjennom alle uttalelsene vi har mottatt. Under er kommentarer til de uttalelsene der Statnett har noe å tilføye. De andre uttalelsene er tatt til etterretning uten videre merknader. Statnett viser for øvrig til konsesjonssøknad Ny Eiker transformatorstasjon som ligger på Statnetts prosjektside [Eiker transformatorstasjon | Statnett](#) og NVEs hjemmeside [Konsesjonssak - NVE](#).

1. Myndigheter og kommune

Øvre Eiker kommune

Til bruk i våre stasjoner er det behov for energi og denne energien må være stabil til enhver tid. Statnett tar for øvrig innspillet om å etablere solceller til mindre formål til etterretning. Statnett har avtale om kjøp av stedtilpassede frø og planlegger å bruke slike. Se også nedenfor i dokumentet for Statnetts kommentarer til lignende innspill.

Statsforvalteren i Oslo og Akershus, innsigelse

Statsforvalteren i Oslo og Akershus fremmer innsigelse til Statnetts planer med nye Eiker transformatorstasjon. Årsaken er plasseringen av den nye transformatorstasjonen på Skjellbredplassen med omlegging av dagens ledningstrase.

Ledningstraseen vil ved omsøkt omlegging komme nærmere Fiskumvannet naturreservat. I dag er det ca. 500 m avstand, og etter omlegging blir avstanden ca. 300 m. Det går i dag en jernbane med ledning samt en regionalnettsledning mellom Fiskumvannet naturreservat og dagens ledninger. Omlagte ledninger til nye Eiker stasjon vil gå i lik retning og vinkel, relatert til fuglenes flyveretning, som dagens ledninger. Ny trase vil gi mest avstand til gårdsbruk. I tillegg kan planlagt ny trase bygges uten utkoblinger og med størst mulig fokus på personsikkerhet, både under bygging og riving. Statnett har foreslått fugleavvisere som avbøtende tiltak, til at ledningene legges nærmere Fiskumvannet.

Nye Eiker transformatorstasjon er et stort tiltak, som blir synlig i landskapet. Plassering av ny stasjon er gjort for å samle inngrep, og i et landskap som også i dag er påvirket av annen infrastruktur som større og mindre veier, næringspark og gårdsbruk, jamfør konsekvensutredningen (KU). Anleggsarbeid over Nedre Dørja vil medføre tiltak nær vassdraget og sannsynligvis berøre kantsonen.

Kommentarer til detaljplan og anleggsarbeid, se kapittel 4 nedenfor.

Statnetts vurderinger til valg av stasjonsplassering og trasé for omlagte ledninger finnes i Vedlegg 1.

Buskerud fylkeskommune

Statnett er i dialog med Buskerud fylkeskommune slik at nødvendige supplerende arkeologiske registreringer blir gjennomført før oppstart. Digitale filer for kjent planlagt arealbruk er sendt over til Buskerud fylkeskommune slik at budsjett for supplerende arkeologiske registreringer kan utarbeides.

Statnett bekrefter at teksten «Dersom man under anleggsarbeid eller tilsvarende støter på automatisk fredete kulturminner, eksempelvis i form av helleristninger, brent leire, keramikk, flint, groper med trekull, brent stein, slagg etter jernfremstilling etc., skal arbeidet straks stanses i den utstrekning det berører kulturminnet eller dets sikringssone på 5 meter. Rette myndighet, Viken fylkeskommune, skal straks varsles i henhold til kulturminneloven §8, 2. ledd.» ligger inne i malen for krav i kontrakt med entreprenør.

2. Organisasjoner

BirdLife Norge Øvre Eiker og omegn / Bent Ellingsen, styreleder

For over ti år siden vedtok Stortinget at sentralnettet som hovedregel skal bygges som luftledning, jamfør Meld. St. 14 (2011–2012). Statnett vektlegger alle interesser opp mot hverandre når vi vurderer å bygge nye anlegg. Generelt er jordkabel et klart dyrere alternativ enn luftledning. I tillegg medfører jordkabel ekstra inngrep som ikke luftledning medfører, eksempelvis større anlegg der luftledningen går over til jordkabel. Statnett ser ikke at jordkabel er et relevant alternativ for luftledningsstrekket på Eiker.

Fiskum Utmarkslag

Se Statnetts kommentarer under kapittel 4 nedenfor og temaer jakt, vilt og beite, samt flytte bygningsmasse ut fra Eiker stasjon.

Eiker historielag

Statnett vil gå i dialog med historielaget for å kartfeste boplassene i forbindelse med detaljplanen. Vi registrerer at det er satt opp skilt og merket sti nylig. Skjellbredplassen blir ikke fysisk berørt, men får stasjonen nært ved. Ledningen som går over idag vil bli flyttet lenger bort.

Vestsiden beitelag

Statnett vil ta kontakt med beitelaget før anleggsstart for å komme frem til omforente tiltak slik at det ikke oppstår konflikt mellom dyr på beite og vår anleggsvirksomhet. Se også under kapittel 4 nedenfor, tema jakt, vilt og beite.

Naturvernforbundet Øvre Eiker

Statnett tar innspillene til etterretning og viser til kapittel 4 nedenfor for kommentarer til ulike tema.

Rørås Skogvei (Fiskum vest skogsbilveilag)

Statnett tar innspillene til etterretning og vil ta innspillene inn i videre detaljering av anleggsgjennomføringen.

3. Næring

FISKUMPARKEN AS

Statnett viser til tidligere møter og tar innspillet til etterretning og med oss inn i videre detaljering av anleggsgjennomføringen.

4. Statnetts kommentarer til innspill relatert til spesielle temaer, kommende detaljplan og erstatning til grunneiere

Innledning

Omsøkte Eiker transformatorstasjon vil bli et svært viktig knutepunkt i det sentrale kraftledningsnettet på Østlandet. Dette gjør at det blir et stort og arealkrevende anlegg.

Statnett arbeider kontinuerlig med å planlegge nettutviklingen og bygge ut ledningsnett og transformatorstasjon i riktig rekkefølge, for å minimere kostnader og arealinngrep, samtidig som vi opprettholder forsyningssikkerhet underveis. For eksempel er en av ledningene som i dag går inn til Flesaker stasjon planlagt oppgradert til 420 kV samtidig med at vi bygger nye Eiker stasjon. Fordi samfunnet stadig utvikler seg og behovsbildet er i rask endring, kan ikke Statnett nå presist beskrive hvilke nye anlegg som kan bli aktuelle i området i fremtiden. I områdeplanen for området har vi skissert målnettet, sammen med tilhørende tidspunkt for prosjektfremdrift og planlagt rekkefølge. Se link til Områdeplan for Telemark og Vestfold: [Statnett områdeplan Telemark og Vestfold](#).

Omsøkt anlegg er planlagt lagt over fra 300 kV til 420 kV spenning over tid, og dette gir et noe større arealbehov enn om vi kunne koblet alle ledninger direkte inn på 420 kV. Det er derimot ikke teknisk og praktisk mulig å bygge om alle ledningene til 420 kV samtidig. For å kunne bygge om og koble ut enkeltledninger er vi avhengig av at resterende ledninger fortsatt er i drift for å opprettholde en sikker strømforsyning.

Etter at alle ledninger er lagt om til 420 kV vil det være noen felt som ikke bestykkes i denne omgang. Disse feltene er reservefelt med plass for framtidige nettbehov. Statnetts stasjoner har generelt ca. 60 års levetid og derfor søker vi om å bygge vi alle våre stasjoner med reservefelt og noe ekstra plass, for å kunne klargjøre for framtidige behov.

Detaljplan

For større kraftledninger og transformatorstasjoner er det vanligvis krav i NVEs konsesjonsvedtak om at det skal utarbeides en detaljplan, tidligere kalt miljø-, transport- og anleggsplan (MTA), som må være godkjent før bygging av anleggene kan starte.

Detaljplanen skal beskrive hvordan anlegget skal bygges innenfor den konsesjonen som er gitt og hvordan miljøhensyn som er kommet frem i konsesjonsprosessen skal ivaretas.

Relevante temaer i en detaljplan for nye Eiker transformatorstasjon stasjon kan være omtale av:

- hvordan forurensning av vannforekomster skal unngås.
- hvordan terrengendringer vil bli tilbakeført etter ferdig anleggsarbeid
- vegetasjon (frø) som planlegges på grøntareal inne på stasjonsområdet
- transport over / tiltak i dyrket mark, og tid på året
- hva som skal kartlegges før oppstart av anleggsarbeider, f eks svartlistede arter
- hvordan kantvegetasjon til vassdrag skal hensyntas og begrenses
- avbøtende tiltak / renseløsninger for å begrense avrenning av nitrogen
- tidspunkt på året for anleggsarbeid, f eks at byggingen gjennomføres på vinter over jorder.
- bruk av helikopter og kran for montering av fundament, mast og ledning.
- midlertidig anleggsvirksomhet skal reguleres med en tillatelse eller ikke
- kartlegge vannmiljø - utover KU

Innspill om å legge vei nr. 13 bak låven, og ikke gjennom gårdstunet, samt innspill om å hensynta skilting av gamle husmannsplasser er eksempel på innspill som vil bli håndtert i detaljplanen.

Statnetts anlegg på dagens Flesaker, og ev. tilbakeføring til jordbruksareal

Statnett har konsesjon på å eie og drifte anlegg på Flesaker frem til det er gitt konsesjon for å ta anleggene ut av drift og rive dem. Med nye Eiker i drift vil dagens anlegg på Flesaker bli sanert. Arealet under anlegget vil ikke Statnett ha behov for. Statnett er i dag eier av arealet og har betalt for det. Et salg av arealet når nye Eiker er i drift vil reguleres i en privatrettslig avtale mellom Statnett og kjøper. Statnett forventer at NVE ikke tar hensyn til ev. salgsbetingelser for arealet i et konsesjonsvedtak, da dette er et privatrettslig forhold.

Vanligvis vil eiendommer Statnett ikke lengre har behov for, bli solgt til tilgrensende eiendommer, og ofte eiendommen som vi tidligere har kjøpt fra. For Flesaker er det ikke tatt noen avgjørelse i dette spørsmålet. Vi har registrert interessen for eiendommen og vil håndtere det på et senere tidspunkt.

Eventuelle skader under anleggsarbeidet

Statnett vil sørge for å reparere drenerør eller annen eiendom som eventuelt blir skadet i forbindelse med anleggsvirksomheten.

Mulig lysforurensning

Statnett sine anlegg er generelt lite opplyste, med unntak av situasjoner for vedlikehold og drift. Kontorfasiliteter vil være opplyst på tidspunkter hvor folk er til stede for å arbeide. Øvrig belysning vil være minimal – både i anleggs- og driftsfasen.

Mulig terrorfare

Dagens Flesaker og konsesjonssøkte Eiker er et av flere sentrale knutepunkt i transmisjonsnett på Østlandet. Statnett beskytter sine anlegg, og informasjon tilhørende anleggene, etter gjeldende lov- og forskriftskrav, blant annet kraftberedskapsforskriften.

Bruk av veier i området

Vi planlegger å etablere den nye adkomstveien før anleggsarbeidet på selve stasjonsområdet starter. Veien vil kunne sperres med bom slik at kun de som har behov for veien har tilgang. Løkenveien planlegges kun brukt i forbindelse med ledningsbygging og riving hvis det blir behov. Den er ikke dimensjonert for tung anleggstrafikk.

Se tabell 7 i konsesjonssøknaden for oversikt over veier.

Utfordringer med landbruk

Statnett gir grunneiere kompensasjon for ulemper med mastepunkter og klausulering over dyrka mark. Ved nyetablering av ledninger blir det vurdert en engangserstatning for redusert mulighet for vanning eller andre forhold som gir vanskeligere drift på landsbruksareal under ledningene. Vanningsanlegg (store vanningsvogner) vil, på samme måte som brannvesenets adgang til å kunne slukke med vann under ledningen, ikke være tillatt med spenning på ledningen. Prosjekteringen legger til rette for at kraftledningen har tilstrekkelig høyde til landbruksmaskiner.

Det er mulig å legge inn ekstra høyde på master i området det skal treskes under. Konsekvensen kan medføre økt synlighet og økt fare for fuglekollisjoner.

Statnett ønsker å tilbakestille området der 300 kV-anlegget på Flesaker ligger i dag til jordbruk, men dette må utredes nærmere. Vi har registrert interesse og innspill fra grunneier og kommunen.

Forhandlinger / erstatninger grunneiere

Hvis gjeldene avtale / dagens rettigheter til Statnett (kun) dekker eksisterende anlegg, så må rettigheten utvides. Dette vil forsøkt løst ved en minnelig avtale, eller ekspropriasjon hvis enighet ikke oppnås. Økonomisk tap vil bli kompensert. I mangel av minnelig avtale vil erstatningsbeløpet bli fastsatt av skjønnsretten.

Nye Eiker stasjon vil gi stor belastning for en grunneier. Statnett har stor forståelse for at belastningen virker urimelig. Kompensasjonen for tapet vil bli satt også med hensyn til hvilke økonomiske tap grunneier lider i årene fremover.

Statnett noterer seg også innspill om ny vedplass og gapahuk. I arbeidet med detaljplan vil detaljer om begge disse håndteres i dialog med de berørte. I tillegg noterer Statnett seg innspill om ev. behov for mer areal i forbindelse med potensielle nye nettanlegg i fremtiden. Statnett vil ikke legge noen begrensninger på eiendommene langs traseen utover byggeforbudsbeltet som går til ca 9 meter fra ytterste fase.

