



Rapport

Merking av kraftledninger i regionalnettet med fugleavvisere

OPPDRAKSGIVER

Glitre Nett AS

EMNE

Eiker-Flesaker: Merking av kraftledninger i regionalnettet med fugleavvisere

DATO / REVISJON: 01.07.2026 /00

DOKUMENTKODE: 10269905-01-RIM-RAP-004





Dette dokumentet har blitt utarbeidet av Multiconsult på vegne av Multiconsult Norge AS eller selskapets klient. Klientens rettigheter til dokumentet er gitt i den aktuelle oppdragsavtalen eller ved anmodning. Tredjeparter har ingen rettigheter til bruk av dokumentet (eller deler av det) uten skriftlig forhåndsgodkjenning fra Multiconsult med mindre annet følger av norsk lov. Multiconsult påtar seg intet ansvar for bruk av dokumentet (eller deler av det) til andre formål, på andre måter eller av andre personer eller enheter enn det som er godkjent skriftlig av Multiconsult. Deler av dokumentet kan være beskyttet av immaterielle rettigheter og/eller eiendomsrettigheter. Kopiering, distribusjon, endring, behandling eller annen bruk av dokumentet er ikke tillatt uten skriftlig forhåndssamtykke fra Multiconsult eller annen innehaver av slike rettigheter med mindre annet følger av norsk lov.



Rapport

OPPDRAAG	Detaljplan Eiker 132 kV ledninger	DOKUMENTKODE	10269905-01-RIM-RAP-004
EMNE	Merking av kraftledninger i regionalnettet med fugleavvisere	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Glitre Nett AS	OPPDRAAGSLEDER	Lars Smeland
KONTAKTPERSON	Heidi Smisethjell Weberg	UTARBEIDET AV	Håkon Gregersen
		ANSVARLIG ENHET	FE Sør

SAMMENDRAG

Dette notatet beskriver hvordan Glitre Nett skal oppfylle punkt 7 i konsesjonsvilkår, NVE 202303971-95, og er en plan for merking av kraftledninger av hensyn til kollisjonsutsatte arter av fugl på strekningene Eiker transformatorstasjon - Flesaker transformatorstasjon, samt fra Flesaker transformatorstasjon og forbi Hegstad. Planen omfatter både tekniske beskrivelser av eksisterende 66 kV ledning, nye og omlagte 132 kV ledninger, kunnskapsgrunnlag om fuglekollisjoner og konkrete anbefalinger for merking.

Glitre Nett bygger om og etablerer nye 132 kV-ledninger mellom ny Eiker transformatorstasjon og Flesaker transformatorstasjon, samt mellom M6 Eiker og Eiker transformatorstasjon. Flere kraftledningstraseer legges parallelt med Statnetts nye kraftledninger. NVE krever at toppliner og minst én faseleder merkes for å redusere risikoen for fuglekollisjoner. Planen avgrenser seg til merking på strekningene mellom Eiker og Flesaker, samt fra Flesaker og forbi Hegstad

Kraftledninger er en betydelig dødsårsak for mange fuglearter, særlig vannfugl, skogsfugl og rovfugl. Kollisjoner er langt vanligere enn elektrokusjon for 132 kV kraftledninger. Toppliner er tynnere og mindre synlige, og står for flest kollisjoner. Flyhøyder varierer mellom arter, men mange flyr i høyder som overlapper med høyden til fase- og toppliner på kraftledningene i området. Studier viser at flappermarkører (f.eks. FireFly) reduserer kollisjoner med opptil 70–90 %. Spiraler («grisehaler») gir 40–60 % reduksjon og er dermed mindre effektive.

Våren 2026 er det gjennomført omfattende feltregistreringer av fugl langs de omsøkte kraftledningstraséene. Store mengder vann-/våtmarksfugl (ender, gjess, svaner og traner) bruker området ved Dørja og Fiskumvannet. Fugler flyr ofte lavt og krysser dagens kraftledninger i høyder som gjør dem utsatt for kollisjon. Det ble funnet en død sangsvane og en død tiur i området, trolig kollisjonsrelatert. Rovfugl som sivhauk, musvåk og tårnfalk bruker mastene som utkikkspunkter.

Det fins et omfattende kunnskapsgrunnlag om kollisjoner mellom fugler og kraftledninger. Samtidig er det skaffet til veie mye kjennskap om fugler i influensområdet for tiltaket, gjennom kartlegginger vinter, vår og forsommer 2026. På bakgrunn av dette anbefales det at alle strekninger mellom Eiker transformatorstasjon og Flesaker transformatorstasjon merkes, men i ulik grad. Tabell 0 nedenfor oppsummerer hvordan merkingen skal utføres.

Anbefalt avstand for merkingen er 5 meter mellom markører for spiraler («grisehaler») og 10 meter for flappermarkører. Markører bør forskyves mellom linenivåer, med 2,5 meter overlapp. Årlig inspeksjon og utskifting av defekte markører er nødvendig. Evaluering av fugleavvisertiltakene anbefales, og supplerende tiltak bør igangsettes, dersom tiltakene ikke har forventet effekt.

00	01.07.2026	Sluttleveranse	HG	KM	LARSSM
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

Tabell 0: Sammenstilling av merking av kraftledningene med fugleavviser.

Kraftledning	Tiltak
66 kV Flesaker-Stengelsrud	Topplinen og alle faseliner merkes med flappermarkører på strekningen fra Flesaker transformatorstasjon til én (1) mast forbi vinkelmasten ved Hegstad, dvs. til masta rett vest for Søndre Hegstad. Dette innebærer at kraftledningen merkes på hele strekningen der den går over dyrka mark.
132 kV Eiker-Kjenner	Topplinen merkes med «grisehaler» på hele strekningen fra Eiker transformatorstasjon til eksisterende endemast ved Flesaker transformatorstasjon. På strekningen mellom M11 og eksisterende endemast ved Flesaker transformatorstasjon merkes alle de ytterste (sørligste) faselinene med «grisehaler».
132 kV Eiker-Flesaker	Topplinen merkes med «grisehaler» på hele strekningen fra Eiker transformatorstasjon til Flesaker transformatorstasjon. Kraftledningen/faselinene merkes ikke ut over dette, siden ledningen ligger midt mellom 132 kV Eiker - Kjenner og 420 kV ledningene til Statnett.



INNHOLDSFORTEGNELSE

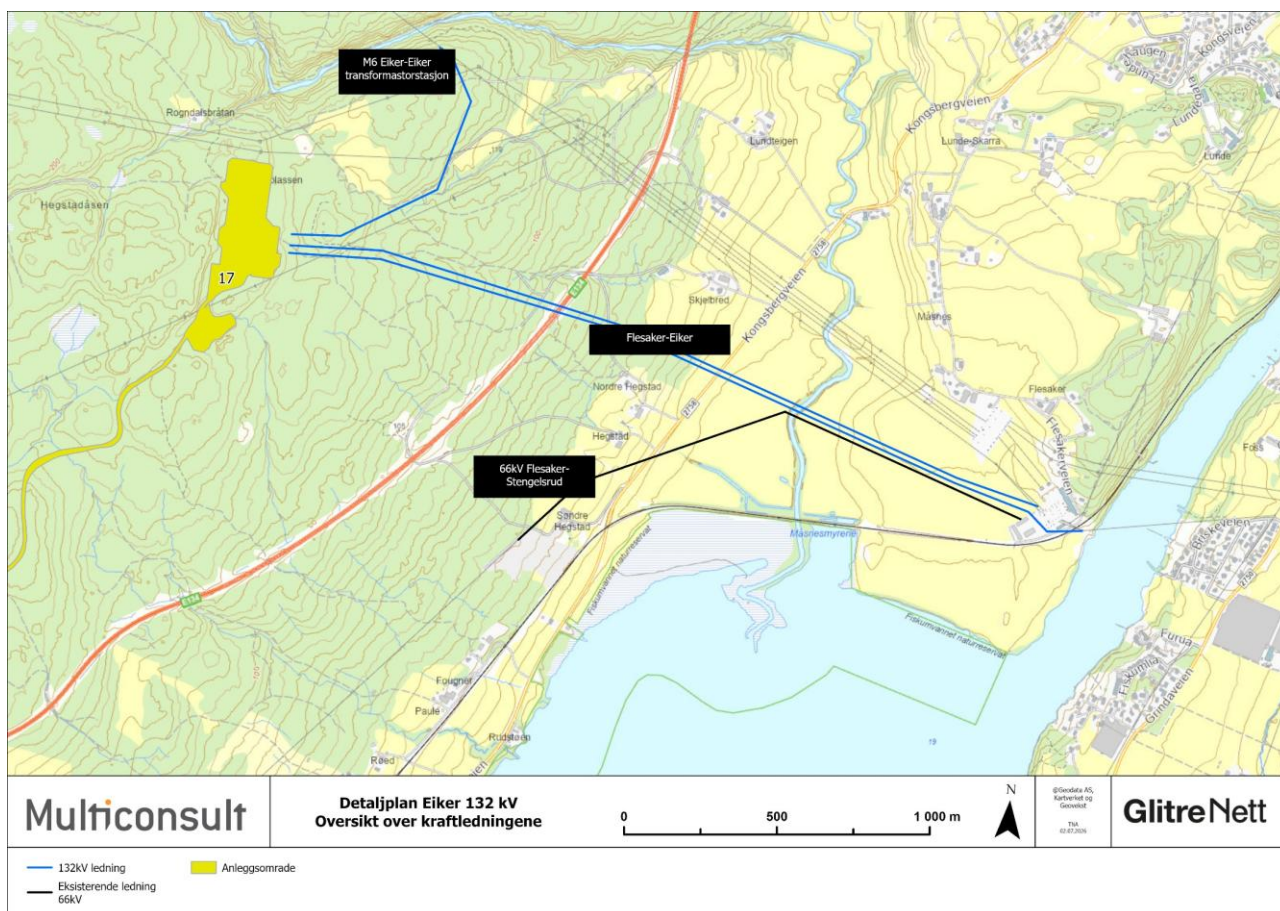
1	Innledning.....	6
1.1	Tiltaksbeskrivelse.....	6
1.2	Konsesjonsvilkår	9
1.3	Kort om fugl og kraftledninger	9
1.4	Relevans for tiltaket.....	10
1.5	Merking med fugleavvisere, linekonfigurasjon og linehøyde.....	11
2	Foreløpige erfaringer fra feltarbeid 2026.....	15
3	Merking med fugleavvisere.....	17
4	Litteratur og bakgrunns litteratur.....	20

1 Innledning

Multiconsult har fått i oppdrag å lage en plan for merking med fugleavvisere av de nye 132 kV kraftledningene fra ny Eiker transformatorstasjon til eksisterende Flesaker transformatorstasjon, samt for den eksisterende 66 kV kraftledningen Flesaker -Stengelsrud på strekningen Flesaker forbi Hegstad. Hensikten med merkingen er å redusere de negative effektene av eksisterende kraftledning og de nye kraftledningene på naturverdiene i Fiskumvannet naturreservat i Øvre Eiker kommune. NVE har i sin anleggskonsesjon (NVE 202303971-95) stilt krav om slik merking, jf. kap. 1.2 nedenfor.

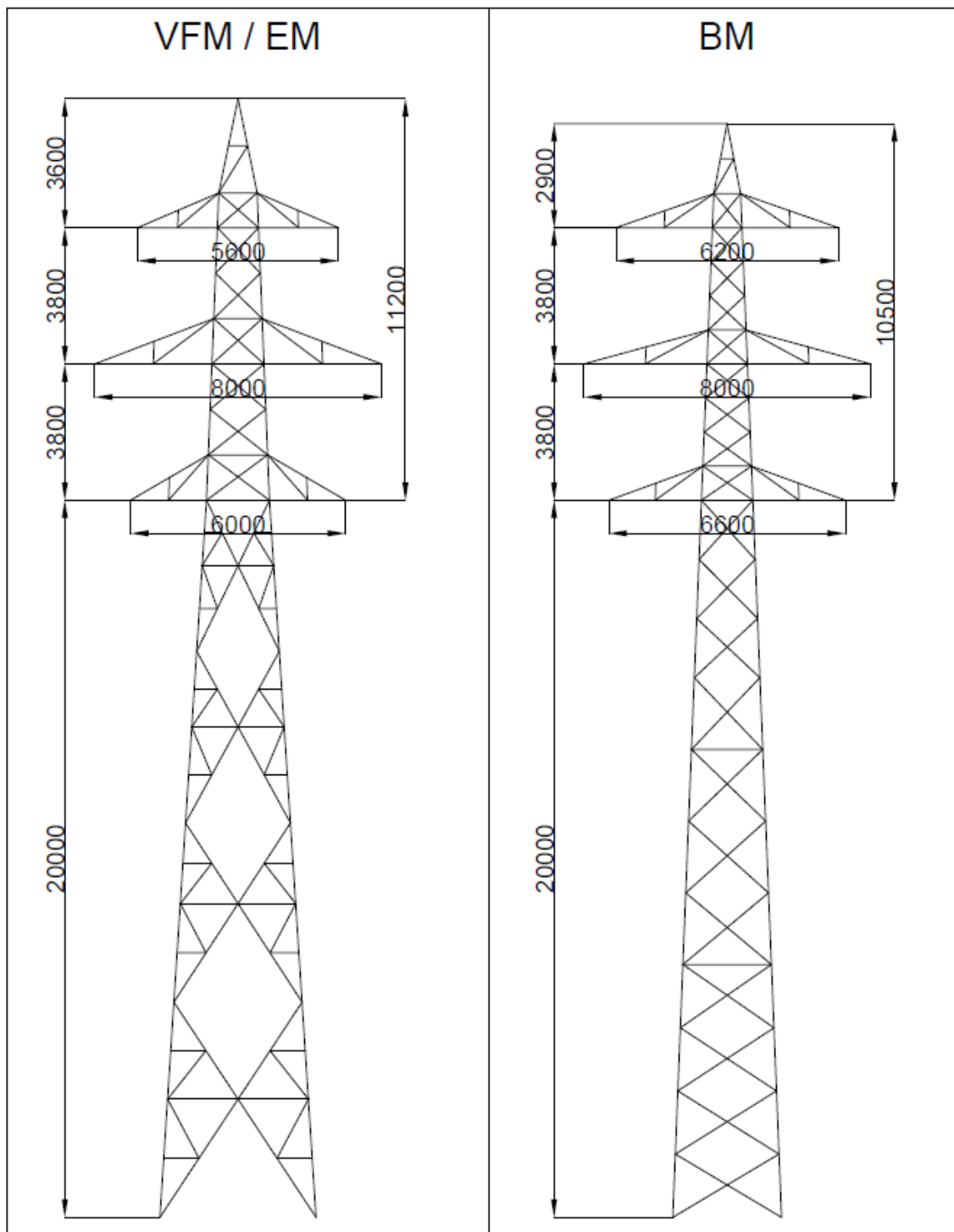
1.1 Tiltaksbeskrivelse

Regionalnettleddningene som skal legges om til ny Eiker transformatorstasjon, vil legges parallelt med Statnetts nye ledninger. Glitre Nett vil ha to parallelle kraftledninger mellom eksisterende Flesaker transformatorstasjon og ny Eiker transformatorstasjon. I tillegg vil de to Eiker-Nore II 1- og 2-ledningene samles på én masterekke i felles trasé og strekkes fra ny Eiker transformatorstasjon i én trasé over om lag 1 km til eksisterende 132 kV kraftledninger mellom Nore II – Flesaker som ledningene sammenkobles med, jf. figur 1.



Figur 1: Kraftledningene som inngår i prosjektet. Blå ledninger er ledninger som etableres ifbm. tiltaket. Svarte ledninger er eksisterende ledninger.

Høyden på mastene i de nye ledningsstrekke 132 kV Eiker - Flesaker og 132 kV Eiker - Kjenner, vil være 16 til 40 meter. Statnett og Glitre Nett har samkjørt mastehøyder og spennlengder mellom mastene, for at de skal ligge i samme plan, og en unngår «saksing». Dette er i tråd med konsesjonsvilkårene gitt av NVE. Byggeforbudsbeltet under hver av kraftledningene blir ca. 32 meter bredt. Der kraftledninger går parallelt, vil det bli overlapping mellom byggeforbudsbeltet for de ulike ledningene.



Figur 2. Mastebilder for planlagte nye master i regionalnettet til Glitre Nett på 132 kV Eiker-Flesaker og Eiker-Kjenner. Masteskisser (BM) og tårnmaster (VFM/ EM) (Kilde: Glitre Nett/Jøsok)

Ledningene mellom Eiker transformatorstasjon og Flesaker transformatorstasjon har følgende spesifikasjoner:

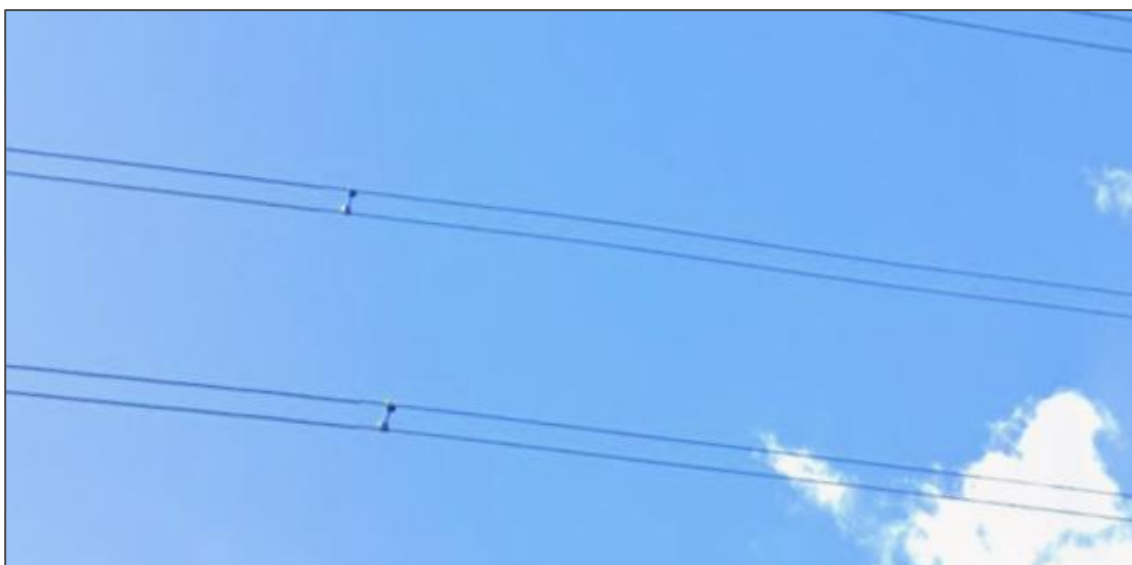
Ny 132 kV kraftledning fra Eiker transformatorstasjon – Flesaker transformatorstasjon (dobbeltkurs): 2,7 km

- Føres inn på innstrekkestativ på Flesaker transformatorstasjon
- Mastetype: Dobbeltkurs tårnmast gittermast
- Oppheng: Vertikaloppheng
- Faseline: AL59 594
- Toppline: 1 stk. OPGW (G96)

Kraftledningen mellom Flesaker transformatorstasjon og Kjenner transformatorstasjon er i dag en dobbeltkurs tårnmastledning med faselinetverrsnitt 240 FeAl. Ledningstrekk 2 fra Kjenner transformatorstasjon skal legges om for å få nytt endepunkt i Eiker transformatorstasjon istedenfor Flesaker transformatorstasjon. Ny kraftledning fra eksisterende endemast ved Vestfosselva og til Eiker transformatorstasjon skal ha vesentlig større faselinetverrsnitt enn eksisterende kraftledning til Kjenner transformatorstasjon, 39 mm, samt at den vil være en duplex-ledning, jf. figur 3 nedenfor. Kraftledningen fra eksisterende endemast ved Vestfossen til Kjenner forblir uendret.

Ny 132 kV kraftledning fra Eiker transformatorstasjon – eksisterende endemast ved Vestfossen (som videreføres til Kjenner transformatorstasjon) (dobbeltkurs): 2,9 km

- Føres rundt Flesaker transformatorstasjon og inn på eksisterende Kjenner-kraftledning.
- Mastetype: Dobbeltkurs tårnmast gittermast
- Oppheng: Vertikaloppheng
- Faseline: AL59 865 duplex
- Toppline: 1 stk. OPGW (G96)



Figur 3: Eksempel på duplex-ledning. Duplex-linene som etableres på 132 kV Eiker - Kjenner fra Eiker transformatorstasjon til M12, vil være om lag 1/3 tykkere enn linene på bildet. Foto: Glitre Nett/Google Streetview.



1.2 Konsesjonsvilkår

I anleggskonsesjonen 202303971-95 for 132 kV ledningene mellom Eiker transformatorstasjon og Flesaker transformatorstasjon, skriver NVE følgende i vilkår 7, «Vilkår for fugl»:

Merking av liner av hensyn til kollisjonsutsatt fugl

«Det skal monteres fugleavvisere på én eller flere av topplinene og strømførende liner på 132 kV-ledningene på strekningen Flesaker–Eiker. Hvilke liner som skal merkes og avstanden mellom fugleavviserne skal beskrives og begrunnes i detaljplanen. Det skal monteres fugleavvisere på topplinen og minst én av de strømførende linene på 66 (132) kV-ledningene Flesaker–Stengelsrud på strekningen fra Flesaker og forbi Hegstad. Avgrensning av strekningen, hvilke liner som skal merkes og avstanden mellom fugleavvisere skal beskrives og begrunnes i detaljplanen.»

Denne rapporten er en plan for hvor, hvordan og hvilke liner som skal merkes, og gir samtidig forslag til rutiner for tilsyn og vedlikehold av fugleavviserne. Utredningen omfatter gjennomgang av undersøkelser og litteraturstudier om kollisjoner mellom fugl og kraftledninger, samt tiltak for å unngå dette.

1.3 Kort om fugl og kraftledninger

En rekke menneskeskapte konstruksjoner kan på ulike måter redusere fuglers overlevelsessjanser. De fleste av disse øker dødeligheten ved at fugler kolliderer med konstruksjonene og dermed skader seg eller omkommer. Eksempler inkluderer vinduer og andre glassflater, fyrlykter, olje- og gassflammer, ulike typer antenner og spesielt luftspenn av ledninger og kabler. Mye forskning har vært gjennomført for å bedre situasjonen for fugl og redusere faren for kollisjoner eller kortslutning. Det foreligger nå en omfattende mengde litteratur som dokumenterer at kraftledninger utgjør en betydelig dødelighetsfaktor for en rekke fuglearter. Forskningen omhandler i hovedsak to typer påvirkning: kollisjoner og elektrokusjon.

I Norge finnes det om lag 95 000 km høyspentledninger (Bevanger 1995), og disse krysser de fleste naturtyper, fra kystområder til høyfjell. Det har lenge vært kjent at kraftledninger utgjør en betydelig kollisjonsrisiko for fugler, noe som er dokumentert i en rekke norske og internasjonale studier. Bevanger (1995) anslo for eksempel at norske kraftledninger årlig tar livet av rundt 20 000 storfugl, 26 000 orrfugl og 50 000 ryer. I Nederland ble det estimert at så mange som 4 000 fugler ble drept per kilometer kraftledning (150–380 kV) hvert år i et våtmarksområde med høy tetthet av rastende vade- og vannfugler. Kollisjoner med kraftledninger er samlet sett dokumentert for 245 fuglearter (Bevanger 1994).

Der fuglers leve-, raste- og trekkområder overlapper med kraftinstallasjoner, er det alltid risiko for kollisjon og elektrisk overslag, såkalt elektrokusjon. Dette skjer når fugler setter seg på mastene og utilsiktet skaper kortslutning, enten ved å berøre to faseledere samtidig eller en faseleder og jord. Elektrokusjon er godt dokumentert som en viktig dødsårsak for flere fuglearter. I Norge har dette blant annet ført til at en betydelig andel av hubroene som ble satt ut gjennom Prosjekt hubro omkom (Larsen & Stensrud 1988), noe som også er observert i Italia (Rubolini m.fl. 2001). Ifølge Norsk Ringmerkingsatlas (Bakke et al. 2006) skyldes hele 36 % av de kjente dødsfallene blant hubro (basert på 188 registrerte individer) kollisjoner med, eller elektrisk støt fra, kraftledninger. Kraftledninger representerer dermed den største menneskeskapte trusselen mot arten.

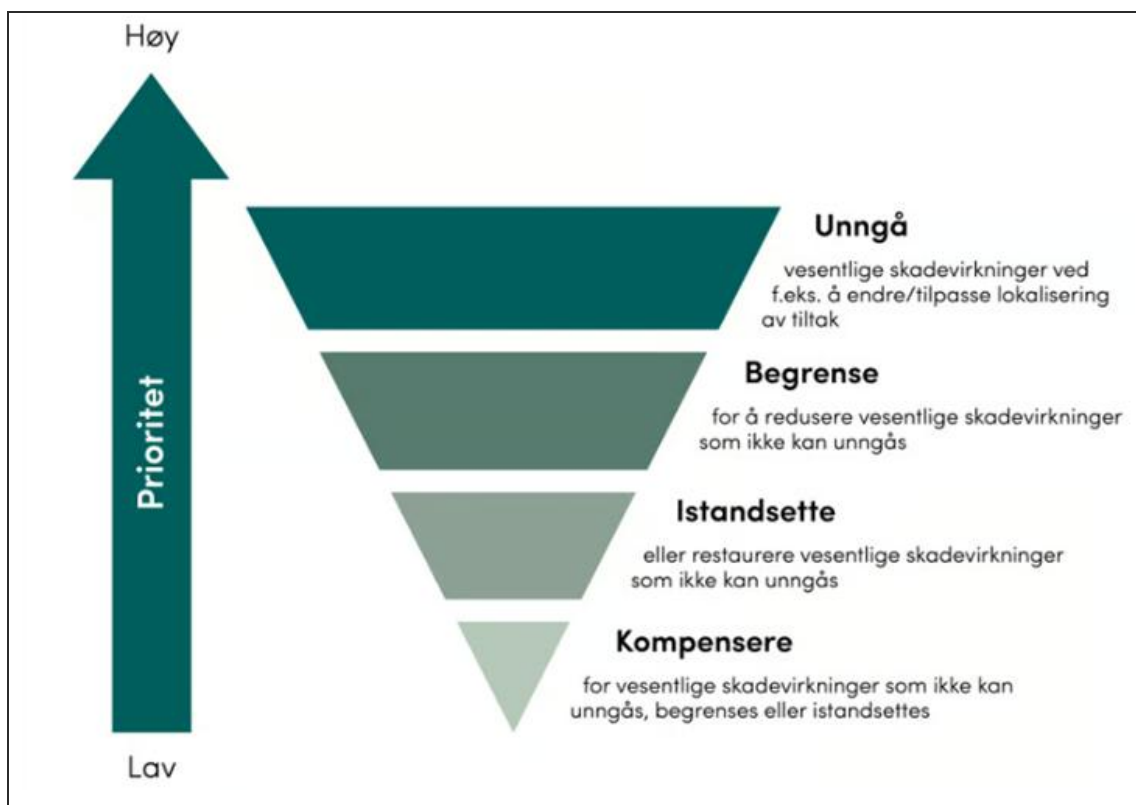
På bakgrunn av dette er forholdet mellom fugler og kraftinstallasjoner en viktig problemstilling, både for naturforvaltning og dyrevern. Også kraftselskapene berøres, ettersom de både møter krav om miljøvennlige løsninger og kan oppleve driftsproblemer som følge av fuglekollisjoner og elektrokusjon.

Det har derfor vært arbeidet med å utvikle og teste ulike typer merking for å gjøre kraftledninger mer synlige for fugler og dermed redusere kollisjonsfaren. Tidligere har Bevanger og Thingstad (1988) sammenfattet kunnskapen om slike tiltak i Norge. Internasjonalt finnes det mange omfattende kunnskapsoppsummeringer også av nyere dato, med nye effektive virkemidler for å unngå kollisjon i kraftledninger (Raptor Protection of Slovakia, RPS 2021).

1.4 Relevans for tiltaket

Elektrokusjon er i praksis lite relevant for 132 kV kraftledningene, tilsvarende de planlagte kraftledningene fra Flesaker til ny Eiker transformatorstasjon. Problematikken knytter seg primært til kraftledninger med spenningsnivå under 66 kV, der liten faseavstand gjør at fugler kan kortslutte kraftledningene når de sitter på stolpene. Denne problemstillingen omhandles heller ikke i konsesjonsvilkårene til kraftledningene i Eiker-prosjektet, og behandles derfor ikke videre i denne utredningen.

Det finnes flere etablerte metoder for å redusere kollisjonsrisikoen mellom fugl og kraftledninger (RPS 2021). Den mest effektive tilnærmingen er alltid riktig plassering i forhold til viktige trekkruiter, og lokalisering i forhold til hekke-, raste- og overvintringsområder med høye fuglekonsentrasjoner. Å agere i tråd med tiltakshierarkiet er vesentlig for å redusere omfanget av negative virkninger ved å unngå eller tilpasse gjennom målrettede avbøtende tiltak (figur 3). Det bør først vurderes tiltak for å unngå miljøskade. Dersom det ikke er mulig å unngå negative virkninger, bør det vurderes tiltak for å begrense skadevirkningene. Slike tiltak kan være endring eller tilpasning av utbyggingen innenfor planområdet, ved endret plassering av stolper/ kraftledningstraverser/ miljøtilpasning for å unngå elektrokusjon og kollisjon. Det kan også gjøres tiltak for å istandsette arealer. Dette er spesielt aktuelt for anleggsarealene. Anleggsbelter, fyllinger, skjæringer og andre anleggsarealer bør så langt det er mulig istandsettes og revegeteres. Dersom det fortsatt er vesentlig påvirkning på arealet som ikke kan bedres, bør det også vurderes kompensierende tiltak. Kompensasjon kan være å restaurere eller verne viktige funksjonsområder for arter i nærområdet.



Figur 4: Tiltakshierarkiet.

1.5 Merking med fugleavvisere, linekonfigurasjon og linehøyde

God utforming av kraftledningsnettet er viktig for å redusere kollisjonsrisikoen for fugl. Tykke og godt synlige liner vil redusere kollisjonsfaren. Linekonfigurasjoner med færre lineplan vil også være med på å redusere kollisjonsrisikoen i betydelig grad. Den tynne jord-/topplinen representerer den største kollisjonsrisikoen siden fugl normalt har fokus på å unngå de mer synlige faselederne. I figur 4 nedenfor er et eksempel på dagens 66 kV Flesaker-Stengelsrud, fra Flesaker mot Hegstad, der topplina øverst er tydelig mindre synlig enn de tykkere faselederne. Faselederne er dessuten organisert i flere plan med enkeltstrekk.

Topplinen gir lynbeskyttelse og er særlig viktig inn mot stasjonen for å hindre skade på komponenter. Mastene er ofte de høyeste punktene i landskapet og dermed utsatt for lynnedslag. Av hensyn til forsynings sikkerheten er toppline inn mot stasjonen derfor særlig viktig.



Figur 5: Den eksisterende 66 kV Flesaker-Stengelsrud med mastepunkt ved elva Dørja. Den tynnere topplina ligger øverst i masta, og er mindre synlig enn de tre planene med tykkere faseledere under (Foto: Håkon Gregersen).

Flyhøyde varierer fra art til art, med terrengformasjon, værforhold med mer. Planlegging med riktig høyde på lineføring, linekonstellasjon, samt god tetthet av mastepunkter for å redusere areal av kraftledninger, kan redusere kollisjonsrisikoen. Under er en tabell som sammenfatter flyhøyder for ulike arter og artsgrupper som er relevante for tilpasning av kraftledningene ved Flesaker-Eiker med hensyn til linenes høyde (tabell 2). Typisk flyhøyde for svaner er 10- 40 meters høyde, og kollisjon med luftspenn er ofte sammenstøt med jordline, som følge av unnvikelse fra faselederne. Gjess har tilsvarende problem som for svaner, men er hyppigst utsatt for lange spenn over vannflater. Traner kan ha et svært høyt trekk, på 20-100 meter overhøyde, og er utsatt for kraftledninger over dalpass. Skogsfugl er hyppigst utsatt for kraftledninger i skog i distribusjonsnettet.

Tabell 1: Oversikt over de vanligste flyhøyder for ulike fugl, Kilder: RPS 2021; Bernardino et al. 2018; NatureScot 2025; Avian Power Line Interaction Committee 2012.

Artsgruppe	Flyhøyde	Særlig risiko
Svaner	10–40 m	Jordtråd
Gjess	15–60 m	Lange spenn over vann
Traner	20–100 m	Dal- og fjellpass
Rovfugl	Varierer	Elektrokusjon <110 kV
Skogsfugl	Lav flukt	Distribusjonslinjer i skogkanter

Skogsfugl er vanlig utbredt innenfor utredningsområdet, og det er spesielt i skogområdet ved Eiker transformatorstasjon. Skogsfugl i flukt ferdes ofte mellom trekronene for å holde seg i skjul for hauk og ørn. En skogsfugl med glideflukt opptil 50-70 km/t klarer ikke å bremse opp for kraftledningen i tett tåke, så en line i skogen vil uansett medføre risiko for kollisjoner. Økt synlighet av faseledere ved maling eller merking, samt merking av jord-/ toppline, vil redusere risikoen for kollisjon. Ved Fiskumvannet er det hyppige besøk av vannfugl, og ved innflyging til vannet og omliggende innmark, er fuglene svært utsatte for kollisjon med luftstrekk.



Figur 6: På bildet synes et par tiurer i tretoppene i vinterlandskapet i nærheten av den framtidige Eiker transformatorstasjon. Storfugl og annen hønsefugl, som orrfugl, jerpe og lirype, er svært utsatt for kollisjon i luftstrekk, spesielt når de ligger i trehøyde. Fuglene flyr ofte mellom trær og i sonen 5- 10 meter over kronesjiktet (Foto: Håkon Gregersen).

Det er utviklet en hel del ulike anordninger med ulike adferdsstimulerende effekter, for bruk til merking av luftledninger for å oppnå unnvikelse. Merkene skal være med på å øke synligheten til fase- og/eller topplinjer (jordlinjer), slik at fuglene endrer flyhøyde eller flyretning, og kollisjon unngås.

I en studie av et utvalg på 133 ulike 400 kV kraftledninger i Spania, ble effekten av ulike fugleavvisere undersøkt (Ferrer et al. 2020). Fugleavviserne som ble testet var av typen spiraler/ «grisehaler» (heretter kalt grisehaler) og «flappermarkører». Markørene ble festet på to parallelle jordingskabler med 10 meters avstand. Markørene på den ene kablet var forskjøvet med 5 meter, slik at det visuelt sett fremsto som om horisontalplanet til ledningen var merket for hver 5. meter. Totalt ble 131 døde fugler fordelt på 32 ulike arter registrert. Både kraftledningen og typen markør hadde en signifikant effekt på fugledødeligheten.

Av de ulike typene som ble testet, var det flappermarkører som førte til den største reduksjonen i gjennomsnittlig fugledødelighet. Reduksjonen var på hele 70,2 % sammenlignet med umerkede kontrollspenn. Den fugleavviseren som fulgte med nest best effekt, var den oransje spiralen, («grisehalen»), med gjennomsnittlig reduksjon på 43,7 %. Til sammenlikning medførte den gule spiralen («grisehalen») til en gjennomsnittlig reduksjon på 40,4 %. Flapper var den eneste markøren som viste en tydelig større reduksjon i dødelighet sammenlignet med umerkede spenn (Ferrer et al. 2020).

Det er tidligere gjennomført gjennomgang av ulike fugleavvisertiltak, der effektiviteten er oppsummert. I tabell 4 er et utdrag fra en norsk studie av effekten av ulike tiltak (Lislevand 2004).

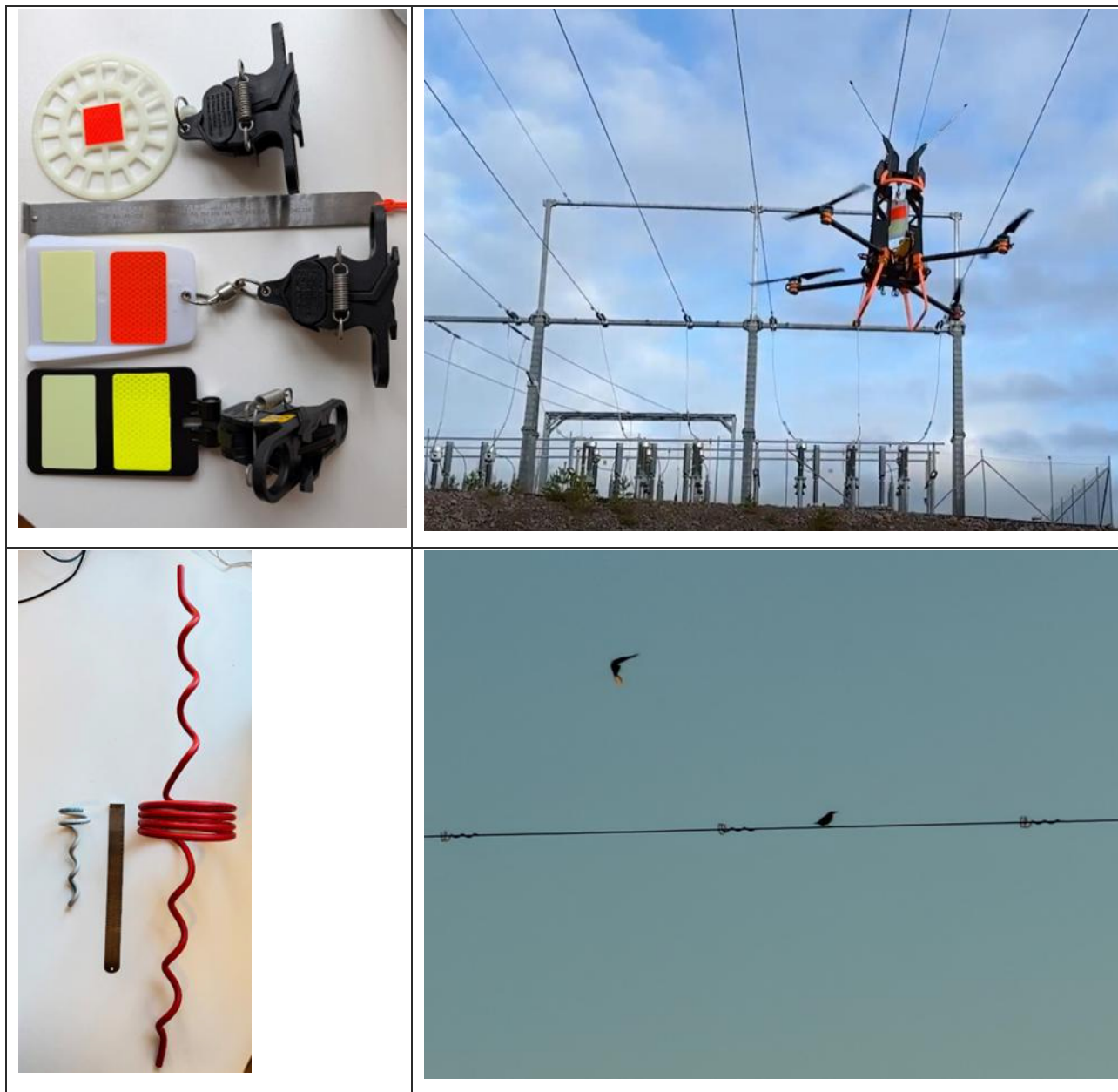
Tabell 2: Oppsummering av resultatene fra studier gjennomført i perioden 1991-2003 (Lislevand 2004).

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 %
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	Ukjent
2001	Rasmussen	PVC-spiraler	Gul	30	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 %

Under er noen av de mest brukte fugleavviseranordningene presentert i figur 6. Ulike «flappermarkører» fra Birdmark har vist seg betydelig mer effektive for å forhindre kollisjoner enn andre typer markører. Under ses de vanligste typene med «BirdMark», «FireFly HW» og «FireFly FF». Alle merketypene har fosforiserende refleks, og har en levetid på inntil 20 år. FireFly HW går for å være mest effektiv ettersom den roterer og skaper mest bevegelse, men den kan ikke monteres på svært vindutsatte områder. Anbefalt merkeavstand, oppgitt fra leverandør, er 10 meters mellomintervall for FireFly, og 5 meter for BirdMark. Merkingen kan installeres på ledninger opp til 7 cm diameter, og på spenningsnivå inntil 132 kV. Samtlige av merkene kan installeres med drone.

«Grisehaler» er den merketypen som er mest vanlig installert i Norge. De er ikke like effektive for fugleavvisning som foregående merking, men kan installeres på ledninger inntil 8 cm tykkelse. Oppe til

høyre i figur 6 ses montering ved bruk av drone på en kraftledning over Glomma ved Braskereidfoss (Linjeservice AS). Nede til venstre er to varianter av «grisehaler», tv. i bildet BDF 5249005 og th. BFD 5249057R. Nede til høyre sees «grisehaler» montert på en toppline over Store Ertevannet i Østfold.



Figur 7: Oversikt over de mest brukte fugleavviserne på kraftledninger. Oppe til venstre er ulike «flappermarkører» fra Birdmark, ovenfra og ned, type «BirdMark», «FireFly HW» og «FireFly FF». Oppe til høyre ses montering ved bruk av drone på en kraftledning over Glomma ved Braskereidfoss (Kilde: Linjeservice AS). Nede til venstre er to varianter av «grisehaler», tv. i bildet BDF 5249005 og th. BFD 5249057R. Nede til høyre ses «grisehaler» montert på en toppline over Store Ertevannet i Østfold, med en stær som sitter på linen mellom merkene (Foto: Håkon Gregersen).

2 Foreløpige erfaringer fra feltarbeid 2026

Store deler av planområdet for de nye 132 kV-ledningene på strekningen Eiker transformatorstasjon–Flesaker transformatorstasjon og M6 Eiker–Eiker transformatorstasjon, samt traséene for den eksisterende 132 kV-kraftledningen Nore II–Flesaker og den eksisterende 66 kV Flesaker–Stengelsrud, er undersøkt ved feltundersøkelser våren 2026. Undersøkelsene har gitt et meget forvaltningsrelevant grunnlag for anbefaling av fugleavvisertiltak.

Under feltarbeidet har det tidvis vært stor aktivitet av vannfugl forbi traseen mellom Flesaker og Hegstad. Spesielt i mars, ved snøsmelting, går elva Dørja stor, og økt grunnvannstand danner en innsjø på innmarka langs Dørja på sørsiden. Innsjøen her var ved befaringer besøkt av hundretalls ender, primært krikkand og stokkand, femtitalles grågjess og titalls sangsvaner, samt seks traner på det meste. I tillegg ble det på det meste observert fem vipper. Fuglene kom tidvis inn for landing langs Dørja, i lav høyde, forbi området der dagens 66 kV Flesaker–Stengelsrud går. Det er ved flere tilfeller også registrert at fugler fløy mellom linene. På figuren under er et bilde fra «innsjøen» som illustrerer mengden med fugl som tidvis krysser kraftledningstraséen (figur 7).



Figur 8: Store mengder med vannfugl samler seg i «innmarksinnsjø» langs Dørja, der den nye traseen etableres mellom Eiker transformatorstasjon–Flesaker transformatorstasjon. På bildet ses stokkender, krikkender og traner (Foto: Håkon Gregersen).

Utover i vårsesongen har det vært tydelig at jorden på begge sider av kraftledningen ved Flesaker er brukt daglig for beite og rast av vanlige arter som grågås og trane, men også meget forvaltningsrelevante arter som sivhauk, storspove og småspove. I figuren under ses sivhauken som sitter i en av mastene ved Flesaker 20. mai 2026 (figur 8).



Figur 9: Mastene ved Flesaker er et yndet hvile- og utkikkstårn for rovfugl; her tar en sivhauk en hvil etter en jaktøkt 20. mai 2026 (Foto: Håkon Gregersen).

Det er svært sannsynlig at det forekommer kollisjoner langs dagens 66/132 kV kraftledninger, men at rester etter død og skadd fugl blir tatt med av patruljerende rev. Det ble funnet en død sangsvane om lag 50 meter fra kraftledningen i mars, uten å trekke noen konklusjon om dødsfall, kan den være et resultat av sammenstøt.

På bakgrunn av foreløpige lokale erfaringer er det sannsynlig at linene kan medføre økt dødelighet, både i åpne områder og på strekninger i skog.

3 Merking med fugleavvisere

Det er sannsynligvis en fordel med størst mulig tverrsnitt på faselederne, siden dette øker synligheten og reduserer kollisjonsrisikoen. Dette har Glitre Nett lagt til grunn for den nye 132 kV Eiker-Kjenner. Faselederne på denne kraftledningen vil være av typen duplex, jf. figur 10, og hver line vil ha et tverrsnitt på 39 mm. Dette gjør at linene blir godt synlige. Samtidig er det vanskelig å montere fugleavvisere på en slik løsning.

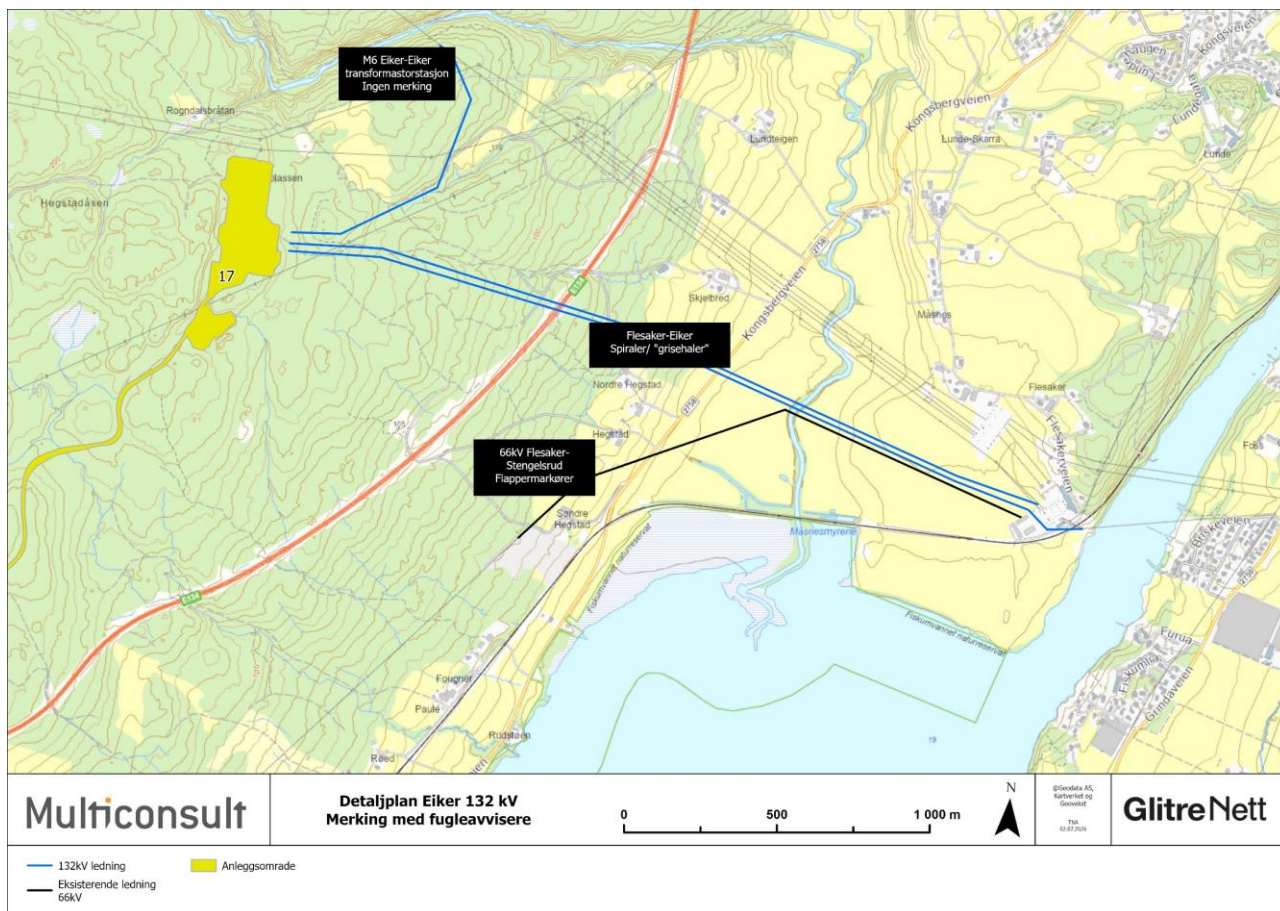
Foreliggende studier, og foreløpige erfaringer etter gjennomført feltarbeid, tilsier at alle strekninger mellom Eiker transformatorstasjon og Flesaker transformatorstasjon merkes med fugleavvisere. Som nevnt ovenfor i kap.1.5, er det flappermarkører som erfaringsmessig har best funksjon. Denne typen merker fungerer vesentlig bedre enn andre typer merker også ved dårlig sikt og i mørke. Bruk av flappermarkører er imidlertid ikke tilstrekkelig utprøvd på 132 kV spenningsnivå i Norge.

De nye 132 kV Eiker-Kjenner og 132 kV Eiker-Flesaker er sentrale forbindelser i kraftforsyningen til Drammen- og Askerområdet og har dermed en samfunnskritisk funksjon. Vurderingene Glitre Nett har gjort, er at det ikke er hensiktsmessig å ta i bruk markører med begrenset driftserfaring på disse kritiske kraftledningene. Glitre Nett ønsker derfor først å få erfaringer med flappermarkører og gjennomføre en evaluering, før slike merker eventuelt settes opp på kritiske kraftledninger.

Glitre Nett vil derfor gjennomføre et forsknings- og utviklingsprosjekt (FoU) for å få erfaringer med bruk av flappermarkører. Disse vil benyttes på 66 kV Flesaker – Stengelsrud. Resultatene fra et slikt prosjekt vil gi verdifulle erfaringer knyttet til montasje og drift/vedlikehold av flappermarkører, sammenliknet med bruk av «grisehaler» på den nye 132 kV-kraftledningene. Sammenholdt med overvåkingen av kollisjoner mellom fugl og kraftledninger, vil dette gi et godt grunnlag for å vurdere framtidig bruk av ulike typer fugleavvisere. Merking av linene er sammenstilt i tabell 5 nedenfor og oppsummert i figur 11.

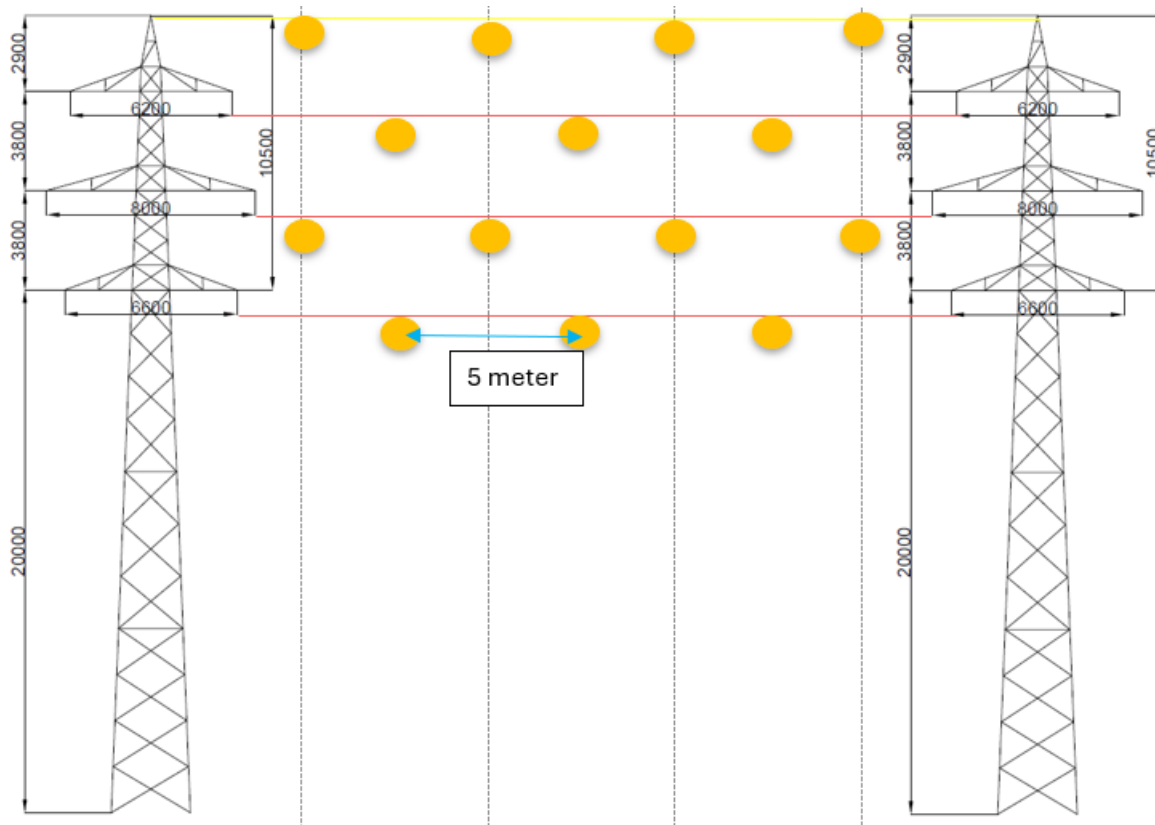
Tabell 5: Sammenstilling av merking av kraftledningene med fugleavviser.

Kraftledning	Tiltak
66 kV Flesaker-Stengelsrud	Topplinen og alle faselinene merkes med flappermarkører på strekningen fra Flesaker transformatorstasjon til én (1) mast forbi vinkelmasten ved Hegstad, dvs. til masta rett vest for Søndre Hegstad. Dette innebærer at kraftledningen merkes på hele strekningen der den går over dyrka mark.
132 kV Eiker-Kjenner	Topplinen merkes med «grisehaler» på hele strekningen fra Eiker transformatorstasjon til eksisterende endemast ved Flesaker transformatorstasjon. På strekningen mellom M11 og eksisterende endemast ved Flesaker transformatorstasjon merkes alle de ytterste (sørligste) faselinene med «grisehaler».
132 kV Eiker-Flesaker	Topplinen merkes med «grisehaler» på hele strekningen fra Eiker transformatorstasjon til Flesaker transformatorstasjon. Kraftledningen/faselinene merkes ikke ut over dette, siden ledningen ligger midt mellom 132 kV Eiker - Kjenner og 420 kV ledningene til Statnett.



Figur 11: Oversikt over hvilken type fugleavviser som skal brukes på de ulike ledningene.

Merkingen bør ha en hyppighet på hver tiende meter for flappermarkører (FireFly HW eller tilsvarende) og hver femte meter ved bruk av «grisehaler» eller liknende. Det anbefales at merking av de ulike nivåene gjøres med en overlapp på 5 meter ved bruk av FireFly HW eller tilsvarende, og 2,5 meter i forhold til nabonivå for «grisehaler», jf. figur 12. Nærmere mastepunktene kan man eventuelt øke avstanden, dersom det er tekniske grunner til at man bør begrense antall markører. Fugler unngår normalt mastene og krysser helst nærmere midten av spennet. Figur 12 nedenfor viser et typisk arrangement med fugleavvisere på alle liner. En slik merking kan gi en betydelig reduksjon i kollisjonsrisikoen for fugl, men vil ikke eliminere kollisjonsrisikoen helt.



Figur 12: Anbefalt arrangement for merking av toppline (gul) og faseliner (røde) med «grisehaler», med en mellomavstand på 5 meter og en faseforskyvning på 2,5 meter.

Det er 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. En årlig inspeksjon av tiltakene bør integreres i tilsynsrutinene.



4 Litteratur og bakgrunnsliteratur

Avian Power Line Interaction Committee (APLIC). 2012. Reducing Avian Collisions with Power Lines: The State of the Art in 2012. Edison Electric Institute and APLIC. Washington, D.C. Baasch, D. M., A. M. 184 s.

Baasch, D. M., Hegg, A. M., Dwyer, J. F., Caven, A. J., Taddicken, C. A., Worley, W. E., Medaries, A. H., Wagner, C. G., Dunbar, P. G. & Mittman, N. D. 2022. Mitigating avian collisions with power lines through illumination with ultraviolet light. *Avian Conservation and Ecology* 17(2):9. 24 s.

Bernardino, J., Bevanger, K., Barrientos, R., Dwyer, J. F., Marques, A. T., Martins, R. C., Shaw, J. M., Silva, J. P. & Moreira, F. 2018. Bird collisions with power lines: State of the art and priority areas for Research. *Biological Conservation* 222 (2018) 1–13. 13 s.

Bevanger, K. 1995. Estimates and Population Consequences of Tetraonid Mortality Caused by Collisions with High Tension Power Lines in Norway. *Journal of Applied Ecology*. Vol. 32, No. 4 1995. Pp. 745-753. 9 s.

Bevanger, K. 1994. Bird interactions with utility structures: collision and electrocution, causes and mitigating measures. *Ibis* Volume 136, Nr 4 pp. 412-425. 13 s.

Bevanger, K. & Refsnæs, S. 2013. Muligheter og begrensninger for å redusere dødelighet hos fugl som skyldes kollisjoner og elektrokusjon i eksisterende kraftledningsnett i Norge. – NINA Rapport 763. 62 s

Bevanger, K. & Thingstad, P.G. 1988. Forholdet fugl-konstruksjoner for overføring av elektrisk energi. En oversikt over kunnskapsnivået. - Økoforsk Utredning 1. 133 s.

Ferrer, M., Morandini, V., Baumbusch, R., Muriel, R., De Lucas, M. & Calabuig, C. 2020. 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, 9 s.

Harness, Richard & Dwyer, James & Pandey, Arun. (2019). Near-ultraviolet light reduced Sandhill Crane collisions with a power line by 98%. *The Condor*. 121. 10 s.

Larsen, R. S. & Stensrud, O. H. 1988. Vår fuglefauna. Elektrisitetsdøden–den største trusselen mot hubrobestanden i Sørøst-Norge. 1988 11, 29-34. 5 s.

Lislevand, T. 2004. Fugler og kraftledninger- Metoder for å redusere risikoen for kollisjoner og elektrokusjon. NOF rapportserie. Nr. 2- 2004. 42 s.

NatureScot 2025. Guidance - Assessment and mitigation of impacts of power lines and guyed meteorological masts on birds. (<https://www.nature.scot/doc/guidance-assessment-and-mitigation-impacts-power-lines-and-guyed-meteorological-masts-birds>). 12 s.

NVE. Anleggskonsesjon 202303971-95. 6 s.

Bakken, V., Runde, O. J. & Tjørve, E. 2006. Norsk ringmerkingsatlas. Vol. 2 : Duer – Spurvefugler. Stavanger museum. 446 s.

Raptor Protection of Slovakia 2021. Electrocutions & Collisions of Birds in EU Countries: The Negative Impact & Best Practices for Mitigation, An overview of previous efforts and up-to-date knowledge of electrocutions and collisions of birds across 27 EU member states. <https://github.com/fmarotta/kaobook>. 103 s.

Rubolini, D., Bassi, E., Bogliani, G., Galeotti, P., & Garavaglia, R. 2001. Eagle Owl *Bubo bubo* and power line interactions in the Italian Alps. *Bird Conservation International*, 11(4), 319-324. 5 s.

Statnett 2023. Konsesjonssøknad - Ny Eiker transformatorstasjon, Søknad om konsesjon, ekspropriasjonstillatelse og forhåndstiltredelse. Statsnettrapport 2023. 47 s.