

Skagerak Energi

► **Beregning av elektromagnetisk felt**

Ny 170 kV kabel Knardalsstrand - Roligheten

Oppdragsnr.: 5180345 Dokumentnr.: RIEH11 Versjon: D01 Dato: 2019-12-17



Beregning av elektromagnetisk felt

Ny 170 kV kabel Knardalsstrand - Roligheten

Oppdragsnr.: **5180345** Dokumentnr.: **RIEH11** Versjon: **D01**

Oppdragsgiver: Skagerak Energi
Oppdragsgivers kontaktperson: Marius Eliassen
Rådgiver: Norconsult AS, Vestfjordgaten 4, NO-1338 Sandvika
Oppdragsleder: Terje Nordby
Fagansvarlig: Terje Nordby
Andre nøkkelpersoner: Lars Eivind Jensvoll

D01	2019-12-17	For godkjenning hos oppdragsgiver	LarJen	TONor	TONor
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

► Sammendrag

Magnetfeltet som oppstår rundt en 170 kV kabel forlagt i trekant er i denne rapporten beregnet ved bruk av EFC-400, utviklet av Narda. Effekten av å skjerme mot magnetfeltet er undersøkt ved å modellere en 12 mm tykk U-skjerm i aluminium.

Ved en årsmiddellast i kablene på 315,74 A vil magnetfeltets styrke på bakkenivå overstige Statens Strålevern utredningsnivå på 0,4 μT opptil 7,8 meter fra kabeltraséens sentrum. Dersom kablene skjerms med 12 mm aluminiumplater, vil avstanden reduseres til 4,7 meter for samme årsmiddellast.

► Innhold

1	Introduksjon	5
1.1	Bakgrunn	5
1.2	Magnetfelt fra høyspenningsanlegg	5
1.3	Helseeffekter av magnetfelt	5
2	Magnetfeltberegninger	6
2.1	Forutsetninger og underlag	6
2.2	Beregningsmetode	7
3	Resultater	8
3.1	Uten skjerming	8
3.2	Med skjerming	9
3.3	Avstand til utredningsnivå	10
3.4	Vurdering av resultater	10
4	Referanser og vedlegg	11
4.1	Referanser	11
4.2	Vedlegg	11

1 Introduksjon

1.1 Bakgrunn

Skagerak Nett har gjort tilstandsvurdering av 132 kV luftledning fra Knardalsstrand til Roligheten. I den forbindelse er det vurdert kabel som alternativ til luftledning på strekningen. Fra Knardalsstrand vil det gå jordkabel ned til Porsgrunnselva med sjøkabel over til Roligheten.

På grunn av bebyggelse i nærheten av planlagt kabeltrasé har Skagerak Nett bedt Norconsult om å beregne magnetfeltet som oppstår som følge av jordkabel. Denne rapporten viser beregninger av magnetfeltet, med og uten skjerming.

1.2 Magnetfelt fra høyspenningsanlegg

Rundt alle elektriske anlegg i drift oppstår det lavfrekvente elektromagnetiske felt. Disse omtales i det daglige ofte bare som magnetfelt. Om slike felt skriver Statens Strålevern følgende [1]:

«Magnetfelt oppstår når det går strøm gjennom en ledning og måles i enheten mikrottesla (μT). Størrelsen på magnetfeltet avhenger av strømstyrken gjennom ledningen eller anlegget, avstanden til anlegget og hvordan flere feltkilder virker sammen. Magnetfelt øker med økt strømstyrke, avtar når avstanden til ledningen øker og varierer gjennom døgnet og i løpet av året. Magnetfelt trenger gjennom vanlige bygningsmaterialer og er vanskelig å skjerme.»

Strålevernforskriftens §§ 5 og 6 omtaler retningslinjer og grenseverdier for eksponering for elektrisk strøm. Statens strålevern stiller krav om at det i byggeprosjekter hvor det forventes feltnivåer over $0,4 \mu\text{T}$ i årsgjennomsnitt i bygninger skal gjøres utredninger som beskriver hvor mange bygg som påvirkes og hvilke feltnivåer disse får. Gjeldende kunnskapsstatus og sentral forvaltningsstrategi skal beskrives, og tiltak eller alternative løsninger samt kostnader og begrunnelse for tiltakene skal vurderes.