Alle grunneiere som må avstå rettigheter eller eiendom vil bli kontaktet og få tilbud om kompensasjon for det økonomiske tapet inngrepet medfører. Når det gjelder dekning av kostnader vedrørende juridisk bistand, så dekker Statnett dette i henhold til gjeldene regler i oreigningslovas § 15 og skjønnsprosesslovens § 54.

Jakt, vilt og beite

Statnett erkjenner at nye Eiker transformatorstasjonen vil gi et stort fotavtrykk, og at noe daglig trafikk må påregnes. Støy og transport i forbindelse med anleggsvirksomhet kan ha en betydning for beitedyr og jakt. Tap i forbindelse med beitedyr vil bli kompensert. Statnett vil ta kontakt med beitelaget før anleggsstart for å komme frem til omforente tiltak slik at det ikke oppstår konflikt mellom dyr på beite og vår anleggsvirksomhet.

Overvann

Det er planlagt med at alt overvann fra stasjon som kommer fra terreng håndteres via åpne grøfter i øst og i sør. Grøftene skal utformes slik at de skal ha en fordrøyningsfunksjon, det skal slippes ut like mye vann etter utbygning som før utbygning. Dette for å ikke øke vannmengden i de nærmeste vassdragene og slik at kapasiteten videreføres. Størrelsen på grøftene dimensjoneres etter gitte parametre.

Flytte bygningsmasse ut fra Eiker stasjon

Eiker stasjon vil bli et oppmøtested tilsvarende dagens Flesaker. Noe daglig trafikk må derfor påregnes. I beredskapssituasjoner må det være mulig å bemanne stasjonen, og derfor må også oppmøtefasiliteter være innenfor stasjonsområdet. Et nytt kontorlokale i eksisterende næringsområde vil ikke møte de samme behovene.

Oppsummering / avslutning

Statnett har kommentert høringsinnspill som har kommet inn i dette dokumentet.

Vi ser begrenset med muligheter for å flytte stasjonen på en måte som ikke vil påvirke naturmangfold, landskap eller dyrka mark.

Trase for luftledninger er lagt om for å kunne bygge med avstand til gårdsbruk og spenningsatte anlegg. Det er ikke plass til Statnetts standard portalmaster på 420 kV i dagens trase, uten å løse inn gårdsbruk.

Med vennlig hilsen

Kirsten Faugstad, Prosjektleder

Dokumentet er elektronisk godkjent

Vedlegg:

1. Statnetts vurderinger, tidligfase
2. Ask Rådgivning, Flesaker – Bevergrend – mulige avbøtende tiltak for fugl ved Fiskumvann
3. Multiconsult, Notat - effekt av fugleavvisere (2023)

Vedlegg 1, Statnetts vurderinger, tidligfase

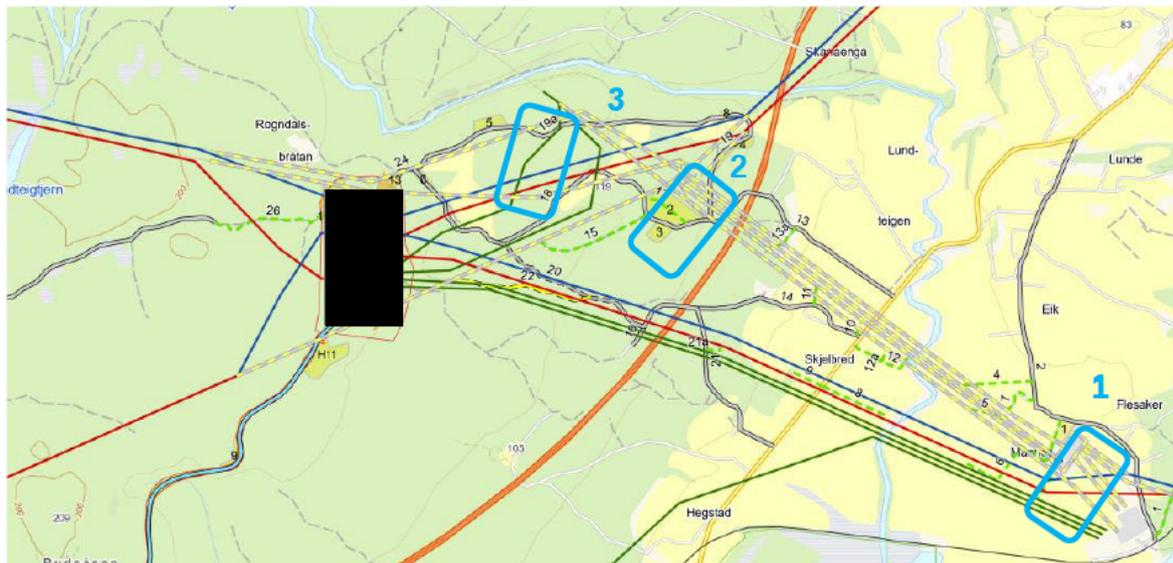
Statnett viser til konsesjonssøknaden [Eiker transformatorstasjon](#) for prosjektutløsende behov, samt [Konseptvalgutredning \(KVU\) Nettforsterkning mellom Sørlandet og Østlandet - Statnett](#) og [Statnetts områdeplan Telemark og Vestfold](#) for mer informasjon om Statnetts overordnede planer for området. Statnetts konseptvalg for nye Eiker, er at stasjonen skal erstatte dagens anlegg i Flesaker, være fremtidsrettet og bygget for 420 kV. Per dags dato er Statnetts standard løsning luftisolert AIS-anlegg for prosjekter av denne typen og på denne typen arealer.

Statnetts vurderinger, omsøkt plassering Eiker transformatorstasjon

Innledningsvis ble det i prosjektet utført en mulighetsstudie der utvidelse av dagens Flesaker og flere plasseringer ble vurdert, herunder anlegg helt nær ledningskrysset, på Skjelbredtoppen, og lenger ned i lia nærmere E134 – se kart under. For å unngå omfattende ledningsbygging, må stasjonen ligge i nærheten av dagens ledningstraseer.

Prosjektet valgte å se nærmere på muligheter i området rundt Skjelbred. Valget av Skjelbred begrunnes med at det er gunstig å plassere en ny stasjon med nærhet til eksisterende ledninger for å samle tekniske inngrep i landskapet og minimere omlegging av ledninger.

Nullalternativ: oppgradere eksisterende stasjon slik at den holder noen år til, og senere bygge ny stasjon på nytt sted. Det ble vurdert som lite fremtidsrettet, det vil forsinke nettets oppgradering til 420 kV og dermed forkastet.

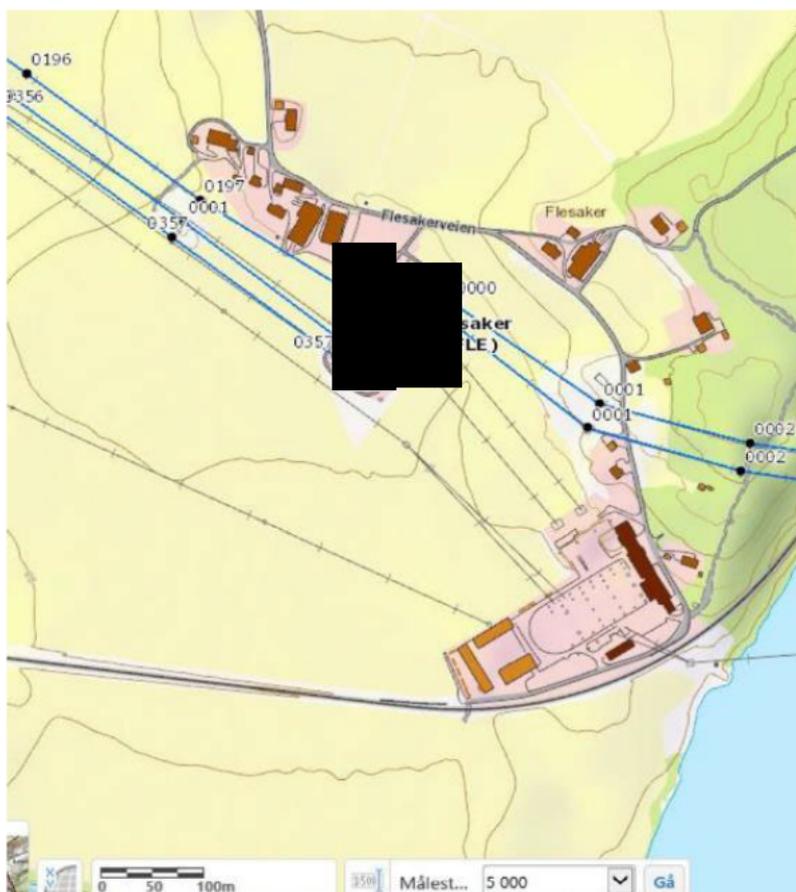


Figur 1: Søknadskart med dagens Flesaker og omsøkte anlegg. Stiplede ledninger vil bli revet. Blå rektangler angir vurderte plasseringer av nye Eiker stasjon

1. Dagens Flesaker transformatorstasjon

Utvidelse og ombygging til en 420 kV transformatorstasjon krever betydelig større arealer enn det som er tilgjengelig på eksisterende stasjonsområde i dag (se blå markering nr.1 i Figur 1, inkl. nærområde). Området rundt eksisterende stasjon er dyrket mark, og derfor ikke ønsket for utvidelse av Flesaker transformatorstasjon. Det er også kvikkleire i området som ikke er akseptabelt grunnforhold for en transformatorstasjon. En utvidelse av stasjonen vil også være mer synlig i jordbrukslandskapet enn alternativet vi har omsøkt. I tillegg er det teknisk og praktisk krevende å bygge om en stasjon i drift. For å få 420 kV til stasjonen ville det måtte bygges to nye ledninger i tillegg til dagens ned fra ledningskrysset.

Denne plasseringen ble forkastet.

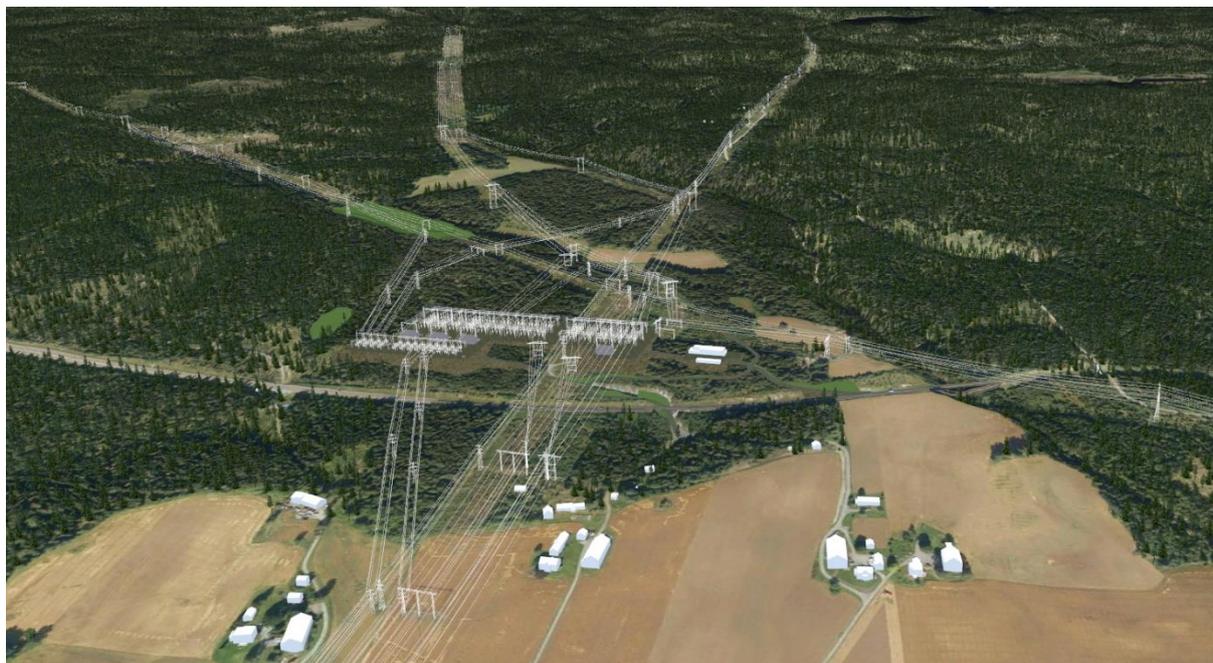


Figur 2: Dagens Flesaker transformatorstasjon og området rundt

2. Ved ledningskrysset:

En tidlig mulighet som ble vurdert var å plassere stasjonen "rett under" ledningskrysset som er et knutepunkt for ledningstraseer (se blå markering nr.2 i Figur 1, samt visualisering i Figur 3).

Landskapet der er i dag allerede berørt av kraftledninger. Her er det skrått terreng og vanskelig å plassere en stor transformatorstasjon. Det ville medført flere nivåer og utfordrende bygging og drift. Plasseringen er nære E134 som er en trafikkert vei og dette er en tilleggsulempe i forhold til forurensning av de tekniske komponentene. Her ville det også vært behov for omfattende midlertidige omlegginger av ledninger mens stasjonen ble bygget. Plasseringen ble forkastet.



Figur 3: Visualisering av plassering ved ledningskrysset

3. Øverst på Skjelbredtoppen

En plassering helt på toppen ble vurdert (se blå markering nr.3 i Figur 1, samt visualisering i Figur 4). En stor transformatorstasjon her ville bli svært synlig. Det ville medført omlegging av 2 viktige ledninger før anleggsarbeidet på stasjonen kunne startes. Plasseringen ble forkastet.



Figur 4: Visualisering av plassering øverst på Skjelbredtoppen

Flere plasseringer lenger unna dagens ledninger ble vurdert, men de ville medført større terrenginngrep enn nødvendig og lengre ledningstraseer. På bakgrunn av større ulemper enn valgt alternativ ble plasseringene forkastet.

Skjelbredtoppen (omsøkt plassering):

Ved å legge anlegget et stykke lengre vest for selve ledningskrysset, kan stasjonen bygges uten at noen av dagens ledninger må legges om før anlegget er ferdig. Denne plasseringen legger også til rette for at ledningstraséen fra Flesaker til Eiker legges i ny trase og i større avstand fra gårdene på hver side enn dagens trase.

Statnetts vurderinger av ledningstraséer

Dagens trasé går i kulturlandskap mellom gårder, og det samme vil gjelde for ny trase. Statnett har prioritert størst mulig avstand fra ledninger til gårder for omsøkt alternativ (mellom Nordre Hegstad og Skjelbred gård). Ledningene kan bygges med minimal utkobling av dagens ledninger. Total omlegging av ledningstraséen (nybygging og riving etterpå) som omsøkt har også en stor HMS-messig fordel fordi man kan bygge de nye ledningene uten å være i nærheten av eksisterende spenningsatte ledninger. De gamle ledningene kan tilsvarende rives uten nærhet til spenningsatte nye ledninger. Omlegging av Statnett og Glitreledninger er komplekst med flere ledningskryssinger og to veikryssinger, E134 og Kongsbergveien. Omsøkt plassering av Eiker stasjon innebærer ingen midlertidige ledningsomlegginger. Det er identifisert kvikkleire i traseen, men mulig å bygge mastefundamenter.

Dagens trase er ca 92 meter bred, (inkl. Glitre og Statnett ledninger) og ny trase blir ca 127 m. Luftspennet blir høyere enn dagens, men det vil variere i høyde avhengig av hvor på ledningstrekket man er og avstanden mellom mastene.

Bruk av eksisterende trase

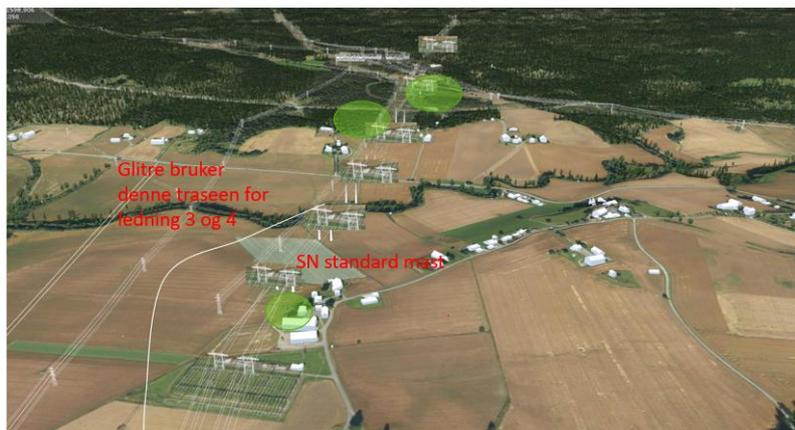
Visualisering av høye master i eksisterende trase (valgt bort)



Figur 5: *Bruk av eksisterende trase, ny mastetype (illustrasjon)*

Fordelen er å beholde samme trase som dagens ledninger. Statnetts eksisterende ledninger som går fra Flesaker og opp til ledningskrysset er ikke kraftige nok og nye må derfor bygges. Å bygge nye i eksisterende trase ville medføre mye arbeid under spenningsatt ledning (høy HMS risiko) og lengre utkoblinger av dagens ledninger enn systemansvarlige vil akseptere. Vanlige mastetyper ville gi for liten avstand til gårdene på hver side, så andre, og svært høye master med vertikaloppheng måtte benyttes for å unngå innløsning av boliger.

Visualisering av to korridorer (valgt bort)

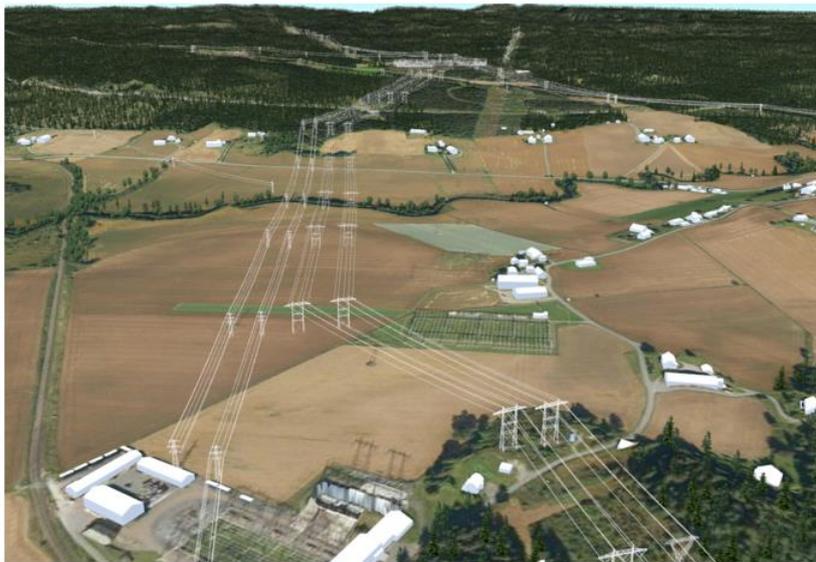


Figur 6: *To korridorer, standard mastetype (illustrasjon)*

Lignende fordeler og ulemper som alternativet over, men her brukes Statnetts standard portalmaster og Glitres ledning må gå i en annen trasé. Dette samler ikke inngrepene, og med bakgrunn av flere ulemper enn fordeler ble dette alternativet valgt bort.

Legge om og samle ledninger i ny trasé

Visualisering, løsning med samlet trasé (omsøkt)



Figur 7: Ny samlet trasé

Fordeler med denne traséen er at alle ledninger går i samme trasé, byggingen er ikke avhengig av omfattende utkoblinger og det er enklere å komme forbi dagens 300 kV anlegg. Traseen er bedre for mange naboer med større avstand. Av ulemper kan nevnes at ledningene kommer nærmere naturreservatet og det båndlegges nytt areal.

Bruk av dobbeltkursmaster.

Statnett forsøker unngå å bygge dobbeltkursmaster der man henger to ledninger i samme mast. Dette er mer sårbart og når det skal gjøres vedlikehold må begge ledningene kobles ut. Det er derfor ikke utredet i dette prosjektet. Fuglemarkører vil kreve ekstra vedlikehold som blir mer utfordrende med denne løsningen. Doble master kan imidlertid redusere bredden på ledningstraseen.

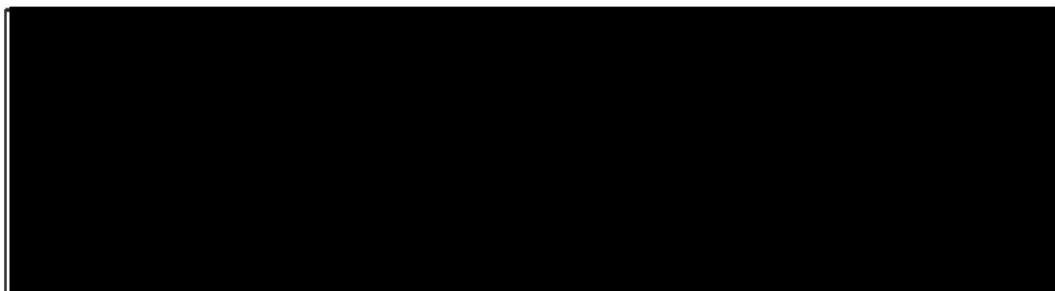
Kabler i grøft

Det er mulig å legge kabler i bakken istedenfor å bygge luftledninger, se omtale av [Meld. St. 14 \(2011–2012\)](#) nedenfor under Statnetts kommentarer til Birdlife.

Grøftedybden vil normalt være ca. 1,4 meter under vei, men noe dypere på jordbruksarealer der det skal være ca. 1 meter overdekning. I prosjektet Hamang-Bærum-Smestad er det planlagt med å legge kablene i trekkerør av plast, som innstøpes i trekantforlegning. Dette er en måte å forlegge kabler slik

at de er godt beskyttet, men Statnett har ikke tatt stilling til hva som eventuelt kunne være aktuelt over jordbruksareal opp til Eiker.

Statnetts 2 ledninger vil kreve 2 kabelsett hver, altså en bredde på ca.11 m og det antas tilsvarende dersom Glitres fire ledninger skal kables. Totalt vil en ca. 20 m bred trase måtte graves opp og massene skiftes ut. I tillegg vil det være behov for anleggsvei langs en grøft og noe areal til midlertidige deponier for utskifting av masser, noe som vil gi omfattende anleggsarbeid over jordene.



Figur 8: Kabler i grøft i bakken for en av Statnetts ledninger

I hver ende av en kabelforbindelse trengs et muffehus (overgang kabel – luftledning) på størrelse med "en halv fotballbane". Muffehusene skal oppfylle kravene til skallsikring i henhold til beredskapsforskriften og vil bli bygget av betong. I tillegg installeres det ofte et gjerde rundt muffestasjonen.



Figur 8: Eksempel på muffehus for en ledning

Den totale kostnaden for dette vil komme opp i flere hundre millioner og er ikke ansett som samfunnsøkonomisk rasjonelt.

Fugleavvisere

Det er utviklet flere ulike fugleavvisere med ulike effekter (blink, farge og bevegelse) som skal øke synligheten til fase- og/eller topplinene slik at fuglene endrer flygehøyde eller -retning og unngår kollisjon. Statnett har foreslått fugleavvisere som avbøtende tiltak, til at ledningene legges nærmere Fiskumvannet.

I to analyser (begge fra Trøndelag) er det vist klare atferdsmessige responser hos fugl på tilstedeværelsen av fugleavvisere på kraftledningene, noe som igjen viser at slike installasjoner kan redusere risikoen for fuglekollisjoner. Det er blitt funnet at fugler unngår å fly nær kraftledninger med fugleavvisere, de flyr høyere over slike kraftledninger enn ledninger uten avvisere, og starter oppstigningen fra lengre distanse for å kunne fly trygt over kraftledningene. Kilde: [Bird-friendly design of power lines - Prosjektbanken \(forskningsradet.no\)](#)

Vedlegg 2

Til: Buskerud Kraftnett

Fra: Ask Rådgivning v/Kai Nybakk

Oslo 07.07.2006

Flesaker – Bevergrend – mulige avbøtende tiltak for fugl ved Fiskumvann

Bakgrunn

I tilknytning til Buskerud kraftnett sin konsesjonssøknad for ombygging av 66 kV-ledningen Flesaker – Bevergrenda har ASK Rådgivning AS gjort en vurdering av mulige avbøtende tiltak for fugl ved Fiskumvatnet. Bakgrunnen for vurderingen er Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) sitt krav om tilleggsopplysninger datert 05.04.2006. NVEs krav er en oppfølging av Øvre Eiker kommunes høringsuttalelse hvor de påpeker behov for en vurdering av mulige avbøtende tiltak knyttet til naturreservatet ved Fiskumvannet.

Generelt om kraftledninger og fugl

Kraftledninger påvirker fugl ved at de kan bli drept eller skadet ved kollisjon med linene. Fuglebestandens størrelse og utbredelse er likevel for de fleste arter bestemt av naturgitte forhold som mattilgang, hekkemuligheter, naturlige fiender og klima, spesielt i hekke- og kyllingperioden.

Undersøkelser tyder imidlertid på at også kraftledninger for enkelte sjeldne, sårbare og truede arter under visse forhold kan representere en reell trussel mot enkelte bestander. For andre arter, f.eks. svaner og enkelte jaktbare arter av hønsefugl (orrfugl, storfugl og rype) kan linekollisjoner under visse forhold redusere enkelte bestanders størrelse.

Faktorer som bidrar til stor kollisjonsfare er bl.a. flukt i skumring og mørke, hurtig forfølgelsesjakt (eks. falker og hønsehauk), dårlig manøvreringsevne (eks. svaner, lomer), liner i flere plan (eks. parallellføringer, dobbeltkursledninger, bruk av toppliner/jordingslinjer), større ansamlinger av fugl (eks. nær spillplasser, næringsområder, hekkeområder), ledningens plassering i terrenget (eks. liner like over tretoppene, kryssing av trekkruiter/vassdrag, kryssing av fiskeplasser for fiskeørn osv), tynne linedimensjoner (synlighet) og dårlig vær (dårlig sikt).

Når det gjelder rovfuglartene synes de ikke å være spesielt utsatt for kollisjoner med kraftledninger, men enkelte arter er kollisjonsutsatt på grunn av sin jaktatferd (f.eks. jaktfalk, vandreflak, hønsehauk, myrhauk, kongeørn) (Bevanger & Thingstad 1988, Rose & Baillie 1992). Ledninger som krysser eller passerer like i nærheten av gode næringsøksområder vil derfor være spesielt utsatt.