Dersom årsgjennomsnittet for magnetfelt er under $0,4 \mu\text{T}$ anses strålevernforskriftens krav å være oppfylt, og ytterlige utredninger eller vurdering av tiltak er ikke nødvendig [2].

1.3 Helseeffekter av magnetfelt

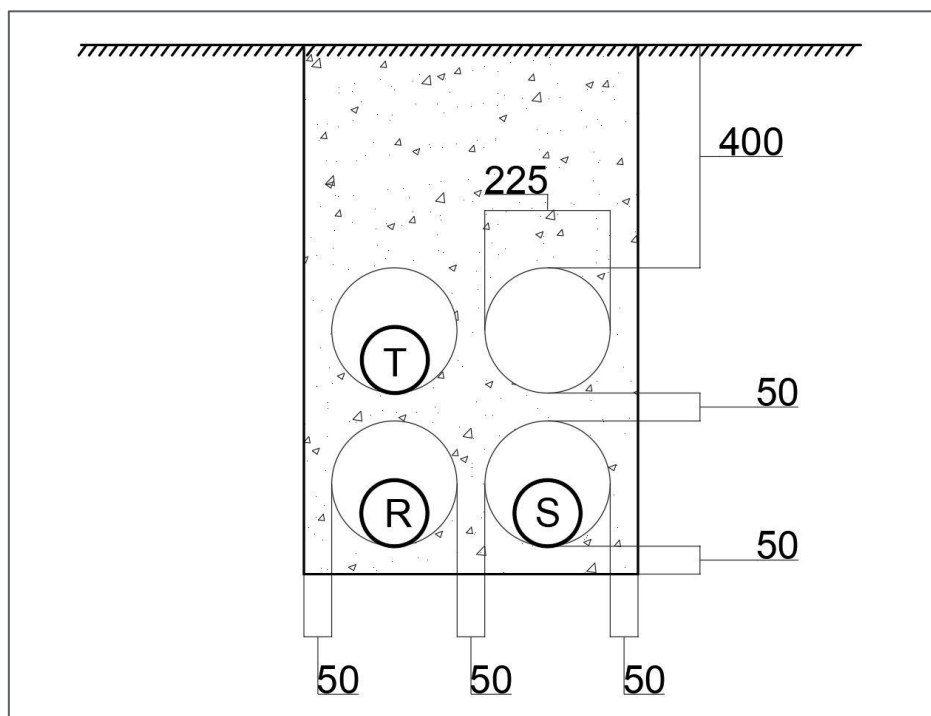
Det er ikke dokumentert negative helseeffekter ved eksponering for magnetfelt lavere enn $200 \mu\text{T}$, som er myndighetens grenseverdi for å sikre befolkningen. Dette gjelder for voksne og barn. I dagliglivet vil ingen bli eksponert for verdier nær grenseverdien. Utredningsnivået på $0,4 \mu\text{T}$ er satt av norske myndigheter og er ikke en grenseverdi satt på bakgrunn av dokumenterte helseeffekter. Utredningsnivået er derimot satt fordi vitenskapelig usikkerhet gjør at man ikke fullstendig kan utelukke svake sammenhenger mellom magnetfelt og negative helseeffekter.

Statens Strålevern publiserte i mars 2017 en brosjyre, *BEBYGGELSE NÆR HØYSPENNINGSANLEGG – Informasjon om magnetfelt fra høyspenningsanlegg*. Denne gir en god innføring i elektromagnetiske felt, inkludert gjeldende retningslinjer, grenseverdier og dokumenterte helseeffekter.

2 Magnetfeltberegninger

2.1 Forutsetninger og underlag

Foreslått forlegning for kabler i grøft er vist i Figur 1, og beregningene er gjort på dette grunnlaget. Det legges 4 rør med 225 mm diameter og 400 mm overdekning. To av kablene legges i de nederste rørene, og den siste legges i ett av de øverste rørene.