Generelt er det gjerne ungfugl med dårlig utviklet manøvreringsevne og lite livserfaring som omkommer ved kollisjon med ledninger og liner. Ledninger som går i nærheten av hekkeområder vil derfor utgjøre en betydelig større risiko enn ledninger som ligger lenger

unna. For arter som er tilpasset høy avgang hos ungfugl kan ekstra dødelighet hos voksne ha større bestandsmessige konsekvenser. Ikke minst gjelder dette mange truede (rødlistede) arter, som har naturlig lav reproduksjonsrate.

Sammenfatningsvis kan man si at det er fuglenes atferd, morfologi og syn som er av avgjørende betydning for hvorvidt en art vil være spesielt kollisjonsutsatt eller ikke, utover de forhold som knytter seg til selve kraftledningen og traséen.

For enkelte fuglearter dreier konflikten seg i første rekke ikke om faren for å kollidere med ledningene, men ved at hekke- og næringsøksområder, ved oppføring av master og rydding av kraftledningsgater kan endres i deler av den skogkledde traseen. For andre arter kan forholdene bedres ved at det oppstår produktive randsoner, såkalte økotoner, mellom ledningstrase og skog.

Strømgjennomgang (såkalt electrocution), (hvor fugl blir drept som følge av at den kommer bort i to strømførende liner, eller strømførende line og jord samtidig) er ikke noe problem for ledninger på 132 kV eller mer, fordi isolasjonsavstanden og avstander mellom strømførende liner er så store.

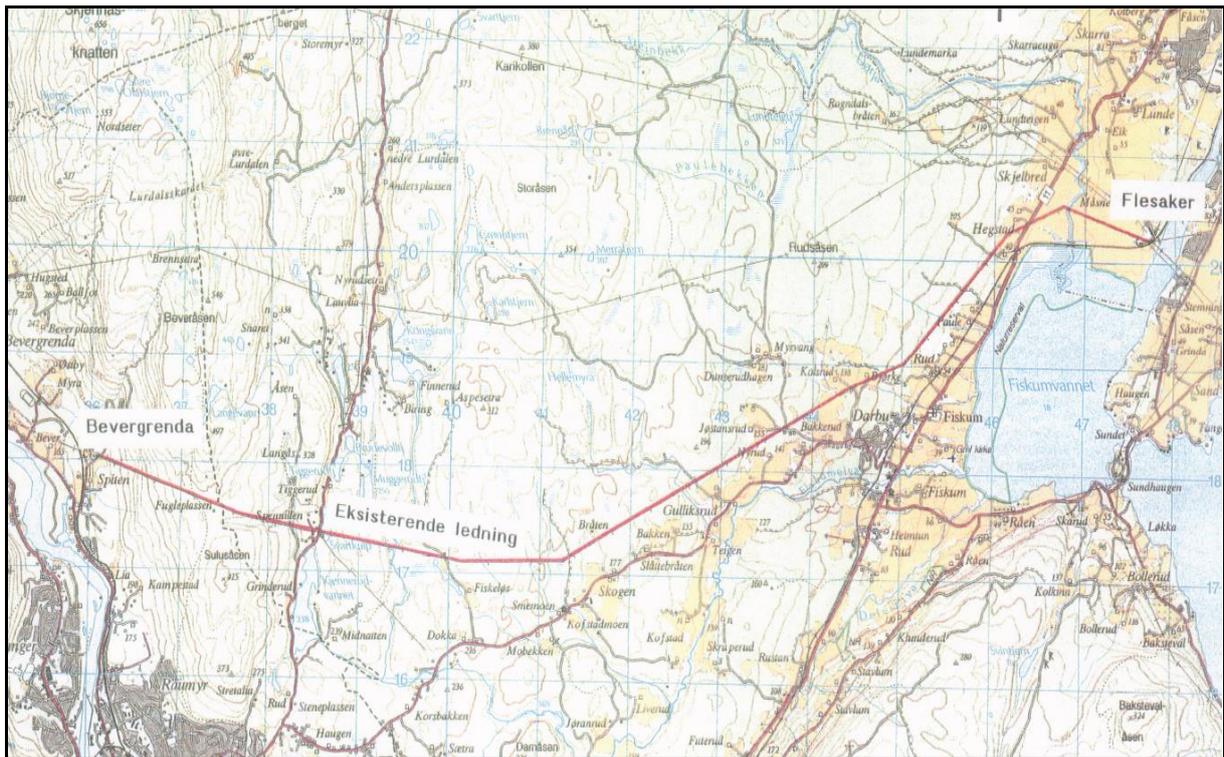
Fiskumvannet

Vestsiden av Fiskumvannet, som ligger sør og øst for ledningen ut fra Flesaker, er vernet som naturreservat. Våtmarksområdet er en del av en grunn, forholdsvis næringsrik innsjø, og en nasjonalt viktig rasteplass for en rekke våtmarksarter i trekktiden. Ca. 200 fuglearter er observert, av disse 80 våtmarksfugler. Naturreservatet er også et hekkeområde for sjeldne og kravfulle fuglearter. I tillegg er det mye spurvefugl i området.

Formålet med reservatet er å bevare en spesiell naturtype, med et rikt fugleliv som er av særlig vitenskapelig og pedagogisk interesse.

Tiltaket – oppgradering av eksisterende ledning

Eksisterende 66 kV-ledning mellom Flesaker i Øvre Eiker kommune og Stengelsrud i Kongsberg kommune eies av Buskerud Kraftnett. Ledningen utgjør en sentral del av forsyningen i Kongsbergområdet. Ledningen er 14,6 km lang og ble bygget i 1922. Dette er en opprinnelig del av "Rjukanledningen" som ble bygget mellom Rjukan og Bærum. Trasékart for strekningen Flesaker - Bevergrenda er vist i Figur 1.



Figur 1. Trasékart for eksisterende 66 kV-ledning Flesaker Bevergrenda.

Bestående 66 kV-ledning Flesaker - Bevergrenda - er en dobbeltkursledning med malte tårnmaster av stål (se Figur 2). Strømførende liner (faseliner) består av 2 x 3 FeAl 70 og jordlinen på toppen er Fe 50.

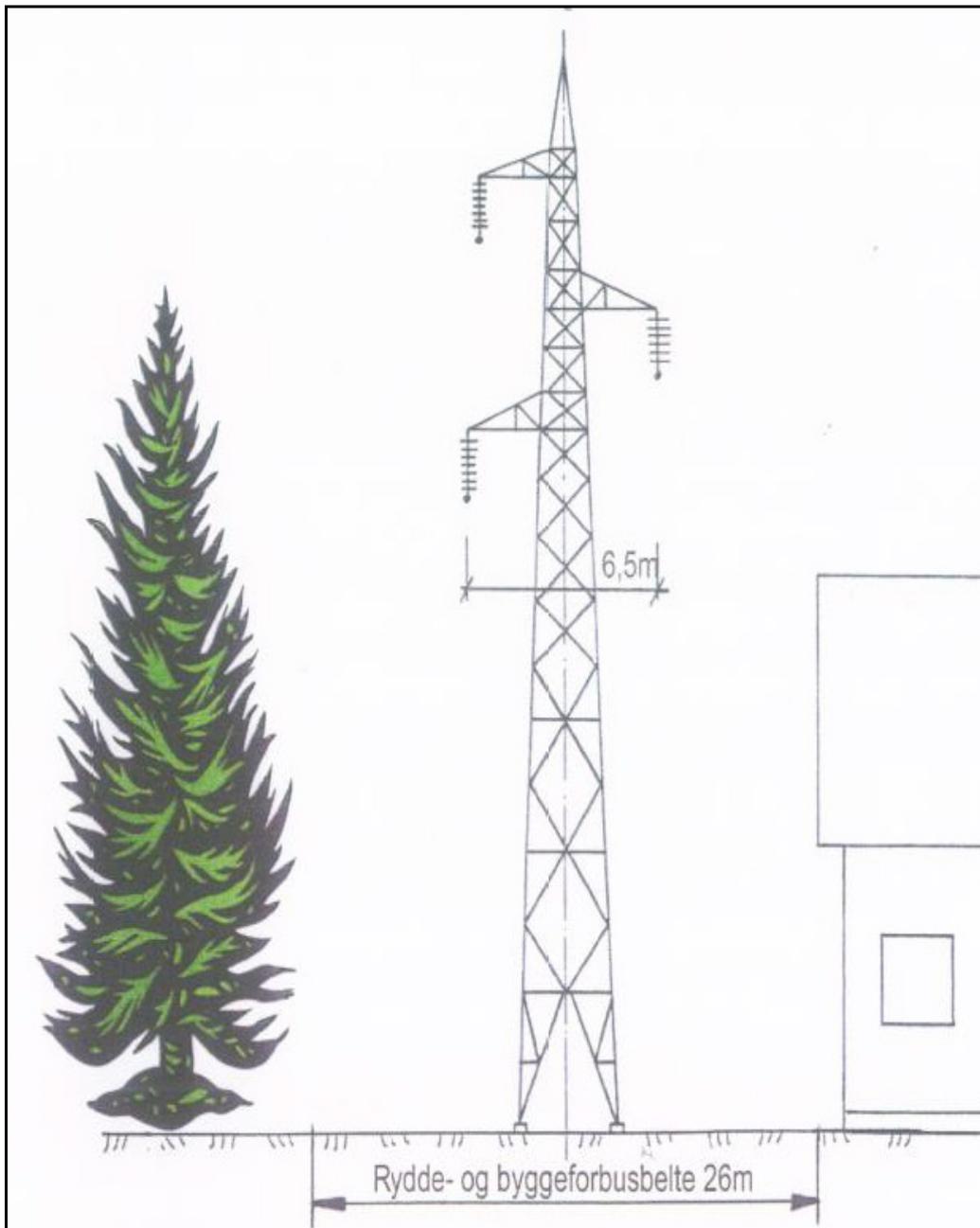


Figur 2. Bilde av eksisterende 66 kV-ledning Flesaker – Bevergrenda. Foto Buskerud Kraftnett.

Bestående kraftledning forutsettes revet og erstattet av en ny 66 kV-ledning i samme trasé. Ny 66 kV-ledning er planlagt bygget med tårnmaster i stål (se Figur 3). Strømførende liner blir 1 x 3 FeAl 240 og avstanden mellom ytterfasene blir 6,5 m. Gjennomgående overliggende jordline blir 1 stk. FeAl 53.

Byggeforbudsbeltet er 26 m med 13 m til hver side for senterlinjen, som dagens ledning. Ryddebeltet vil derimot bli utvidet med 6 m, 3m til hver side, da tidligere ervervet ryddebelte kun er 20 m.

På bakgrunn av planer om fremtidig systemovergang fra 66 kV til 132 kV, vil ledningen bygges med 132 kV-standard noe som medføre at mastene i snitt blir ca. 3,0 m høyere enn for en tilsvarende 66 kV-ledning.



Figur 3. Skisse av planlagt 66(132) kV-ledning Flesaker - Bevergrenda.

Vurdering av avbøtende tiltak

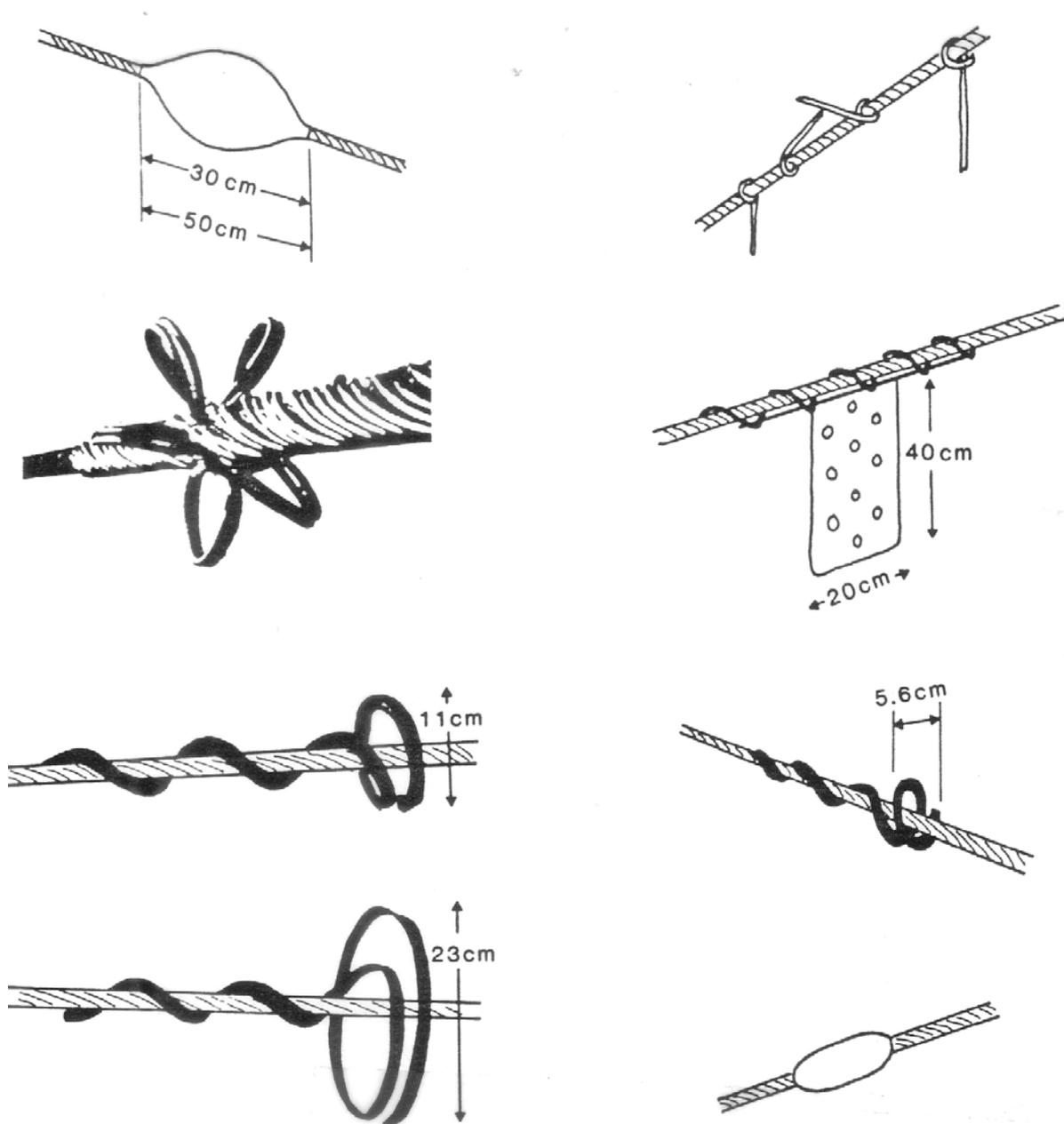
Av totalt 245 arter som på verdensbasis er registrert som utsatt for kollisjoner med kraftledninger, dominerer ender (24%) og vadefugl (40%) statistikken i antall (Bevanger 1998, Bevanger et al. 1998). Naturreservatet ved Fiskumvannet har et stort antall ender og våtmarksfugl.