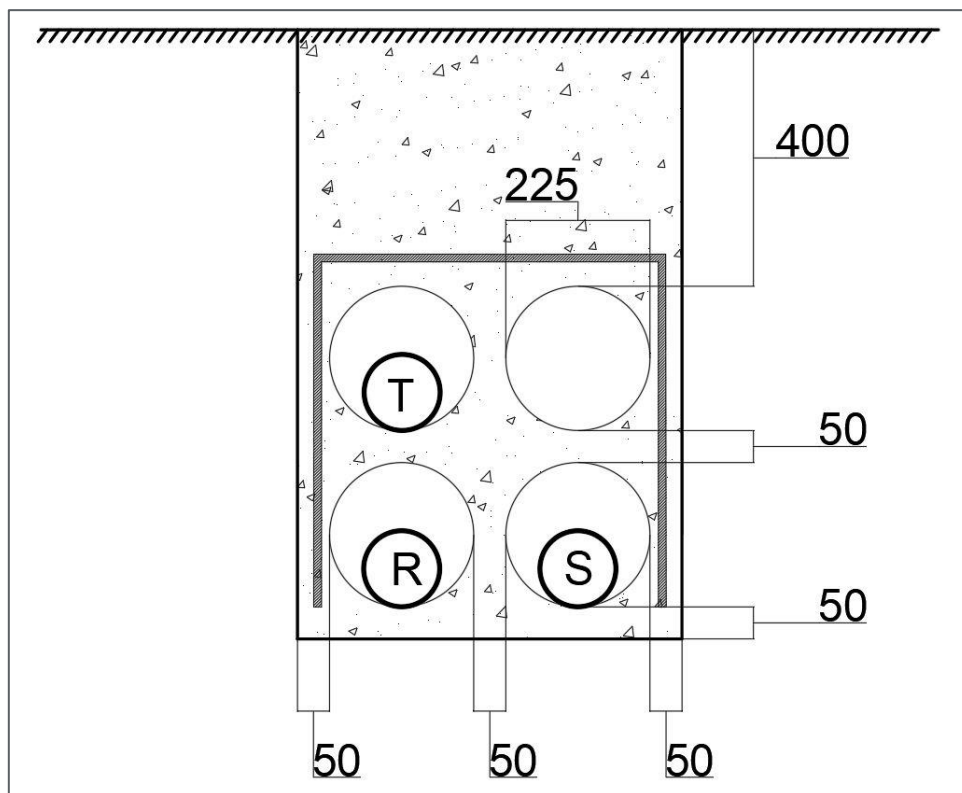
Figur 1: Grøftesnitt med rør og kabler. Dimensjoner angitt i millimeter.

Kabeltypen som skal benyttes for denne strekningen er 3x1x2000 mm² Al 170 kV TSLF Milliken kabel. Teknisk data som ligger til grunn i beregningene er hentet fra General Cable og oppsummert i Tabell 1.

Tabell 1: Spesifikasjoner TSLF 170 kV 2000 mm².

Spesifikasjoner TSLF 170 kV 2000 mm ²	
Tverrsnitt	2000 mm ²
Lederradius	27,27 mm
Frekvens	50 Hz

For skjerming er det benyttet U-skjerming utført i 12 mm tykke aluminiumsplater lagt rundt kabelrørene som vist i Figur 2. Tegningen viser bare omtrentlig plassering av U-skjerm, som har 550 millimeter ytre høyde og 550 millimeter ytre bredde.



Figur 2: Grøftesnitt med rør, kabler og aluminiumskjerm.