Tiltaket berører ikke naturreservatet direkte, og den nye ledningen kommer til erstatning for eksisterende 66 kV-ledning som skal rives, slik at problemstillinger knyttet til endringer i hekke- og næringssøksområder er ikke aktuelle, selv om ryddebeltet i skog økes noe. Problemstillingene er først og fremst knyttet til endringer i faren for kollisjoner mellom ledning og fugl som følge av en ny type ledning (maste og linekonfigurasjon).

God lokalkunnskap om fuglelivet er viktig for å redusere faren for å komme i konflikt med fuglelivet i området. Det er for oss ukjent hvordan fuglene bruker området på nord- og vestsiden av vannet, men ut i fra generell kunnskap er det trolig at dal-draget i sørvestlig retning fungerer som en naturlig trekkvei, sammen med Eikeren i sørøst. Det er ikke utenkelig at det kan foregå noe trekk mellom skogsområdene og vannene i nordvest og Fiskumvatnet, men hovedtrekket av våtmarksfugl foregår trolig ikke her.

Tiltaket medfører i utgangspunktet en reduksjon i antall liner fra 7 til 4, men antall plan med liner forblir det samme. I tillegg vil linene bli noe kraftigere, noe som øker synligheten og dermed reduserer kollisjonsrisikoen. Effekten av økningen i mastehøyde med ca. 3 meter er usikker, men forventes ikke ha noe vesentlig å si for kollisjonsrisikoen. I forhold til dagens situasjon vil den største endringen være knyttet til at tiltaket medfører færre og større liner noe som forbedrer situasjonen. Hvis det skal iverksettes tiltak som ytterligere reduserer kollisjonsrisikoen vil de største effektene trolig oppnås ved å redusere antall plan med liner. Dette kan oppnås ved å gå bort fra bruken av tårnmast og velge en mast med planoppheng. I tillegg vil fjerning av topplinen kunne bidra til å redusere kollisjonsrisikoen (Alonso & Alonso 1999b), spesielt for fugler som normalt flyr over hindringer i lufta, f.eks. svaner (Bevanger 1993, Bevanger et al. 1998).

Merking av lineavsnitt med plaststrømper og spiraler (se Figur 4) har halvert tall på kollisjonsoffer av både vadefugl, ender, gjess, svaner og traner (Renssen et al. 1975, Brown & Drewien 1993, Alonso & Alonso 1999b, Mathiasson 1999). Gult lineovertrekk kan forebygge svanekollisjoner. Den skarpe fargen gjør linene mer synlige, og metoden er effektiv selv om fargen blekner med tida. Vedlikeholdet kan være et større problem, men norske erfaringer viser at plaststrømper på linene varer i 10-15 år. Der topp- og faseliner går i to plan, er det viktig å merke begge typer, men av faselinene er det tilstrekkeleg å merke bare ytterfasene. Avstanden mellom merkene bør være under 5m, for å hindre at fuglene flyr mellom merkene og kolliderer på det viset (Koops 1986). Fordi merkinga bare virker når det er lyst, er metoden mindre virkningsfull for skumrings- eller nattaktive fugler, som for eksempel hønsfugler.



Figur 4. Tegninger av mulige metoder for merking av liner for å øke synligheten for fugl.

Det går en rekke større og mindre ledninger i området. Flere av disse utgjør trolig en større kollisjonsrisiko enn ledningen Flesaker – Bevergrenda fordi de i større grad krysser naturlige ledelinjer i terrenget. I forbindelse med vurderingen av hvilke mulige avbøtende tiltak som bør iverksettes bør det også gjøres en vurdering av hvor, og på hvilke ledninger, tiltakene vil ha størst effekt for fuglelivet knyttet til naturreservatet. Det er ikke sikkert det vil være på ledningen Flesaker - Bevergrenda.

Referanser

Alonso, J.A. & Alonso, J.C. 1999b. Mitigation of bird collisions with transmission lines through groundwire marking. S. 113-124 I: Ferrer, M. & Janss, G.F.E. (red) Birds and power lines. Collision, electrocution and breeding. Quercus, Madrid.

Bevanger, K. 1998. Biological and conservation aspects of bird mortality caused by electricity power lines: a review. *Biological Conservation* 86: 67-76.

Bevanger, K., Brøseth, H. & Sandaker, O. 1998. Dødelighet hos fugl som følge av kollisjoner mot kraftledninger i Mørkedalen, Hemsedalsfjellet. – NINA Oppdragsmelding 531: 1-41.

Bevanger, K. 1993. Avian interactions with utility structures – a biological approach. University of Trondheim. Dr.scient.thesis.

Bevanger, K. & Thingstad, P.G. 1988. Forholdet fugl-konstruksjoner for overføring av elektrisk energi. En oversikt over kunnskapsnivået. – Økoforsk Utred. 1988,1: 1-33.

Brown, W.M. & Drewien, R.C. 1993. Marking power lines to reduce avian collision mortality in the San Luis Valley, Colorado. In EPRI (ed.) Avian interactions with utility structures. Proceedings International Workshop. Miami: EPRI.

Koops, F.B.J. 1986. Draadslachtoffers in Nederland en effecten van merkering. KEMA 01282-MOB 86-3048. Report, Arnhem.

Mathiasson, S. 1999. Swans and electrical wires, mainly in Sweden. S 83-111 I: Ferrer, M. & Janss, G.F.E. (red) Birds and power lines. Collision, electrocution and breeding. Quercus, Madrid.

Renssen, T.A., Bruin, A., De, Doorn, J.H.Van, Gerritsen, A., Greven, N.G., Kamp, J. Van de, Linthorst Homan, H.D.M. & Smit, C.J. 1975.. Vogelsterfte in Nederland tengevolge van aanvaringen met hoogspannings-lijnen. Rijkinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem: 1-64.

Rose, P. & Baillie, S. 1992. The effect of collisions with overhead wires on British birds: an analysis of ringing recoveries. – BTO Res. Rep. 42: 1-227.

Vedlegg 3

NOTAT

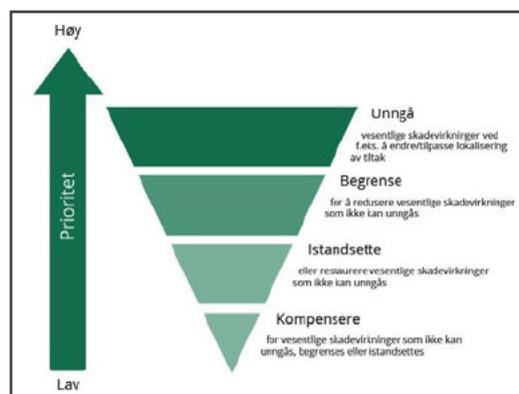
Oppdrag	420 kV Skaidi - Adamselv	Dokumentkode	
Emne	Bruk av fugleavvisere	Tilgjengelighet	Åpen
Oppdragsgiver	Statnett SF	Oppdragsleder	K. Mork
Kontaktperson	Asgeir Vagnildhaug	Utarbeidet av	S. Ski og K. Mork
Kopi	NVE	Ansvarlig enhet	Energi

KRAFTLEDNINGSMARKØRER / FUGLEAVVISERE OG DERES EFFEKT MTP Å REDUSERE OMFANGET AV FUGLEKOLLISJONER

1 INNLEDNING

Det finnes etter hvert en betydelig mengde litteratur som dokumenterer at kraftledninger er en viktig dødelighetsfaktor for en rekke arter av fugl. Denne litteraturen fokuserer i all hovedsak på to hovedaspekter, nemlig kollisjoner og elektrokusjon. Sistnevnte er imidlertid ikke en relevant problemstilling for 420 kV ledninger, som den som planlegges forbi Stabbursdalen, men primært for kraftledninger med spenningsnivå under 66 kV (hvor faseavstanden er så liten av fuglene kan kortslutte de når de posterer på stolpene). Denne problemstillingen er derfor ikke videre omtalt i dette notatet.

Det er flere måter å redusere risikoen for kollisjoner mellom fugler og kraftledninger (RPS, 2021). Riktig lokalisering ift. viktige trekkruiter samt hekke-, raste- og overvintringsområder med store ansamlinger av fugl er alltid det beste og mest effektive tiltaket, jf. tiltakshierarkiet (figuren til høyre). I de tilfellene det av ulike grunner ikke lar seg gjøre å unngå nærføring til denne typen områder, kan man begrense de negative virkningene (kollisjonsrisikoen) gjennom å implementere effektive avbøtende tiltak.



Dette notatet tar for seg ulike måter å merke kraftledninger på og hvilken effekt dette tiltaket har mtp.

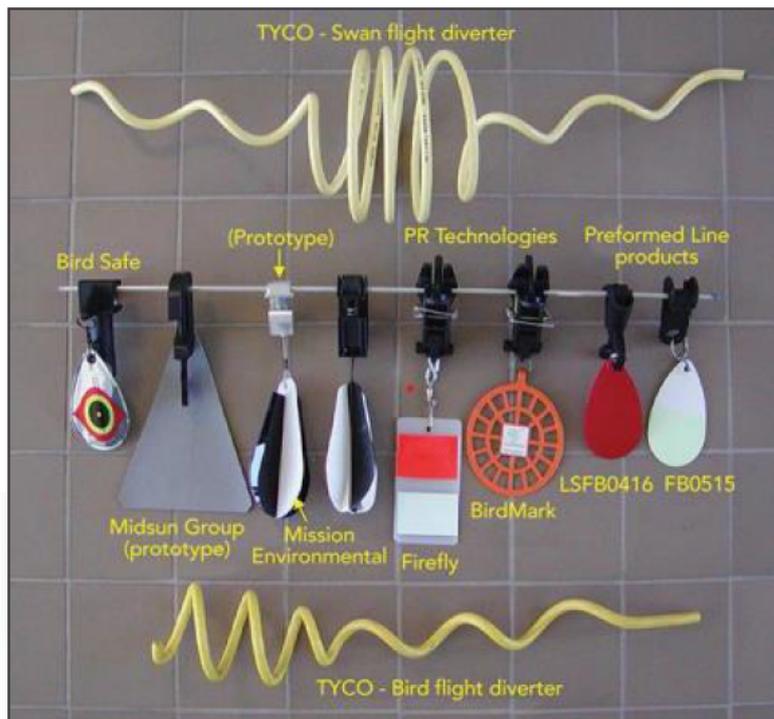
å redusere omfanget av kollisjoner mellom kraftledninger og fugl. Notatet er basert på ulike internasjonale kunnskapsoppsummeringer og meta-/litteraturstudier rundt problemstillingen, samt enkelte nyere studier som er gjennomført de siste årene.

Denne kunnskapen er deretter anvendt på Statnetts omsøkte 420 kV ledning forbi Stabbursdalen.

2 TYPER AV MARKØRER

Det er utviklet en hel del ulike anordninger med ulike effekter (blink, farge og bevegelse) for bruk til merking av luftledninger (se figur 1-1), der fellestrekket for alle er at de skal øke synligheten til fase- og/eller topplinene slik at fuglene endrer flygehøyde eller -retning og unngår å kolliderer med de.

1	05.06.2023	Notat	S. Ski og K. Mork	A. Hegglund	K. Mork
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV



Figur 2-1. Ulike anordninger som finnes (dette er ikke en uttømmende oversikt). Kilde: NINA.

Vi viser også til vedlegg 1 for en oversikt over ulike typer markører (hentet fra RPS, 2021).

3 EFFEKTEN AV MARKØRENE / FUGLEAVVISERNE

Det foreligger etter hvert en rekke kunnskapsoppsummeringer (litteratur-/metastudier) og feltstudier når det gjelder effekten av merking av kraftledninger med fugleavvisere. Under har vi gjengitt relevante utdrag fra noen av disse, i kronologisk rekkefølge (eldst til nyest), inkludert fra rapporten *Electrocutions & Collisions of Birds in EU Countries: The Negative Impact & Best Practices for Mitigation*, som ble publisert i november 2021 og er den foreløpig siste og mest oppdaterte kunnskapsoppsummeringen på dette feltet.

3.1 Fugler og kraftledninger - Metoder for å redusere risikoen for kollisjoner og elektrokusjon (Lislevand, 2004)

Tabellen under er hentet fra Lislevand (2004) og oppsummerer resultatene fra en del studier gjennomført i perioden 1991-2003.

Tabell 3-1. Oppsummering av studier som har testet ulike merkemetoder for å redusere kollisjonsfrekvensen mellom fugler og kraftledninger. Tabellen er hentet fra Lislevand (2004).

År	referanse	Type markør	Farge	Størrelse (cm)	Avstand (m)	Estimert reduksjon i kollisjonsrisiko
1991	Morkhill & Anderson	Flymarkører (baller)	Gul/svart stripe	30	100	54%
1994	Alonso m. fl.	PVC-spiraler	Rød	30x100	10	60%
1994	APLIC	«Bird Flight Diverter» (BFD-4)	Ukjent	10.2	5	86-89%

Bruk av fugleavvisere

År	referanse	Type markør	Farge	Størrelse (cm)	Avstand (m)	Estimert reduksjon i kollisjonsrisiko
1994	APLIC	«Bird Flight Diverter» (BFD-4)	Ukjent	10.2	10	57-58%
1994	APLIC	«Bird Flight Diverter» (BFD-7)	Ukjent	17.8	5	Ukjent
1994	APLIC	«Bird Flight Diverter» (BFD-7)	Ukjent	17.8	10	Ukjent
1994	APLIC	«Bird Flight Diverter» (BFD-7)	Ukjent	17.8	15	65-74%
1994	APLIC	«Swan Flight Diverter» (SFD)	Ukjent	17.8	5	Ukjent
1995	Brown & Drewien	«Spiral Vibration Damper» (SVD)	Gul	1.27x125	3.3	61%
1995	Brown & Drewien	Fritthengende plater	Gul/svart stripe	30.5x30.5	23-32	63%
1996	Savereno m. fl.	Flymarkører (baller)	Gul/svart stripe	30	30.5	53%
1998	Janss & Ferrer	Polypropylenspiraler	Hvit	30x100	Ukjent	81%
1998	Janss & Ferrer	Bånd med selvlysende stripe	Svart	5x354x5	20	76%
1998	Janss & Ferrer Plastikkstriper	Svart	0.8x70	12	Nei	
2001	Rasmussen	PVC-spiraler	Gul	30g	15	100%
2003	van Rooyen m. fl.	«Bird flapper»	Rød/hvit	Ukjent	Ukjent	82%
2003	van Rooyen m. fl.	«Bird flapper»	Selvlysende	Ukjent	Ukjent	84%

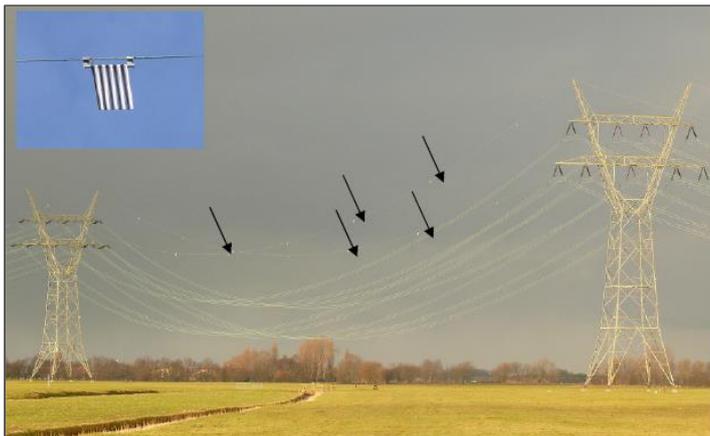
3.2 Review of the conflict between migratory birds and electricity power grids in the African-Eurasian region (Prinsen et al, 2011)

Northern and Western Europe

A large number of publications present results from studies that have investigated the efficiency of marking devices to mitigate bird collisions in Western Europe. Most of these studies, carried out in the period between 1970 and 1990, report reductions in mortality of between 50-90% and have been reviewed elsewhere (e.g., Jenkins et al., 2010; Barrientos et al. 2011). Here we report on results of some recent studies in Western Europe that were not yet included in aforementioned reviews.

Between 2002 and 2005, the German electricity company RWE constructed a new type of marking devices consisting of 50 cm long hard plastic black and white strips constructed on an aluminium clamp. Since summer 2005 more than 13,000 of these so-called 'bird flappers' have been installed on ground wires of high-tension power lines in Germany and the Netherlands, using a specially retooled helicopter to guarantee rapid installation advancement without impairing the power supply. Bernshausen & Kreuziger (2009) demonstrated a collision reduction of more than 90% for gulls at a power line section near a large gull roost that had been retrofitted with these bird flappers. More recently, in a study in the Netherlands, Hartman et al. (2010) also found a significant reduction of 80% in the nocturnal collisions of ducks (Mallard and Eurasian Wigeon) on a four kilometre long stretch of 150 kV power line through bird-rich grassland polders fitted with these bird flappers. However, for

Coot, of which also many tens of collision victims were found and were also believed to have collided at night, the reduction in collision victims was negligible. For species that collided during the day (e.g., gulls, waders, pigeons) the statistically significant reduction amounted to 67%, but the number of victims per species was too low to calculate species-specific reductions.



Studies with similar type of 'flappers' were carried out by Sudmann et al.

(2000) and Brauneis et al. (2003) in different parts of Germany. Both studies also found a large reduction of collision mortality, mainly involving species of wildfowl.

In the United Kingdom, Frost (2008) found a 95% reduction in collisions of Mute Swans after large red spirals had been attached as bird flight diverters in a 132 kV power line previously known to cause locally important losses to this species.

Southern Europe

Mitigation measures in Southern Europe are very similar to those adopted elsewhere in Europe. Burial of medium voltage distribution lines has only been applied to a limited extent and in a few countries, such as France, Monaco, Italy, Spain and Portugal. In the southern region there are large differences between countries regarding the application of mitigation measures and the current available information. In fact, while mitigation measures are taken well into account in some countries (see below), in others few efforts were made to address this issue. In Greece, for example, awareness of the need of bird safety measures in relation to power lines is scarce and few studies on this subject have been carried out. Even in Important Bird Areas (IBAs), the only measures reported are bundling and insulation of the phase conductors on medium voltage lines. This makes these lines thicker, and therefore more visible, with the aim of preventing bird collisions (Schürenberg et al., 2010).

In 2008, the Italian Ministry of the Environment, Land and Sea issued a report called "Guidelines for mitigation of impact of power lines on birds" ("Linee guida per la mitigazione dell'impatto delle linee elettriche sull'avifauna"). This report includes practical and illustrated solutions to mitigate collisions and electrocution risks in operation lines (including safe pylons, insulators and cables, to be applied, especially in new lines) and indicated procedures to reduce casualties in operational and planned lines. Some of these guidelines were implemented during the execution of the LIFE project "Improvement of Bird Habitats and Renewal of Electricity Network", that started in July 2001. This was the first and most substantial project in Italy aiming to reduce the dangers created by the power lines in a region of great natural significance: the Po Delta Regional Park, in Emilia-Romagna. In this area, approximately 110 kilometres of power lines were gradually replaced by new facilities that both safeguarded the ecological needs of birds using the Delta and ensured full efficiency of the electricity supply system. The project focused on 340 kilometres of high and medium voltage power lines implemented at the Po Delta Park, 35% of this line extension was located in critical areas for birds. Some of the mitigation measures included the erection of artificial nesting platforms (for White Storks and Ospreys) and the installation of white and red spirals (placed 18-20 metres apart) along the wires to make them more visible for flying birds. Of the 26 on-site actions planned, 14 involved the complete or partial burial of the line.

In Spain, the main mitigation measure implemented to avoid collisions consists of the placement of bird flight diverters (Murillo, 2003; Gil del Pozo & Roig, 2003; Palacios & García-Baquero, 2003). To a lesser extent cables have been buried in areas with high risks for birds or the number of collision planes has been reduced by the reduction of the number of conductors placed vertically (Compañía

Sevillana de Electricidad, Iberdrola & REE, 1995; Palacios & García-Baquero, 2003). Some experiments have been performed to determine which measures are most effective, focussing on those bird species most vulnerable to collisions.

An experiment using raptor models (realistic Golden Eagle statue and Accipiter silhouettes) placed on top of utility towers was carried out to test the effect of such models on bird flight behaviour (and on collision risk). The number of flocks, number of crossings and flight heights were not affected by the models. Potential collision victims such as waterbirds, storks and lapwings were indifferent to the models. Raptors frequently attacked the models, increasing their collision risk (Janss et al., 1999).

Alonso et al. (1993, 1994) evaluated the effectiveness of ground wire marking as a method of reducing bird mortality through collision at a transmission line in Southern Spain. Flight intensity and collision frequency decreased by 60% both at marked spans compared to the same spans prior to marking. After marking, the frequency of birds flying between the cables decreased, while that of birds flying above the line increased.

Janss & Ferrer (1998) tested the efficiency of three different marker types by comparing mortality below marked spans to unmarked spans along the same power line. A spiral (30 x 30 cm) reduced collisions by 81%, but not significantly for Common Crane. Black crossed bands (35 x 5 cm) were also effective (76% reduction), but not for Great Bustard. The third marker, consisting of thin black stripes (70 x 0.8 cm) did not reduce mortality.

Also in Portugal, mitigation of bird collisions mainly involves placing marking devices in power line sections in areas with high collision risk for birds. When it is no option to relocate power lines from important or critical bird areas, these lines are subjected to the enforcement of mitigation measures, such as the reduction of number of collision planes (number of conductors placed vertically) or the use of technologies that increase the visibility of the conductors. For example, conductor visibility can be increased by applying bird flight diverters, such as "large spirals" every seven meters in medium voltage power lines or every five meters in high and very high voltage power lines. Currently, different devices are being compared and tested for their efficiency. The preliminary results confirm that small static bird flight diverters or spirals (so called 'pig tails') are the less efficient devices, whilst dynamic 'swinging plates' or 'flappers' with luminescent plates, so-called FireFly BFDs, show the greatest effectiveness.

The use of the low efficient spirals is currently under revision and stakeholders involved in the abovementioned protocols consider its abandonment (information from returned questionnaire Portugal; J. Loureiro, ICNB, in litt.).

3.3 Reducing Avian Collisions with Power Lines (APLIC, 2012)

I tabellen under er relevante studier fra APLIC (2012), som ikke allerede inngår i tabell 3-1, listet opp. Dette omfatter stort sett studier fra perioden 2004 til 2012.

Tabell 3-2. Oppsummering av studier som har testet ulike merkemetoder for å redusere kollisjonsfrekvensen mellom fugler og kraftledninger. Hentet fra APLIC (2012).

År	referanse	Type markør	Farge	Størrelse (cm)	Avstand (m)	Prosent reduksjon
2008	Yee	FireFly	Selvlysende	9x15	5	60%
2009	Murphy et al.	FireFly	Gul/oransje	9x15	12	Ca. 50%

3.4 Electrocutions & Collisions of Birds in EU Countries: The Negative Impact & Best Practices for Mitigation (RPS, 2021)

Dangerous Types of Powerlines

More important than the voltage level is the location of the construction relative to bird habitats or

main migration routes. Although different bird species fly at different heights above the ground, there is a prevailing consensus that the lower power line cables are to the ground, the better they are for preventing bird collisions. There is also a consensus that reduced vertical separation of cables is preferred, as it poses less of an "obstacle" for birds to collide with. Horizontal separation of conductors is therefore preferred (Prinsen et al, 2011).

Collisions can be observed most frequently in areas where the power lines cross the feeding and nesting biotopes used by large bird populations. Even if the power lines are just in the vicinity of those areas, there is still high probability of numerous collisions (Wallace et al. 2005, Andriushchenko & Popenko 2012), especially near places used for taking off and landing. The environmental conditions of the site influencing the degree of collision risk are, above all, the character and composition of the landscape. Open, flat land with low vegetation enables birds to fly low and close to the terrain, seeking out sources of food and resting places. In such open habitats, no vertical obstacles or linear structures in the air would be naturally present and are thus not "learned" by relevant bird species. As a result, they may tend not to notice potential obstacles such as electric power lines. Furthermore, birds have a general tendency to look downwards, and thus for certain species, the space ahead of them becomes a so-called blind zone (Martin 2011, Martin & Shaw, 2010).

The principal technical parameters affecting the degree of risk represented by a power line are the thickness of the cables, the height of the line and the number of parallel lines. Higher lines probably increase the risk of collision. Not only do the birds have to overcome a higher barrier, but relatively often they then collide with the thinner earth wire, which is found at the very top of higher tension distribution and transmission lines to protect them from lightning strikes.



Figur 3-1. De tynne topplinene representerer en større kollisjonsrisiko enn de mer synlige faselederne. Dette eksemplet er hentet fra 420 kV Fardal – Ørskog (som er en duplex-ledning).