Skagerak Nett AS har oversendt en graf som viser overføringen i 132 kV linjen mellom Knardalsstrand og Roligheten fra februar til medio desember (se vedlegg 1). Fra dette underlaget er det estimert et omtrentlig gjennomsnitt av overføringsdataene. Ved å bruke driftsspenning 128 kV og midlere overføring 70 MW blir årsmiddelet av strømmen:

$$\frac{70 \text{ MW}}{\sqrt{3} \cdot 128 \text{ kV}} = 315,75 \text{ A}$$

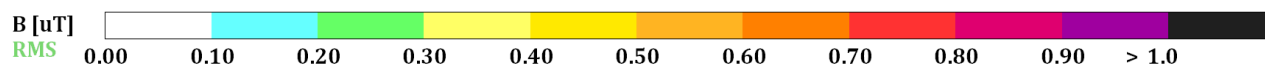
2.2 Beregningsmetode

Magnetfelt fra kraftledninger, kabler og transformatorer beregnes av Norconsult ved hjelp av programvaren EFC-400, utviklet av Narda. Magnetfeltet beregnes basert på konfigurasjon av strømførende elementer og forventet gjennomsnittlig strømbelastning gjennom året, i henhold til Statens Strålevern sin veileder til netteiers oppgaver [4].

EFC-400 gir tredimensjonal beregning av magnetfeltet basert på fysiske lover for magnetfelt. Der forutsetningene er beheftet med usikkerhet er det benyttet konservative antakelser.

3 Resultater

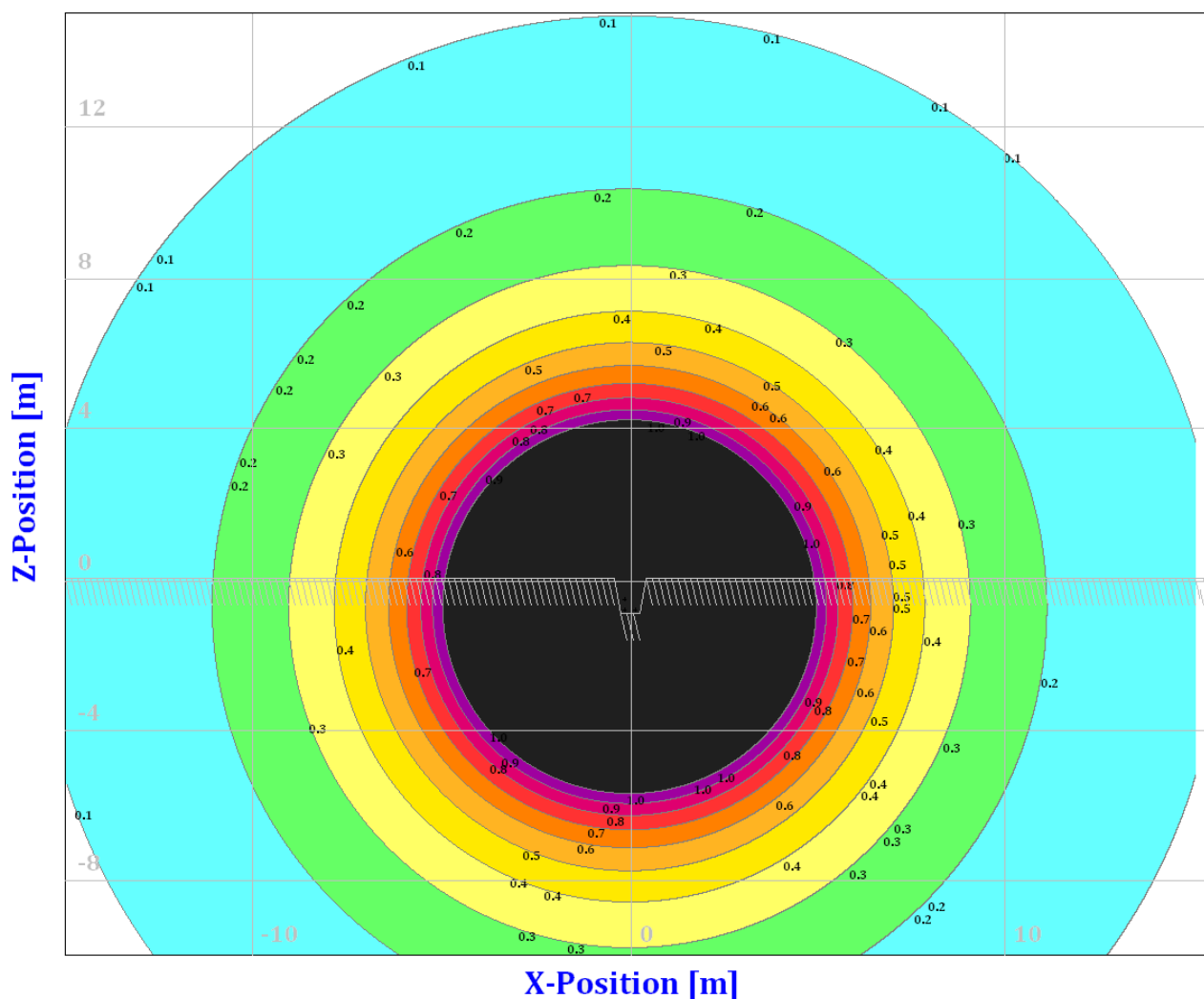
Resultatene presenteres ved bruk av denne fargeskalaen. 0,4 μT ligger i skillet mellom gul og oransje. Magnetfeltstyrke over 1,0 μT er vist i sort, da detaljene i dette område ikke anses som interessant her.



Figur 3: Fargeskalaen brukt til å visualisere resultatene.

3.1 Uten skjerming

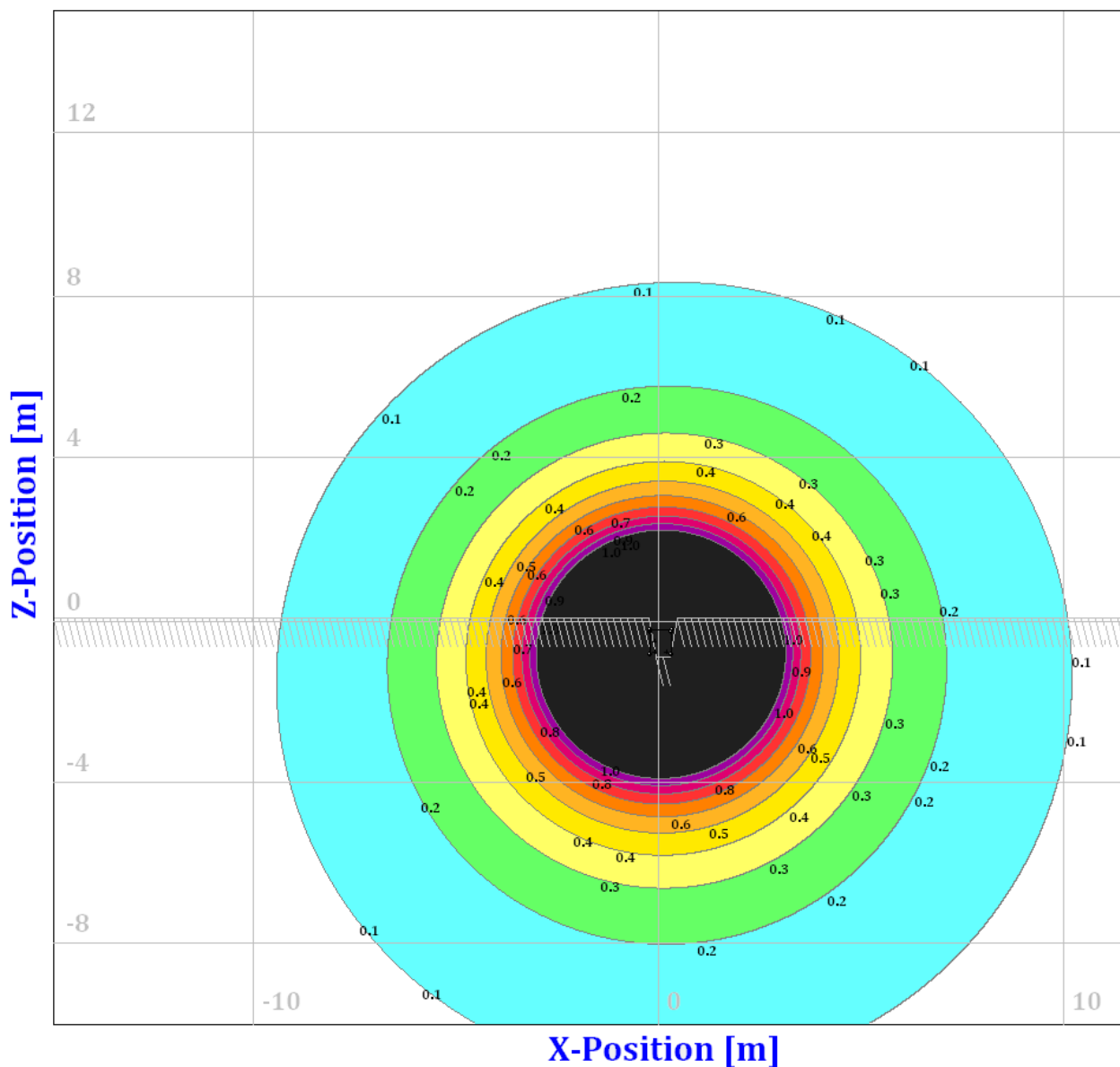
Uten skjerming rundt kablene vil magnetfeltet overstige utredningsgrensen på 0,4 μT i en radius på ca. 7,8 meter fra senter av kabelgrøften. Figur 4 viser magnetfeltet i nærheten av uskjermede kabler ved årsmiddellast 315,75 A. Kablenes konfigurasjon er som vist i Figur 1.



Figur 4: Magnetfeltets utstrekning uten skjerming ved strømstyrke 315,75 A.

3.2 Med skjerming

Med skjerming rundt kablene som vist i Figur 2 vil magnetfeltet overstige utredningsgrensen på $0,4 \mu\text{T}$ i en radius på ca. 4,7 meter fra senter av kabelgrøften, ved årsmiddellast 315,75 A. Dette er vist i Figur 5.

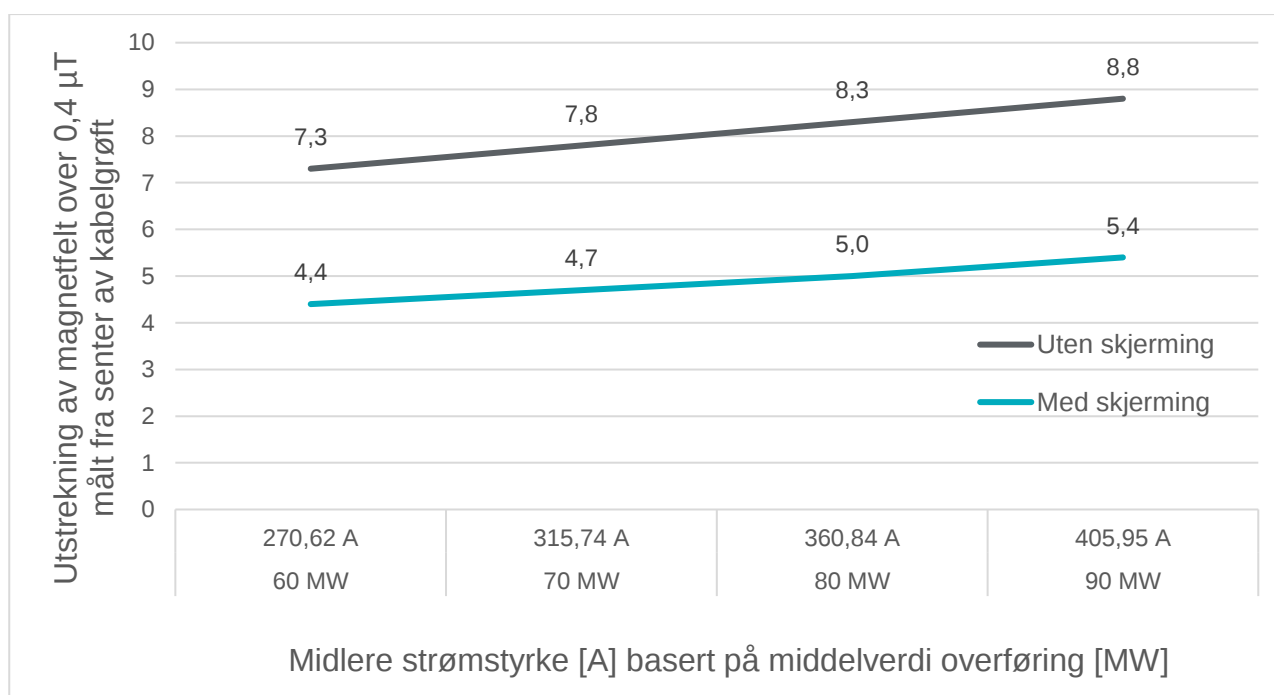


Figur 5: Magnetfeltets utstrekning med skjerming ved strømstyrke 315,75 A.

3.3 Avstand til utredningsnivå

Overført effekt for eksisterende luftledning fra Knardalsstrand til Roligheten er vist i Vedlegg 1. Dette er brukt som underlag for å finne en årsmiddellast som magnetfeltet skal beregnes ut fra. På grunn av muligheten for unøyaktig estimering av strømmens årsmiddelverdi er det utført magnetfeltberegningen for flere strømverdier.

Figur 6 viser avstanden fra grøftesenter og til utredningsgrensen på $0,4 \mu\text{T}$ for kabel med og uten skjerming, for forskjellige årsmiddellaster. Som det kommer frem av grafen vil en 12 mm U-skjerm av aluminium redusere avstanden der magnetfeltets styrke er over $0,4 \mu\text{T}$ med omtrent 3 meter. Magnetfeltets styrke er beregnet på bakkenivå, og avstanden gjelder fra grøftens sentrum på bakkenivå.



Figur 6: Utstrekningen av magnetfeltet som er over $0,4 \mu\text{T}$ for forskjellige årsmiddellaster.

3.4 Vurdering av resultater

Beregningene i denne rapporten viser at magnetfeltets styrke kan begrenses noe ved bruk av aluminiumsplater i U-skjerm rundt kablene. Innvirkninger fra andre materialer, slik som betong, armering, rør osv. er ikke tatt med i modellen. Beregninger av magnetiskflukstetthet uten å ta med materielle påvirkninger vil alltid være det mest konservative anslaget.

Magnetfeltet fra kablene er beregnet for der to av kablene ligger i 0,9 meters dybde og den siste kabelen ligger i 0,625 meters dybde. Faserekkefølgen angitt i grøftesnittene er ikke av betydning da det er RMS-feltet som er beregnet. Der kablene ligger dypere enn grøft, vil man fortsatt kunne bruke Figur 4 og 5 for å få et bilde av hvordan magnetfeltet blir rundt kablene.

4 Referanser og vedlegg

4.1 Referanser

- [1] Statens Strålevern. (2017, mars 17). «BEBYGGELSE NÆR HØYSPENNINGSANLEGG Informasjon om magnetfelt fra høyspenningsanlegg».
- [2] Strålevernforskriften. (2016). Forskrift om strålevern og bruk av stråling FOR-2016-12-16-1659. Hentet fra <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2016-12-16-1659>
- [3] Saxebøl G. (Leder av arbeidsgruppa). Forvaltningsstrategi om magnetfelt og helse ved høyspentanlegg – rapport fra en arbeidsgruppe. Strålevern Rapport 2005:8. Østerås: Statens strålevern, 2005.
- [4] NVE, Statens Strålevern. (2017, oktober 1). «Veileder – netteiers oppgaver». Hentet 12.12.19 fra: <https://www.nve.no/konsesjonssaker/konsesjonsbehandling-av-nettanlegg/fagrapporter-og-lenker/>

4.2 Vedlegg

Tabell 2: Oversikt vedlegg.

Vedlegg	Beskrivelse
Vedlegg 1	Tall for forbruk Knardalsstrand-Roligheten