Thus, in trying to avoid the visibly thicker live cables by flying over them, birds often fly into the practically invisible earth wire above them. Denser networks of parallel power lines are more visible to birds, so they manage to react to the obstacle earlier (Drewitt & Langston 2008, Bevanger 1995), and they can usually fly over sets of parallel lines with a single soar. Data provides a strong correlation that proximity to bird habitats (e.g., rivers and water bodies, coasts, extensively used lowlands) or main migration routes is a more important factor than voltage.

Mitigation Measures & Prevention of Collisions

When hazardous power lines cannot be put underground, marking the lines is one of the best solutions

and has become the preferred mitigation option worldwide (Morkill & Anderson 1991, Brown & Drewien 1995). A wide range of potential line marking devices has evolved over the years, including avian balls, swinging plates, spiral vibration dampers, strips, ribbons, tapes, plates, flags and crossed bands (APLIC, 2012). The effectiveness of marking lines has varied widely across studies, with primary factors being habitat, bird species, season as well as type and configuration of power lines. Barrientos et al. (2011) reviewed 21 wire marking devices and concluded that wire marking reduced bird mortality by 55–94%. Understanding the nature of bird collisions is essential for minimising them. To date, fewer studies have attempted to reduce avian collisions with distribution power lines, and more attention has been paid to transmission power lines (De La Zerda & Rosselli 2002, Sporer et al. 2013, Yee 2008).

In infrastructure planning, risk can be entirely removed by routing power lines to avoid sensitive bird areas in the first place. Once infrastructure exists, line modification is the other known approach. Line modification can take several forms, which can be broadly divided into three categories: those which make power lines less of an obstacle for birds to collide with; those which keep birds away from the power line; and those which make the power line more visible (Prinsen et al. 2011).

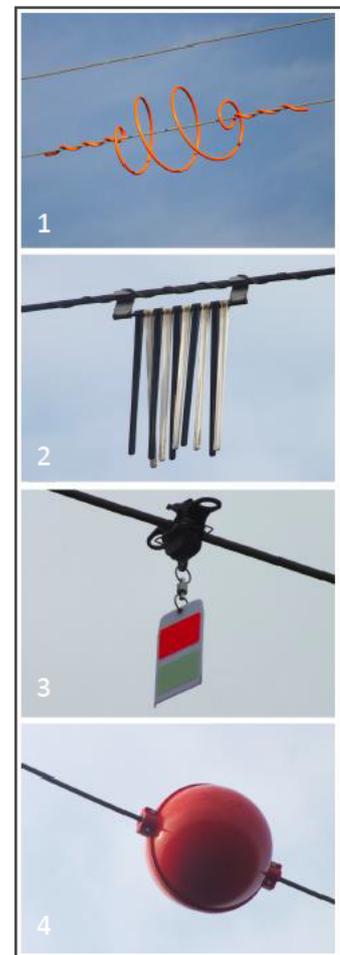
1) Line design or configuration – less of an ‘obstacle’ to flying birds

Birds are believed to collide most often with the earth or shield wire (the thinnest wire at the top of the power line structure). At close range, birds recognise the relatively thick conductor cables and perform obstacle avoidance maneuvers that can lead them crashing into the thin shield wire. Removing this wire or designing power lines from the outset without this wire is therefore a potential collision mitigation measure. However, since these wires are used to protect the infrastructure from lightning, this is unlikely to be a widely used measure unless a viable alternative for lightning protection is developed. Reducing the height and the number of pylon levels (and therefore number of vertical obstacles) lowers the collision risk. Often, low and medium voltage supply lines use well insulated cables, directly attached to support poles, which is the second-best solution. Collision risk is minimised, because the highly visible black cables replace a number of conductor wires.

2) Line marking – making lines more visible to birds

Line marking is the best solution for making the cables more visible to birds in flight. The presence of bird flight diverters is associated with a decrease in collision mortality (Brown & Drewien 1995, Sporer et al. 2013). The placement of various designs of diverter devices on wires has shown to effectively reduce bird collisions by between 55–94% (Barrientos et al. 2011) and has become the preferred mitigation option worldwide. A wide range of potential line marking devices has evolved over the years, including: spheres, swinging plates, spiral vibration dampers, strips, SWAN-FLIGHT Diverters (1), FireFly Bird diverters (3), bird flappers, aerial marker spheres, ribbons, tapes, flags, fishing floats, aviation balls (4) and crossed bands.

There is a large amount of literature available on efficiency of such marking devices in mitigating collision mortality. Some examples from the African-Eurasian Flyways region are presented in the AEWA/CMS International Review on Bird-Power Line Interactions (Prinsen et al 2011). Spacing recommendations vary depending on species considerations, environmental conditions, line location, and engineering specifications (e.g., pylon construction and statics, wind and ice loading, conductor size, and the presence or absence of the shield wire). In general, intervals of 5 to 30 m have been most



commonly used and are recommended for all markers (APLIC 2012).

Some of the installed devices tested have proved not to be effective in preventing collision. In Germany, orange, yellow and red diverters have been reported as non-effective, especially if they don't move (e.g. spirals) or if they are too small. Many bird species do not see colour the same as humans do, or their colour vision does not work in the dark. In Portugal, simple spirals or pigtails diverters, either grey or alternated colors red and white, were observed as ineffective. These devices have shown to have low efficiency in reducing collision mortality (on average not more than 18%); even though the colours are better than the grey, they are not visible enough by the birds.



Short life span of some wire markers (due to extreme weather or poor quality of materials used) has been one of many problems reported in Spain, as parts of or entire markers have fallen down. Another issue recorded is the maximum general effectiveness of 60%, and different effectiveness for each bird species, e.g. the great bustard. Testing of markers has not been performed systematically and results from long term monitoring studies are not yet available. Bird diverters have often been installed on several sections of power lines, without their effectiveness being evaluated (e.g., in Croatia, Czech Republic, France, Latvia, Luxembourg, Poland).

Positive experiences and high effectiveness of marking devices in mitigating collision mortality have, however, prevailed. In Austria, several effective types of bird diverters were used in the past: e.g. double black and white aviation marker balls and marker plates (alternating in contrast between black and white). Five years after underground cabling and marking of power lines within core areas of the West-Pannonian distribution range of the great bustard, the population was already subject to a significantly decreased mortality rate (Raab et al. 2012). In recent years, the hard plastic black & white RIBE strip diverters have begun to be used on high voltage power lines.



Highest contrast bird diverters, black and white flapping diverters and FireFly markers have led to the greatest reduction in mortality (up to 90%) in Germany. As of recently, testing of a drone-adjustable system for FireFly diverters has been underway in Hungary. Black & white RIBE strip diverters, BirdMark Afterglow, and different aerial balls are other effective products used in Hungary, showing different project results (see Raab et al. 2012).

Rotating FireFly Bird Diverters and rubber strap devices seem to be effective in Portugal. These devices have shown good to very good effectiveness in reducing collision mortality (on average more than 65%), even though the samples were not enough to have significant results. Rotating devices seem to be the best and they are the only satisfactory device for steppe land birds, especially great bustards.

In 2016, RPS carried out a first short monitoring scheme into the effectiveness of the BirdMark device in Slovakia. The diverter was tested by observing the reactions of swans and an effectiveness of 92% was confirmed by comparing the number of individuals flying above to the number of collisions. Within the project LIFE Energy (www.lifeenergia.sk), bird flight observations and carcass searches were carried out along distribution power lines in Slovakia. 77 km of 22 kV and 110 kV lines were marked on a total of 108 sections to evaluate the effectiveness of three types of bird flight diverters (FireFly Bird Diverter, RIBE Bird Flight Diverter and SWANFLIGHT Diverter). Numbers of carcasses were compared before and after installation of the devices and reaction distances on marked power lines were surveyed. A 94% reduction (93 vs. 6) was observed in the number of fatalities after line marking (June 2016 - June 2019), compared to before installation (December 2014 - February 2016). A 2,296 flight reactions were observed and an estimated total of 41,885 individuals (57 bird species belonging to 13 orders) were recorded with their reactions to marked lines in the period 06/2016–06/2019 (Gális & Ševčík 2019).

One positive and very important fact is that only some parts of potentially dangerous lines are responsible for the majority of killed birds. These sections need to be identified and treated with proper mitigation measures. RPS prepared a special methodology (Šmídt, Hapl & Gális 2019) aimed at classifying power lines according to the risk they present. The identification of those power lines with the highest risk of possible bird collision requires easily accessed biological, technical, and landscape information of power line orientation relative to the important migration routes of birds, the effect of nearby tree growth (when higher than the evaluated power lines), as well as the complexity of the landscape relief.

Attaching bird flight diverters to the wire has proved to reduce, but not eliminate collisions in Spain. The best results have been had with luminous anti-collision devices, such as the Swedish FireFly Bird Diverters (as recommended by contacts in Belgium, Bulgaria, Lithuania, Romania and Sweden), as well as the black and white flapping RIBE diverter (recommended by contacts in Germany, Hungary and Slovakia). Due to the cost of marking devices, preliminary monitoring to identify hotspots where these markers are most needed should be realised. It is also important to highlight the fact, that every additionally fixed diverter causes high financial implications in case of any retrofitting mitigation, especially on an already working transmission power line system in comparison to marking of power lines during the process of construction.

Furthermore, it would be worthwhile to investigate new flight diverters (including non-visual devices).

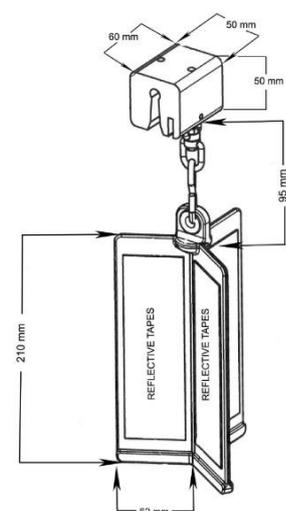
3) Burying power lines

If cases where power lines must be constructed - e.g., because no alternative routing is possible - then burying them underground offers the best solution against bird electrocution and collisions. For example, in Bulgaria, a 43 km stretch of overhead power line was replaced by an underground cable, as the most effective and longlasting solution. Although this has relatively seldom been implemented for any significant length of line, mainly due to the technical and financial challenges (estimated at 3 to 20 times more expensive – in at least certain parts of Europe, it does appear that burying power lines is more widely practised). The process of placing low voltage utility and medium voltage distribution lines underground has been completed in the Netherlands and is currently being carried out in Belgium, the United Kingdom, Norway, Denmark and Germany, and hence the severity of the electrocution problem is reducing in these regions (Prinsen et al. 2011).

3.5 En nyere spansk studie (Ferrer m.fl, 2020)

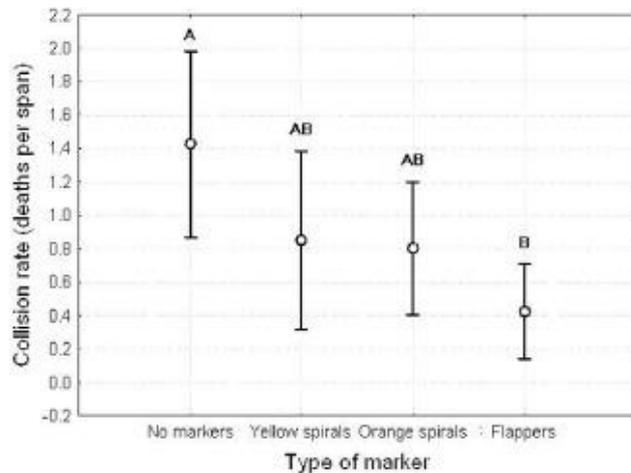
I en nylig spansk studie (Ferrer m.fl, 2020) ble det testet tre ulike typer av ledningsmarkører/fugleavvisere på tre ulike 400 kV kraftledninger som til sammen omfattet 133 luftspenn. I denne studien ble markørene festet på to parallelle jordingskabler med 10 meter avstand. Markørene på den ene kablen var forskjøvet med 5 meter, slik at det visuelt sett (for fuglene som nærmert seg ledningen) fremsto som om horisontalplanet til ledningen var merket for hver 5. meter. Resultatene fra studien er oppsummert under:

Here, we investigated the efficacy of three types of flight diverters in reducing avian collision with power lines: yellow spiral, orange spiral, and flapper (see figure to the right), additionally we used unmarked spans as a control. We recorded bird collisions and estimated removal rates of bird casualties by scavengers in three different 400 kV transmission lines comprising 133 spans in southern Spain. A total of 131 dead birds from 32 species were found. The power line and the type of marker significantly affected avian mortality. The flapper flight diverter was responsible for a 70.2% lower mean avian mortality rate (95% Confidence Interval: 50–90%), followed by the orange spiral (mean = 43.7%, CI = 15.8–71.6%) and the yellow spiral (mean = 40.4%, CI = 2.8–78%), compared to control



Bruk av fugleavvisere

spans. Flappers were the only marker that showed greatest reduction in relation to non-marked spans. The flapper flight diverter showed the highest reduction in mortality and the narrowest confidence interval when tested in different environmental conditions, and thus may serve as a better alternative to the more commonly used spiral flight diverters.



Figur 3-2. Effekten av tre ulike typer linjemarkører fra en studie i Spania i 2020.

4 KRYSSING AV STABBURSDALEN MED NY 420 KV

4.1 Alternativer

4.1.1 Dagens situasjon (0-alternativet)

Det går i dag en 132 kV ledning og en 66 kV ledning gjennom nedre deler av Stabbursdalen (se figurene under), samt en 22 kV ledning som går parallelt med E6. Ingen av disse ledningene er merket med markører/fugleavvisere. Mastene på 132 og 66 kV ledningene står stedvis side om side, mens de andre steder er forskjøvet noe i forhold til hverandre. Dette innebærer stedvis ulik høyde på ledningene, noe som øker kollisjonsrisikoen.



Figur 4-1. Eksisterende 132 + 66 kV ledninger.



Figur 4-2. Eksisterende 132 + 66 kV ledninger. Her står mastene ikke side om side, slik at man får kabler i ulike høydenivåer.

4.2 Ny 420 kV ledning

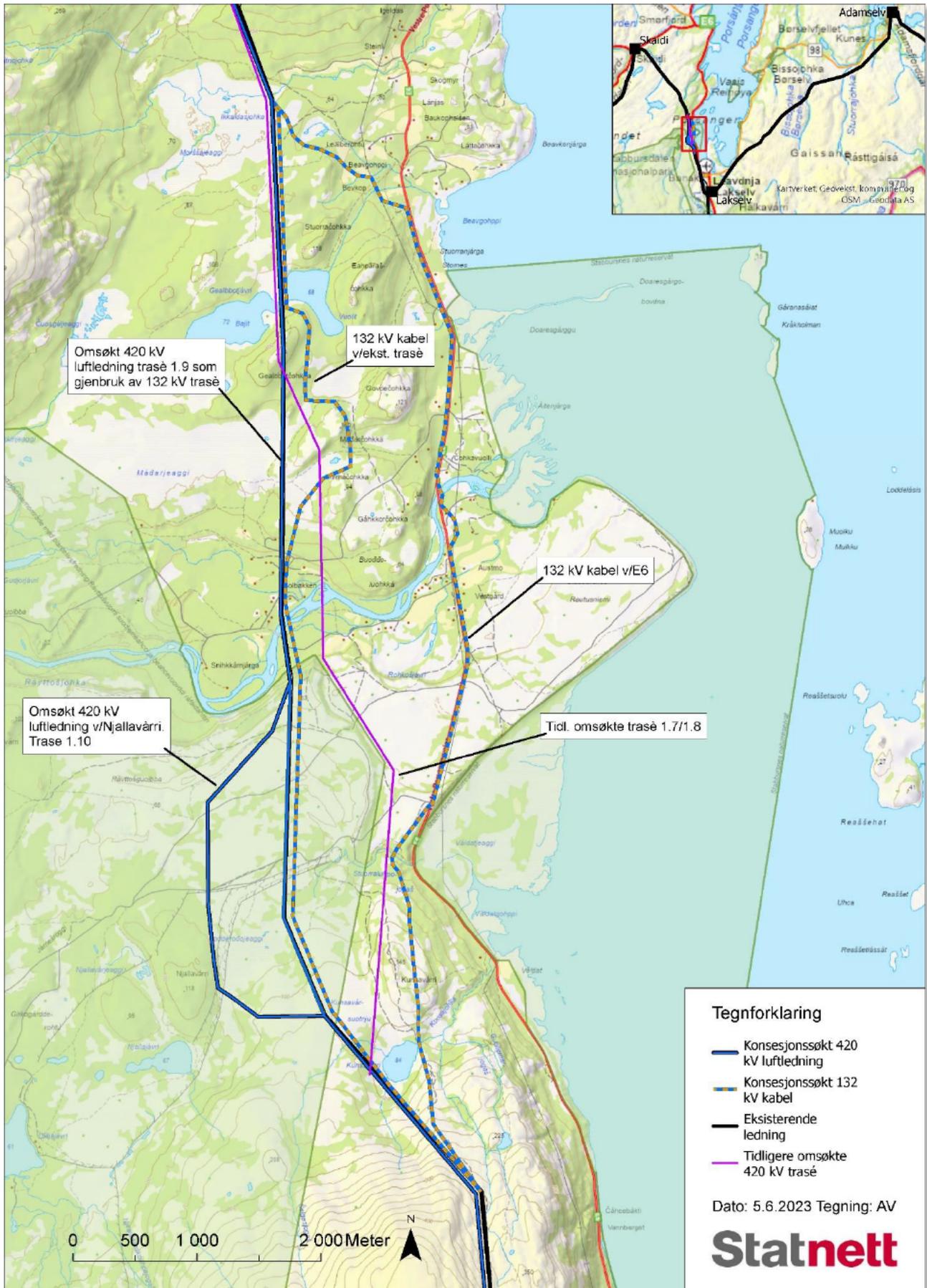
Dette alternativet innebærer bygging av ny 420 kV ledning enten iht. tidligere omsøkt trasè (alt. 1.7/1.8), i dagens omsøkte trasè (alt. 1.9) eller i justert trasè (alt. 1.10). Videre innebærer tiltaket at at:

- Ny 420 kV ledning bygges uten toppline (denne legges som jordkabel i grøft). Faselederne merkes med markører/fugleavvisere (se kapittel 4-3).
- Dagens 132 kV ledning kables, sammen med topplina på 420 kV ledningen, enten parallelt med E6 eller langs eksisterende 132 kV trasè (se figur 4-3).
- Eksisterende 66 kV ledning gjennom Stabbursdalen saneres (rives).

Kollisjonsrisikoen for fugl vil avhenge av en rekke faktorer (se bl.a. Lislevand, 2004), deriblant:

- De ulike artenes flygedyktighet (vingelast / wing loading)
- Kraftledningens beliggenhet (avstand) i forhold til viktige funksjonsområder for fugl
- Topografi, terreng og vegetasjon langs ledningen
- Lys-/siktforhold (varierer både med værforhold og gjennom døgnet)
- Faselederens høyde over bakken
- Linjekonfigurasjon i det vertikale planet
- Om man har separate faseledere (simplex) eller samler de i grupper (duplex/triplex)
- Diameteren på faselederne
- Forekomst av jordline over faselederne

Bruk av fugleavvisere



Figur 4-3. Aktuelle utbyggingsalternativer.

Bruk av fugleavvisere

I tabell 4-1 har vi vurder de ulike risikomomentene knyttet til ny 420 kV ledning opp mot dagens situasjon (0-alternativet). Skalaen som er benyttet er som følger:

Effekt	Symbol
Betydelig forbedring ift. 0-alt	++
Noe forbedring ift 0-alt.	+
Ingen vesentlig endring ift 0-alt.	0
Noe forverring ift. 0-alt.	-
Betydelig forverring ift. 0-alt.	--

Tabell 4-1. Vurdering av ulike påvirkningsfaktorer, sett opp mot dagens situasjon (0-alternativet).

Risikofaktor	Alternativ			Kommentar
	1.7/1.8	1.9	1.10	
Avstand til Valdakmyra	-	0	+	Størst mulig avstand er trolig en fordel. Omtrentlig avstanden til Valdakmyra er hhv. 0,45 km (1.7/1.8), 1,3 km (1.9) og 2,0 km (1.10)
Type område / habitat	0	0	0	Flatt, åpent terreng med lav vegetasjon øker trolig kollisjonsrisikoen noe (jf. RPS, 2021).
Antall kraftledninger	+	+	+	En ny 420 kV istedenfor dagens 132 + 66 kV ledninger gir færre kollisjonspunkt.
Høyde på kablene	-	-	-	Ny 420 kV blir 4 m høyere enn eks. 132 kV ledning.
Vertikal separasjon av kablene	+	+	+	Ny 420 får kabler i ett plan (topplina legges i grøft). Eks 132 og 66 kV ledninger er stedvis noenlunde i plan og stedvis ikke i plan (jf. figur 4-2).
Antall kabler	+	+	+	Ny 420 kV har tre kabelsett (duplex). Eks. 132 og 66 kv har til sammen 6 separate kabler (2 x 3 stk).
Diameteren på faselederne	+	+	+	Ny 420 kV har større kabelverrsnitt (34 mm) enn eks. 132 kV (27,4 mm) og 66 kV (17,2 mm), i tillegg til at 420 kV ledningen er en duplex-ledning (to kabler per kabelsett). Dette øker kablernes synlighet.
Fjerning av toppliner*	0	0	0	Fjerning av toppliner har blitt vist å redusere kollisjonsfrekvensen med 48% (Beaulaurier 1981) og 51 % (Bevanger & Brøseth 2001).
Merking av kablene	++	++	++	Ny 420 kV foreslås merket med FireFly, svarte og hvite RIBE markører eller tilsvarende (se også kapittel 4.3).
Rangering	3	2	1	Bygging av en ny 420 kV ledning merket med markører/ fugleavvisere, hvor topplina og eks. 132 kV er kablet samt at eks. 66 kV er revet, vil høyst sannsynlig medføre en betydelig reduksjon (trolig opp mot 80-90%) i kollisjonsrisikoen for fugl, sammenlignet med dagens situasjon.

* Dette er et tiltak som vil kunne halvere kollisjonsrisikoen for en ny 420 kV ledning, sammenlignet med en «standard» 420 kV ledning med toppliner, men siden eks. 132 og 66 kV ledninger heller ikke har toppliner, vurderes effekten av tiltaket som *ingen vesentlig endring (0)* i forhold til dagens situasjon.

4.3 Oppsummering og anbefaling

Basert på foreliggende studier, vurderes de foreslåtte tiltakene å medføre en betydelig reduksjon i kollisjonsrisikoen for fugl, trolig opp mot 80 - 90% sammenlignet med dagens situasjon, forutsatt

Bruk av fugleavvisere

bruk av riktig type markør. Tiltakene vil imidlertid ikke eliminere kollisjonsrisikoen helt (kun kabling av alle ledninger vil kunne bidra til dette).

Det vil være svært viktig å dra vekslers på de erfaringene som er gjort mtp. effekter av ulike typer markører og avstand mellom markørene. Spiraler («grisehaler») i ulike farger har vist seg å være vesentlig mindre effektive enn store, gjerne bevegelige markører, med kontrastfarge (type FireFly, svarte og hvite RIBE-markører o.l.). Flest kollisjoner skjer normalt midt på luftspennet, siden de fleste arter unngår å krysse kraftledninger nær selve mastepunktene. Dette tilsier at man kan vurdere å ha kort avstand mellom markørene midt på spennet, eksempelvis 5 m (som enkelte produsenter anbefaler). Hvis man i tillegg forskyver markørene på den ene fasen med 2,5 m, vil det for fugler som nærmer seg luftspennet fremstå som om kablens horisontalplan er merket for hver 2,5 m. Nærmere mastepunktene kan man evt øke avstanden til 10 m (med faseforskyvning fremstår da avstanden som 5 m), hvis det er tekniske grunner til at man bør begrense antall markører. Hvis ikke, anbefales det å bruke 5 meters avstand helt inntil mastepunktene.

Det er også svært viktig at man overvåker tilstanden til markørene jevnlig, og bytter ut markører som av ulike grunner ikke lenger fungerer optimalt. Jevnlig ettersyn vil med andre ord være påkrevd.

KILDER/REFERANSER (SE OGSÅ VEDLEGG 1)

Avian Power Line Interaction Committee (APLIC). 2012. Reducing Avian Collisions with Power Lines. The State of the Art in 2012.

https://www.aplic.org/uploads/files/15518/Reducing_Avian_Collisions_2012watermarkLR.pdf

NINA. Optimal design and routing of power lines; ecological technical and economic perspectives (OPTIPOL). Final Report, findings 2009 – 2014.

<https://www.nina.no/archive/nina/PppbasePdf/rapport/2014/1012.pdf>

Pavón-Jordán, D., Stokke, B. G., Åström, J., Kjetil Bevanger, Øyvind Hamre, Ellen Torsæter, Roel May. Do birds respond to spiral markers on overhead wires of a high-voltage power line? Insights from a dedicated avian radar. *Global Ecology and Conservation*, Volume 24, 2020, e01363, ISSN 2351-9894:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351989420309045>

ROBIN 3D Flex Radar System

<https://conservationnamibia.com/articles/birds-and-power-lines-2022.php>

Silva, F. Moreira, Bird collisions with power lines: State of the art and priority areas for research, *Biological Conservation*, Volume 222, 2018, Pages 1-13, ISSN 0006-3207:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0006320717317925>

Galis, Marek & Ševčík, Michal. (2019). Monitoring of effectiveness of bird flight diverters in preventing bird mortality from powerline collisions in Slovakia. *Raptor Journal*:

https://www.researchgate.net/publication/339403552_Monitoring_of_effectiveness_of_bird_flight_diverters_in_preventing_bird_mortality_from_powerline_collisions_in_Slovakia

Harness, Richard & Dwyer, James & Pandey, Arun. (2019). Near-ultraviolet light reduced Sandhill Crane collisions with a power line by 98%. *The Condor*. 121. 10.1093/condor/duz008:

https://www.researchgate.net/publication/333903783_Near-ultraviolet_light_reduced_Sandhill_Crane_collisions_with_a_power_line_by_98

Ferrer, M., Morandini, V., Baumbusch, R., Muriel, R., De Lucas, M. & Calabuig, C. *Efficacy of different types of "bird flight diverter" in reducing bird mortality due to collision with transmission power lines*. *Global Ecology and Conservation*, Volume 23, 2020, e01130, ISSN 2351-9894: