

# HØYSPENNINGSANLEGG

Veileder for arbeid i elektriske og magnetiske felt





## Veileder

Denne veilederen beskriver hvordan planlegging og gjennomføring av arbeid i Statnetts høyspenningsanlegg skal utføres for å tilfredsstille de norske forskriftene som omhandler yrkeseksponering av elektriske og magnetiske felt (EMF).

Både arbeidsgivers og arbeidstakers ansvar omtales, sammen med en gjennomgang av forskriftens innhold og konsekvenser.

Dokumentet omhandler ikke Statnetts interne rollfordeling i forhold til operasjonalisering av forskriften.

Målgruppen for denne veilederen er alt personell som arbeider med eller planlegger arbeid på eller i nærheten av Statnetts høyspenningsanlegg. Dokumentet egner seg også for entreprenører som arbeider i eller nær ved Statnetts høyspenningsanlegg, men da som informasjonsunderlag og supplement til deres egne instruksjoner og prosedyrer.

Underlagsdokumenter, målinger med mer er tilgjengelig for Statnett-tilsatte på SharePoint-området med [EMF-informasjon](#).

Denne veilederen er i all hovedsak en oversettelse av danske Energinet's brosjyre "[Høyspændingsanlæg. Vejledning om arbejde i elektriske og magnetiske felter.](#)" En stor takk til Energinet for deres velvilje til at Statnett fikk lage en norsk versjon av deres originaldokument.

## Innhold

Bakgrunn .....	4
Elektriske og magnetiske felt. Følgeeffekter og tiltak .....	5
Sensoriske og helsemessige påvirkninger .....	6
Grenseverdier og tiltaksverdier .....	7
Informasjons- og opplæringskrav .....	8
Eliminering og begrensning av risiko .....	8
Spesielt utsatt personell .....	9
Eksposering fra flere typer felt med ulike frekvenser .....	10
Anleggsprosjekter .....	10
Helseproblemer i forbindelse med arbeid i nærheten av høyspenningsanlegg .....	11
Håndtering av ulike arbeidssituasjoner .....	12



## Bakgrunn

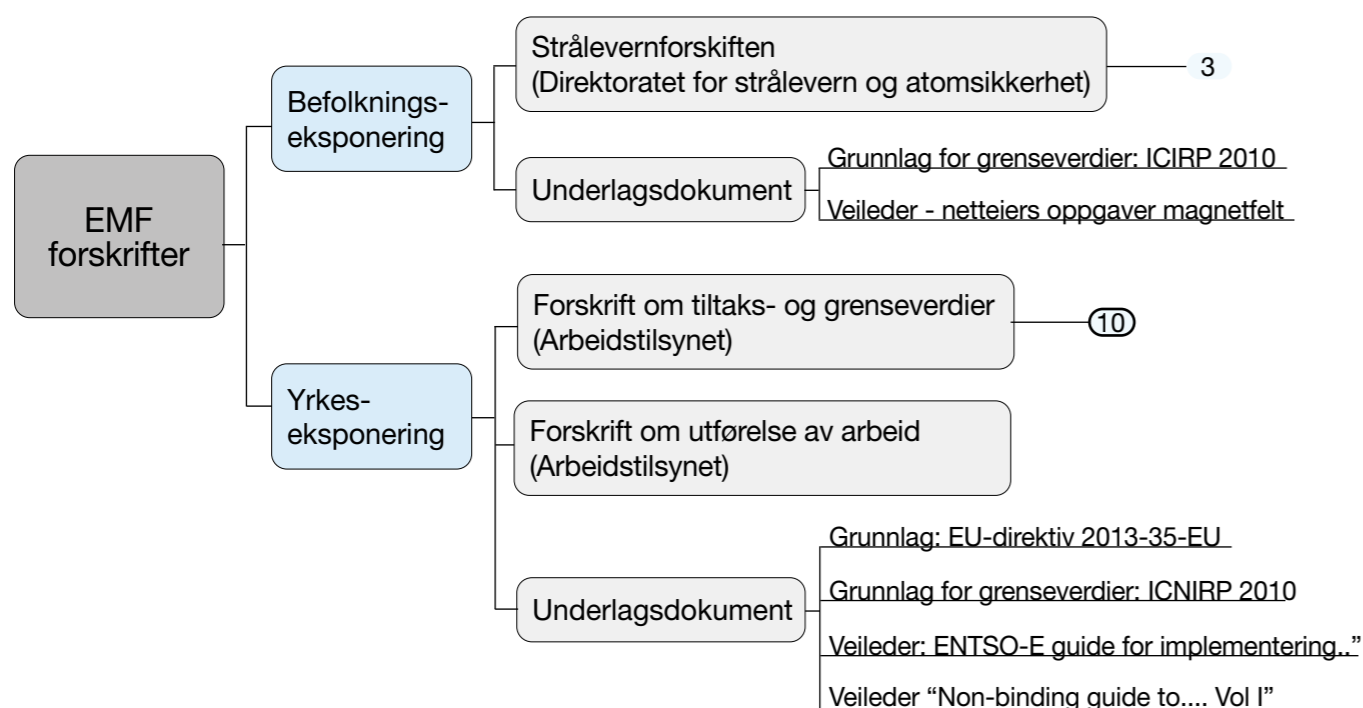
Denne veilederen bygger på forskriftene «Forskrift om tiltaks- og grenseverdier» og «Forskrift om utførelse av arbeid».

«Forskrift om tiltaks- og grenseverdier» fastsetter tiltaksverdier som angir når det må gjennomføres tiltak, samt grenseverdier for helsevirkninger fra eksponering av elektriske og magnetiske felt på norske arbeidsplasser. «Forskrift om utførelse av arbeid» beskriver arbeidsgivers ansvar i forhold til bl.a. risikovurdering,

kartlegging, opplæring og informasjon, samt krav til tiltak ved yrkeseksponering fra EMF.

Forskriftenes formål er å forebygge og beskytte mot sensoriske og helsemessige påvirkninger ved yrkeseksponering fra elektriske og magnetiske felt. Denne veiledningen omfatter de elektriske og magnetiske feltstørrelsene som finnes rundt Statnetts høyspenningsanlegg.

**Figur 1:** Oversikt over regelverk og underlagsdokumenter. Se link til original figur for mer detaljert informasjon ([EMF-informasjon for Statnett-tilsette på Sharepoint-området](#))



Veilederen inneholder informasjon om elektriske og magnetiske felt ved arbeid på Statnetts høyspenningsanlegg, samt anvisninger for planlegging og gjennomføring av arbeidsoppgaver på eller i nærheten av strømførende høyspenningsanlegg (132–420 kV).

I de aller fleste arbeidssituasjoner overskrides ikke grenseverdiene, men i enkelte tilfeller skal det foretas en vurdering av eksponeringen og eventuelt iverksettes spesielle tiltak. Dette gjelder i all hovedsak bare elektriske felt. Magnetiske felt vil normalt ikke være et problem i Statnetts høyspenningsanlegg.

## Elektriske og magnetiske felt. Følgeeffekter og tiltak.



### Magnetiske felt

Magnetfeltet er kun avhengig av strømmen i feltkilden (kraftledning, transformator, reaktor osv.) Påvirkning fra magnetfelt fra Statnetts anlegg vil normalt være relativt lave, og eksponeringen for magnetiske felt er i de aller fleste tilfeller langt under grenseverdi for sensoriske virkninger. Det kan likevel være enkelte steder, for eksempel under luftspoler og i nærheten av SVC-bygninger, der de magnetiske feltene overskrider grenseverdi for sensoriske virkninger.

Det er ikke tillatt å oppholde seg på steder i anlegget der grenseverdi for helsemessige virkninger kan bli overskredet.

### Elektriske felt

Elektriske felt er kun avhengig av systemspenningen til feltkilden (f. eks 132, 300 eller 420 kV). Ved arbeid fra bakkeplan vil eksponeringen normalt være under grenseverdi for sensoriske påvirkninger.

Ved arbeid i høyden i nærheten av 220 kV-, 300 kV- og 420 kV-anlegg kan eksponeringen fra det elektriske feltet overskride grenseverdi for sensoriske virkninger. Dette er tillatt hvis begrensning av gnistutladninger og kontaktstrømmer er ivarettatt, og forutsatt at påvirkningen ikke overskrider grenseverdi for helsemessige virkninger. Det pålegger arbeidsgiver å orientere arbeidstaker om dette. Avhengig av geometrien, kan elektriske felt både forsterkes og reduseres betydelig av andre elektrisk ledende og jodede gjenstander i nærheten av arbeidsstedet, for eksempel master, stativer, jordledninger osv..

### Kontaktstrøm og gnistladninger

Det kan oppstå potensialforskjeller mellom en person og elektrisk ledende utstyr når begge er plassert i et elektrisk felt. Ved berøring vil det gå en strøm gjennom personen til gjenstanden som berøres. Hvis personen berører et større objekt som for eksempel en tilhenger, lastebil eller lift, kan kontaktstrømmen overskride nedre tiltaksverdi på 1 mA. Kontaktstrøm unngås lettest ved at det lages utjevningsforbindelser fra for eksempel lastebiler, kraner og lifter til jord, og for øvrig ved at personen jorder og utligner de delene av høyspenningsanlegget det skal arbeides på, før berøring. Gnistutladninger kan oppstå ved berøring og bør unngås fordi de kan være smertefulle og medføre ulykker (følgehendelse).

### Avskjerming av elektriske felt

Ved arbeid i nærheten av høyspenningsanlegg, kan det være nødvendig å etablere en barriere eller avskjerming. For eksempel ved hjelp av et Faradaybur for å fjerne eller redusere eksponeringen for de elektriske feltene. Hvis avskjermingen er ledende, må den jordes godt.

### Eksempler på avskjerming

- Metallskjerm eller -barriere med for eksempel jordet armeringsnett eller tilsvarende
- Arbeid fra innsiden av maskiner som for eksempel lastebiler, gravemaskiner osv.
- Arbeid under stativer til brytere, støtteisolatorer osv.
- Kran- og liftarmer, - disse har en skjermende effekt
- Midlertidig monterte stativer som er høyere enn arbeidsområdet
- Ledende arbeidsklær



## Sensoriske og helsemessige påvirkninger

Det å oppholde seg i et sterkt elektrisk og/eller magnetisk felt kan påvirke kroppen direkte og indirekte. Tabell 1 gir en oversikt over mulige påvirkninger knyttet til ulike typer felt og frekvensområder.

Direkte påvirkning skjer hvis et ytre elektrisk eller magnetisk felt induserer et mindre elektrisk felt inne i kroppen. Hvis feltet er sterkt, kan sanseapparatet stimuleres slik at man opplever en sensorisk påvirkning.

Ved eksponering for enda sterkere felt kan hele kroppens muskel- og nervesystem bli stimulert, noe som kan medføre helsemessige påvirk-

ninger. Ved eksponering for et lavfrekvent felt er påvirkningen som regel forbigående og blir borte når man flytter seg ut av feltet.

Indirekte påvirkning skjer hvis en gjenstand i det elektromagnetiske feltet kan representere en sikkerhetsrisiko for personen. Det kan for eksempel oppstå gnistutladninger eller kontaktstrømmer mellom en person og en gjenstand hvis én av delene ikke er tilstrekkelig jordet. Medisinske implantater (helseelektronikk) i kroppen, for eksempel pacemaker, insulinpumpe eller andre aktive eller passive implantater, kan forstyrres av sterke elektromagnetiske felt.

Fra arbeidstilsynets web-side om elektromagnetiske felt:

"Sterke elektromagnetiske felt på arbeidsplassen kan forårsake korttidseffekter eller indirekte effekter. De er ikke dokumentert å gi langtidseffekter, heller ikke for gravide."

**Tabell 1:** Oversikt over tekniske anlegg og tilhørende felt.

"Direkte påvirkning" i kolonnen "Påvirkning" er angitt ved eksponering av svært sterke elektriske og magnetiske felter. Eksponering fra Statnetts anlegg er normalt for svake til at disse påvirkningene oppstår.

Felt og frekvensområde:	Påvirkning:	Eksempler på aktiviteter og anlegg:
Statiske elektriske og magnetisk felt 0 – 1 Hz	<p><b>Indirekte påvirkning:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Tiltrekning av magnetisk materiale. Risiko for tiltrekning av objekter som kan treffe personer. Kun aktuelt ved meget sterke magnetiske felt.</li> <li>Elektrisk støt eller forbrenning grunnet kontaktstrøm.</li> <li>Mulig påvirkning av aktive implanterte medisinske enheter for magnetfelt over 0,5 mT.</li> </ul> <p><b>Direkte påvirkning:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Svimmelhet, kvalme, metallsmak i munnen.</li> </ul>	HVDC- og SVC-anlegg
Lavfrekvensområdet for magnetiske og elektriske felt 1 Hz – 100 kHz	<p><b>Indirekte påvirkning:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Forstyrrelse av aktive eller passive implantater eller kroppsbåret medisinsk utstyr.</li> <li>Gnister som kan antenne brennbare væsker og gasser.</li> <li>Elektrisk støt eller kontaktstrøm.</li> </ul> <p><b>Direkte påvirkning:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Flimring for øynene.</li> <li>Stimulering av både det sentrale og det perifere nervesystemet, for eksempel prikkende følelse eller muskelsammentrekninger.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Høyspenningsledninger og -stasjoner.</li> <li>Produksjon, overføring og distribusjon av elektrisitet.</li> <li>Synkronkompensatoranlegg.</li> <li>Luftisolerte spoler.</li> </ul>

## Grenseverdier og tiltaksverdier

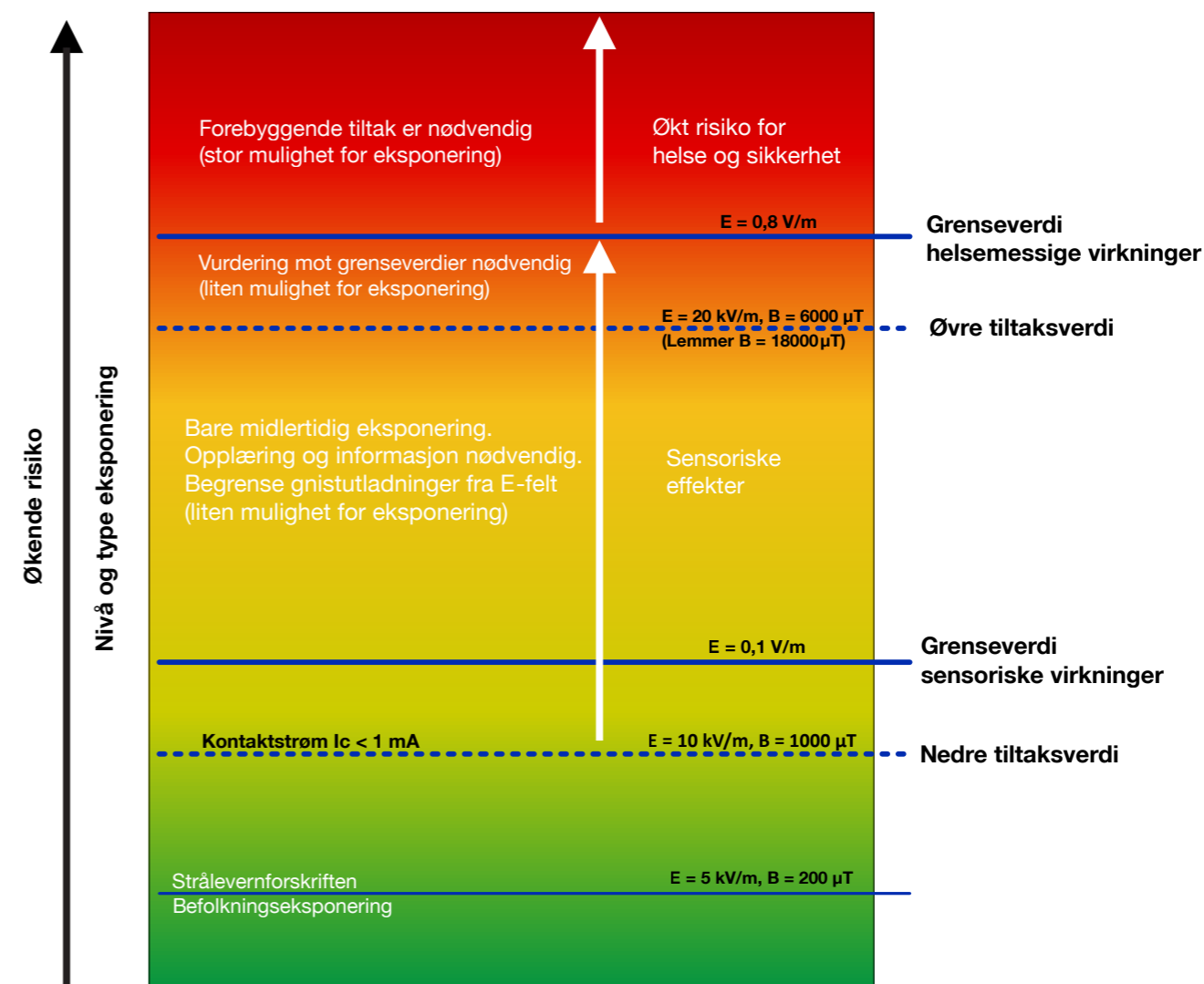
Forskriftene skiller mellom grense- og tiltaksverdier. Grenseverdier er elektriske felt (E) inne i menneskekroppen forårsaket av et ytre felt. Grenseverdiene angir nivåene (rms) for når det oppstår sensoriske eller helsemessige virkninger i kroppen. Fordi felt inne i kroppen ikke uten videre kan måles eller beregnes, oppgir forskriftene i stedet tiltaksverdier. Dette er eksterne (ytre) feltstørrelser som relativt enkelt kan måles eller beregnes. Tiltaksverdiene er avledet fra grenseverdiene og har en sikkerhetsmargin i forhold til disse:

- Overholdes nedre tiltaksverdi sikres etterlevelse av grenseverdi for sensoriske effekter
- Overholdes øvre tiltaksverdi sikres etterlevelse av grenseverdi for helsemessige virkninger

Nedre tiltaksverdi kan overskrides når kravene til informasjon og opplæring, samt maksimal tillatt kontaktstrøm er oppfylt. Øvre tiltaksverdi skal normalt ikke overskrides, men kan overskrides dersom grenseverdi for helsemessige virkninger ( $E = 0,8 \text{ V/m}$ ) overholdes.

Detaljerte feltberegninger av menneskekroppen viser at et ytre felt på  $E = 24 \text{ kV/m}$  vil gi et indre felt som overholder grenseverdi for helsemessige virkninger ( $E = 0,8 \text{ V/m}$ ). For hender og underarm kan ytre felt opp til  $E = 50 \text{ kV/m}$  tillates. De høyeste E-feltene som tilsatte i Statnett kan arbeide i uten beskyttelsestiltak er derfor:

- Maksimalt tillatt ytre E-felt (hode og kropp):  $E = 24 \text{ kV/m}$
- Maksimalt tillatt ytre E-felt (hender og underarm):  $E = 50 \text{ kV/m}$



Illustrasjon av prinsippet for sammenhengen mellom tiltaks- og grenseverdier i forskriften. (For det elektriske feltet er sammenhengen noe mer komplisert enn figuren viser for "Grenseverdi sensoriske virkninger").

## Informasjons- og opplæringskrav

Arbeidsgiver plikter å informere arbeidstakere om risiko i tilknytning til eksponering av elektriske og magnetiske felt. Dette inkluderer blant annet:

- Mulig helsefare som elektriske og magnetiske felt kan medføre
- Kunnskap om forbigående symptomer og fornemmelser knyttet til virkninger i nervesystemet

Videre skal arbeidsgiver sørge for at arbeidstakere får opplæring om:

- Arbeidsrutiner og arbeidsmetoder som reduserer risikoen for eksponering
- Riktig bruk av hensiktsmessig verneutstyr

Nedre tiltaksverdi ( $E = 10 \text{ kV/m}$ ) kan overskrides så lenge kravene til informasjon og opplæring er oppfylt, samt at forebyggende tiltak er innført for gnistutladning og kontaktstrøm. Kontaktstrøm  $I_c$  skal begrenses til mindre enn  $I_c = 1 \text{ mA}$ .



## Eliminering og begrenning av risiko

Nedenfor vises eksempler på eliminering og begrenning av risiko for eksponering av elektriske og magnetiske felt.

- Alternative arbeidsmetoder som medfører mindre eksponering for elektromagnetiske felt.
- Valg av arbeidsutstyr som skaper mindre intense elektriske og magnetiske felt, i den grad arbeidsoppgaven tillater dette.
- Tekniske innretninger som reduserer elektriske og magnetiske felt, for eksempel (der det er relevant) bruk av jording, utkopling, avskjerming eller lignende mekanismer som minimaliserer eksponeringen.
- Innretninger og prosedyrer for forebygging av gnistut-

ladinger og kontaktstrøm gjennom tekniske hjelpemidler og opplæring av ansatte.

- Egnede planer for vedlikehold av arbeidsutstyr, arbeidssteder og arbeidsplasser.
- Utforming og tilrettelegging av arbeidssteder og arbeidsplasser.
- Begrensning av eksponeringstid og intensitet.
- Tilgang til hensiktsmessig personlig verneutstyr.
- Tiltak for arbeidstakere i særlig risikogruppe (spesielt utsatt personell).
- Rutiner for rapportering av ubehagelige virkninger ved EMF-eksponering gjennom bedriftens avvikssystem.
- Tilbud om helseundersøkelse.

## Spesielt utsatt personell

Medarbeidere som er gravide eller har aktive, implanterte medisinske innretninger, inkludert pacemakere, implanterte defibrillatorer, hørselsimplantater, implanterte insulinpumper med mer, kan være spesielt sårbare for eksponering. Det er medarbeiderens ansvar å informere arbeidsgiveren hvis de tilhører gruppen spesielt utsatt personell.

Arbeidsgiver har ansvar for at eksponeringsrisikoen blir kartlagt for aktivitetene medarbeideren skal utføre. I den forbindelse kan det innføres forbud eller begrenset adgang til alle eller deler av Statnetts høyspenningsanlegg.

Medarbeideren skal videre informeres om risikoen forbundet med eksponering for elektriske og magnetiske felt.

Gravide kvinner ansatt i Statnett skal ikke arbeide i feltstyrker over grenseverdiene for befolknings-eksponering. Se delkapittel "Grenseverdier og tiltaksverdier" Statnett tilbyr om nødvendig ansatte alternativt arbeid under svangerskapet for å oppfylle denne bestemmelsen.

For ansatte med et aktivt implantat, må det gjøres en risikovurdering av påvirkningene på implantatet fra elektriske og magnetiske felt. Denne vurderingen skal gjøres i samråd med lege eller sykehus. Hvis det ikke foreligger noen medisinsk vurdering, skal grenseverdiene for befolkningseksponering ikke overskrides.

I praksis betyr dette at det vil være steder innenfor stasjonsområdet eller i umiddelbar nærhet av strømførende anlegg der gravide og personer med aktivt implantat ikke bør oppholde seg.

Personer som skal besøke eller arbeide i Statnetts anlegg, vil bli informert om Statnetts rutiner for spesielt utsatt personell. Dette vil skje både i ansettelsesamtaler og ved sikkerhetsgjennomgang før de får adgang til Statnetts høyspenningsanlegg.



**Tabell 2:** Oppsummering av håndtering av spesielt utsatte medarbeidere

Helseelektronikk:	Type:	Begrensning:
Aktive medisinske implantat	Pacemakere, defibrillatorer, hørselsimplantater, implanterte insulinpumper med mer.	Det foretas en risikovurdering av virkningen på implantatet fra EMF. Vurderingen gjøres i samråd med medisinsk personell og for feltstyrker relevant for aktivitetene medarbeideren skal utføre. Hvis en medisinsk vurdering ikke foreligger, skal grenseverdiene for befolkningseksponering ikke overskrides. Risikovurdering og legeerklæring dokumenteres.
Gravide		Grenseverdiene for befolkningseksponering av elektriske og magnetiske felt skal ikke overskrides.



## Eksposering fra flere typer felt med ulike frekvenser

HVDC- og SVC-anlegg inneholder magnetfelt med flere ulike frekvenser. Typiske frekvenser i nærheten av vekselstrømsdelene i disse anleggene ligger i området 50–1200 Hz. Selv om magnetfeltene fra disse anleggene inneholder flere frekvenser, overskrides ikke de nedre tiltaksverdiene for magnetfelt.

De elektriske feltene i nærheten av HVDC- og SVC-anlegg påvirkes i svært liten grad av høyere frekvenskomponenter (overharmoniske, svitsjefrekvenser osv). Det tas derfor ikke hensyn til frekvenser over 50 Hz i tiltaksverdiene for elektriske felt.



## Anleggsprosjekter

I anleggsprosjekter skal de tekniske løsningene så langt mulig tilrettelegges med hensyn til eksponering for elektromagnetiske felt, enten ved valg/plassering av komponenter, barrierer eller skilting.

SHA-planer i forbindelse med anleggsprosjekter skal inneholde følgende:

- En vurdering av personalets risiko for å bli eksponert for elektromagnetiske felt.
- En plan for å redusere eksponeringsrisikoen der det er relevant.



## Helseproblemer i forbindelse med arbeid i nærheten av høyspenningsanlegg

Hvis man under arbeid i nærheten av Statnetts høyspenningsanlegg opplever noen av symptomene beskrevet i tabell 1, skal arbeidet avsluttes før det varsles i henhold til gjeldende rutiner. Se for øvrig side 9, som omhandler spesielt utsatt personell.

## Måling og beregning av feltene

Elektriske og magnetiske felt skal vurderes i forbindelse med planleggingen av arbeidet. Dersom feltene overskrider de gitte grenseverdiene eller det er i tvil om de overskrides, må man utføre reduserende tiltak, eventuelt undersøke nærmere om grenseverdiene faktisk overskrides.

Måling av magnetfelt er relativt ukomplisert, mens måling av elektriske felt stiller større krav til målekompetanse. Dette bl.a. fordi det elektriske feltet forstyrres av personene og utstyret som utfører målingene. Målinger skal utføres i samsvar med NEK-EN-50647 (50413).

Standarden stiller blant annet krav til at relativ fuktighet må være mindre enn 70%. Siden instrumentene forsynes fra batteri, vil i praksis målingene begrenses til sommerhalvåret pga redusert batterikapasitet vinterstid. I Statnett er det personer fra DAX som har kompetanse til å utføre EMF-målinger.



Beregninger kan være et alternativ til målinger. Dersom feltet har bidrag fra mange ulike feltkilder, kreves omfattende 3D-modellering for å bestemme feltet nøyaktig. På lik linje med målinger kan derfor beregninger være tidkrevende og må planlegges i god tid.





## Håndtering av ulike arbeidsituasjoner

### Arbeid på bakkenivå

#### Stasjon:

Nedre tiltaksverdi for elektriske og magnetiske felt overskrides normalt ikke ved ferdsel, gressklipping og inspeksjoner på bakkeplan i stasjon-sanlegg. Nær jordede strukturer forsterkes imidlertid det elektriske feltet og grenseverdi for sensorisk påvirkning kan bli overskredet. Aktiviteter som for eksempel fundamentering og gjerdemontering skal derfor tilrettelegges på en slik måte at risiko og eksponering minimaliseres og at øvre tiltaksverdi overholdes.

#### Ledning:

Fundamentering nær spenningsatte ledninger krever tilsvarende tilrettelegging som fundamentering på bakkeplan i stasjoner.

### Arbeid i høyden

Ved arbeid i høyden øker den elektriske feltstyrken pga mindre avstand til kilden. Også her kan grenseverdi for sensorisk påvirkning bli overskredet i enkelte arbeidssituasjoner. Krever derfor tilrettelegging for å minimalisere risiko og eksponering.

### Vurdering av arbeidsoppgaver i ulike eksponeringssituasjoner

Tabell 3 på neste side er veiledende og kan brukes til å planlegge og utføre arbeid i ulike situasjoner der det forekommer eksponering for elektriske og magnetiske felt. Tabellen omfatter en vurdering av om forskriftens krav overholdes i den aktuelle arbeidssituasjonen, og om det er nødvendig med tiltak.

Tabellen viser også til beskrivelser av hvordan en overskridelse av grenseverdiene skal håndteres eller allerede er håndtert ved Statnetts høyspenningsanlegg.

Arbeidsgiveren skal vurdere eksponeringsrisikoen som er knyttet til de oppgavene medarbeideren skal utføre.





**Tabell 3: Vurdering av krav og tiltak i ulike arbeidssituasjoner**

Eksponeringssted	Vurdering		Tiltak nødvendig?			Kommentar
	Elektriske felt	Magnetiske felt	Personell generelt	Personell i særlig risikogruppe <sup>1)</sup>	Kontaktstrøm og gnistutlading (9)	
Samleskinne, transformatorer osv. (på bakkeplan)	Nye stasjoner OK, stasjoner eldre enn 1990 må vurderes	Krav overholdt	Ingen	Særlig risikogruppe skal ikke ha adgang	Ja	
Luftspoler (på bakkeplan)	Krav overholdt	Kan overstige nedre tiltaksverdi rett under spole <sup>1)</sup>	Begrenset adgang, avhenger av magnetfelt	Særlig risikogruppe skal ikke ha adgang	Nei	Avhenger av laststrømmen i luftspolen
Arbeid over bakkeplan eller nær ved uisolert leder i stasjonsområde	Krever ytterligere vurdering <sup>5)</sup>	Krav overholdt	Avhenger av vurdering	Særlig risikogruppe skal ikke ha adgang	Ja	
Arbeid utenfor høyspenningsområder	Krav overholdt	Krav overholdt	Ingen	Nei	Nei	
Isolert leder (kabel)	Krav overholdt	Krav overholdt basert på kjente laststrømmer <sup>2)</sup>	Ingen	Særlig risikogruppe skal ikke ha adgang	Nei	
Klatre i mast på motsatt side av spenningsførende leder	Krav overholdt	Krav overholdt	Ingen	Særlig risikogruppe skal ikke ha adgang	Nei	Ikke særlig relevant for Statnett
Arbeid i mast nær spenningsførende ledere	Kan overstige øvre tiltaksverdi <sup>4)</sup>	Krav overholdt	Ja (tiltak mot elektriske felt)	Særlig risikogruppe skal ikke ha adgang	Ja	
Arbeid inntil antennemaster for radiolinjestasjoner	Ivaretatt av eget notat <sup>5)</sup>	Ivaretatt av eget notat	Ivaretatt av eget notat	Særlig risikogruppe skal ikke ha adgang	Nei	
AUS med «barhåndsmetoden»	Ivaretatt av egen prosedyre <sup>6)</sup>	Ivaretatt av egen prosedyre	Ivaretatt av egen prosedyre	Særlig risikogruppe kan ikke utføre AUS-arbeid	Ivaretatt av egen prosedyre	
AUS i master og stasjoner med isolerstangmetoden	Krever ytterligere vurdering <sup>7)</sup>	Krav overholdt	Avhenger av vurdering	Særlig risikogruppe kan ikke utføre AUS-arbeid	Ja	Ingen krav ut over eksisterende bestemmelser
Kabeltunneler	Krav overholdt	Krever ytterligere vurdering	Ingen	Særlig risikogruppe skal ikke ha adgang	Nei	
Hendelser med kort varighet (feil, transientkoblinger osv.)	Krav overholdt	Feilsituasjoner kan kortvarig gi felt over tiltaksverdi for f.eks AUS barhåndsmetode	Må vurderes	Ingen ekstra krav utover eksisterende bestemmelser	Nei	
HVDC og andre statiske felt	Krav overholdt	Krav overholdt	Ingen	Særlig risikogruppe skal ikke ha adgang	Nei	
Omvisning for medarbeidere	Krav overholdt	Krav overholdt	Ingen	Særlig risikogruppe skal ikke ha adgang	Nei	
Omvisning for privatpersoner, utdanningsinstitusjoner osv.	Krever vurdering <sup>8)</sup>	Krever vurdering		Særlig risikogruppe skal ikke ha adgang	Nei	Omvisning skal møte kravene for befolkningseksponering

= Krav overholdt       = Krav ikke overholdt eller krever vurdering

<sup>1)</sup> - <sup>9)</sup> = Forklaring av punktene følger på de neste sidene

<sup>1)</sup> Andre svar mulig dersom medisinsk vurdering foreligger



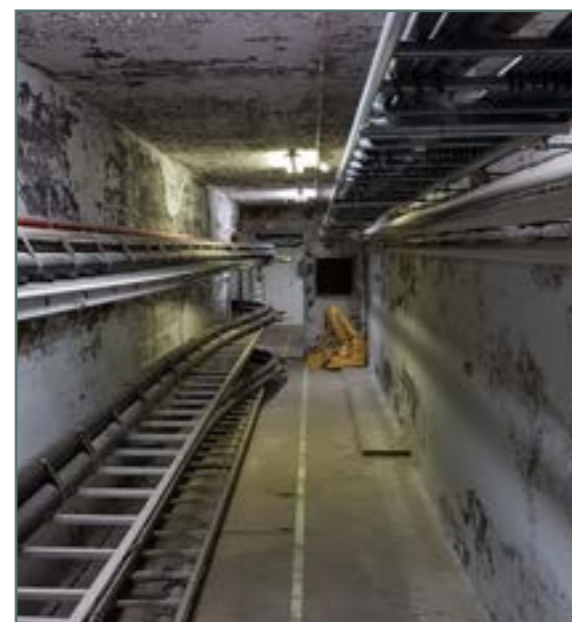
### 1 Magnetfelt fra luftspoler

Ved ferdsel nær ved luftspoler montert ved luftledningsinn- trekk, ved kabler eller filtre overskrides normalt ikke nedre tiltaksnivå ( $B = 1000 \mu\text{T}$ ). Du opplever derfor ikke sanse- forstyrrelser ved opphold i området rundt spolene. Magne- tiske felt fra spoler av typen vist på bildet kan i bestemte lastsituasjoner overskride nedre tiltaksnivå. Det er likevel mulig å slå gresset med gresstrimmer uten å overskride grense- verdiene, men opphold direkte under spolen bør unngås. Øvrige luftspoler i HVDC-filtre, SVC-anlegg og reaktorspoler er sikret i bygninger eller bak barrierer, gjerder eller kjettinger, der adgang under drift normalt ikke vil være mulig.



### 2 Magnetfelt fra isolerte kabler

Ved ferdsel i nærheten av isolerte ledere, gjerne ved kabel- endemuffer eller i kabelkjellere, kan nedre tiltaksnivå ( $B = 1000 \mu\text{T}$ ) i enkelte lastsituasjoner bli overskredet i umiddelbar nærhet av kablene, særlig for 132 kV- og 150 kV-kabler.



Personell bør ikke berøre strømførende kabler. Strømmene i kabler og ledninger er imidlertid så små at det ikke forekommer sanseforstyrrelser forårsaket av magnetfelt.

Tabell 4: Magnetfeltstyrker i ulike avstander til kabel med 1 meter mellom fasene

Avstand til kabel	Magnetfelt [ $\mu\text{T}$ ] ved 500A	Magnetfelt [ $\mu\text{T}$ ] ved 1000 A
10 cm	990	1980
20 cm	495	990
30 cm	318	636
40 cm	247	495

### 3 Arbeid i høyden

Ved arbeidsoppgaver som utføres fra lift eller stige i nærheten av spenningsatt høyspenningsanlegg, for eksempel monterings-, reparasjons- og vedlikeholdsoppgaver knyttet til bryterpoler, gasspåfylling osv., kan ett eller flere av følgende tiltak være aktuelle for å redusere feltet før arbeidet starter:

- utkobling av anlegget eller anleggsdelen(e) nærmest arbeidsstedet
- tilrettelegging av arbeidsplassen med sikte på å øke avstanden til spenningsatt anlegg, for eksempel gjennom plasseringen av lifter og stiger etablering av barriere mot spenningsatt anlegg, enten i form av avskjerming (Faradaybur) på liften eller ved elektrisk avskjerming med for eksempel barrierer av tre påmontert jordet armeringsnett-isolerplate, eller med gummihandsker ved for eksempel gasspåfylling av bryter for å unngå kontaktstrøm
- begrensnig av eksponeringstid og eventuelt bruk av egnede verneemidler som for eksempel ledende arbeidsklær



Nedre tiltaksverdi kan, som tidligere nevnt, overskrides når kravene til informasjon og opplæring, samt maksimal tillatt kontaktstrøm er oppfylt.

Ved gass- og oljepåfylling fra stige overskrides ikke grenseverdiene for sensorisk påvirkning, selv om hender eller deler av kroppen kommer nær soner med høyere feltverdier når arbeidet utføres.

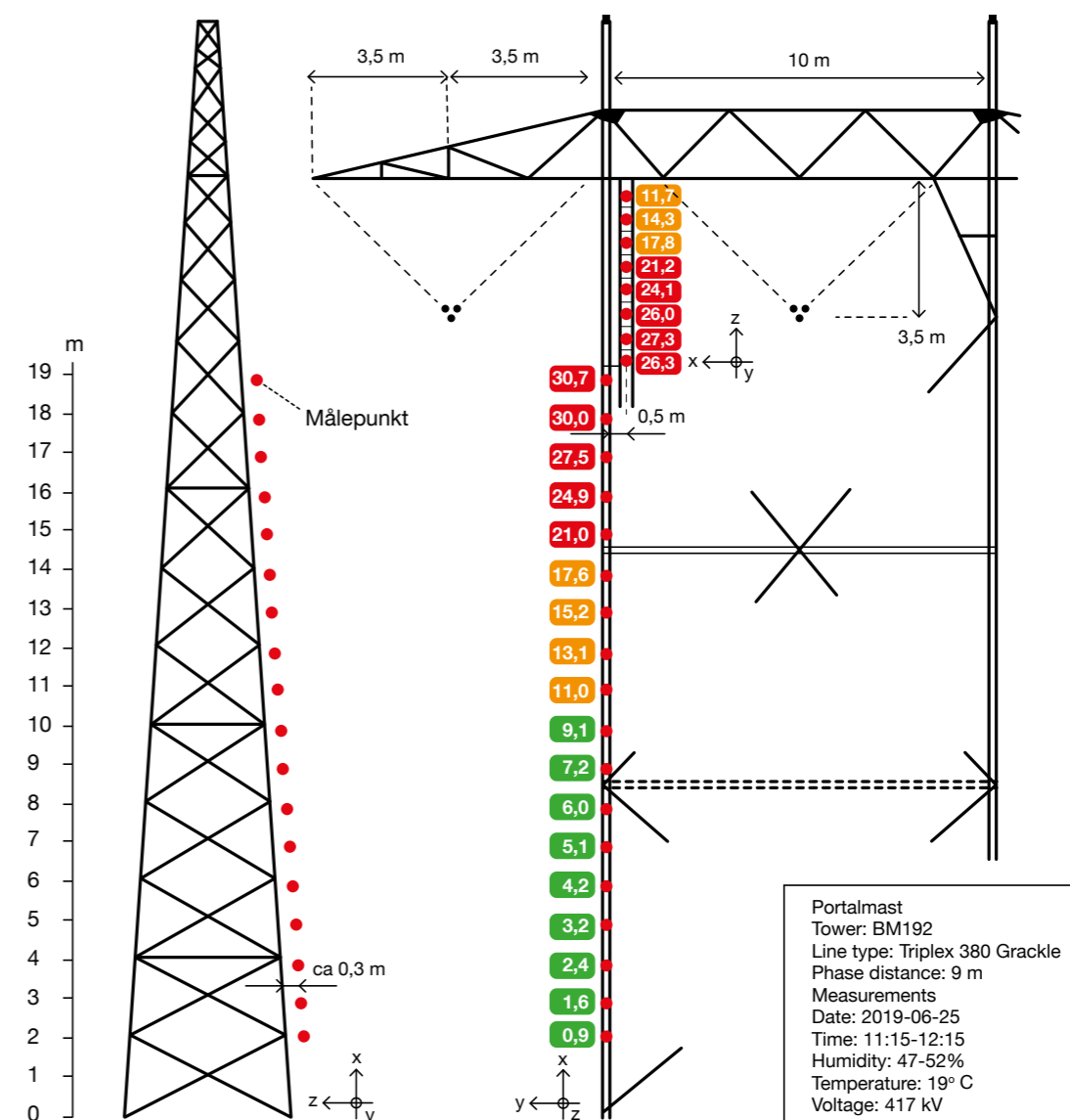
### 4 Arbeid i eller nær ved mast

Ved klatring i mast med spenningsatte liner kan det elektriske feltet overstige både nedre ( $E = 10 \text{ kV/m}$ ) og øvre ( $E = 20 \text{ kV/m}$ ) tiltaksverdi. Høyden dette inntreffer på avhenger blant annet av systemspenning, type mast og opphengsgeometri.

Over nedre tiltaksverdi skal forbyggende tiltak mot kontaktstrømmer og gnistutladninger utføres. Dette kan være hjelpemiddel som utjevner potensialforskjellen mellom person og mast. For eksempel ledende skosåler eller metallbånd mellom underarm og mast.

Dersom kraftledningen må være spenningsførende og arbeidsoperasjonen samtidig krever at personell oppholder seg i øvre del av masten, er ledende arbeidsklær et aktuelt tiltak for å redusere feltstyrken.

Et eksempel på målinger av elektriske felt i en 420 kV portalmast er vist nedenfor (målt i 30 cm avstand fra mastestrukturen).



Målt elektrisk feltstyrke E [kV/m] for en 420 kV portalmast.

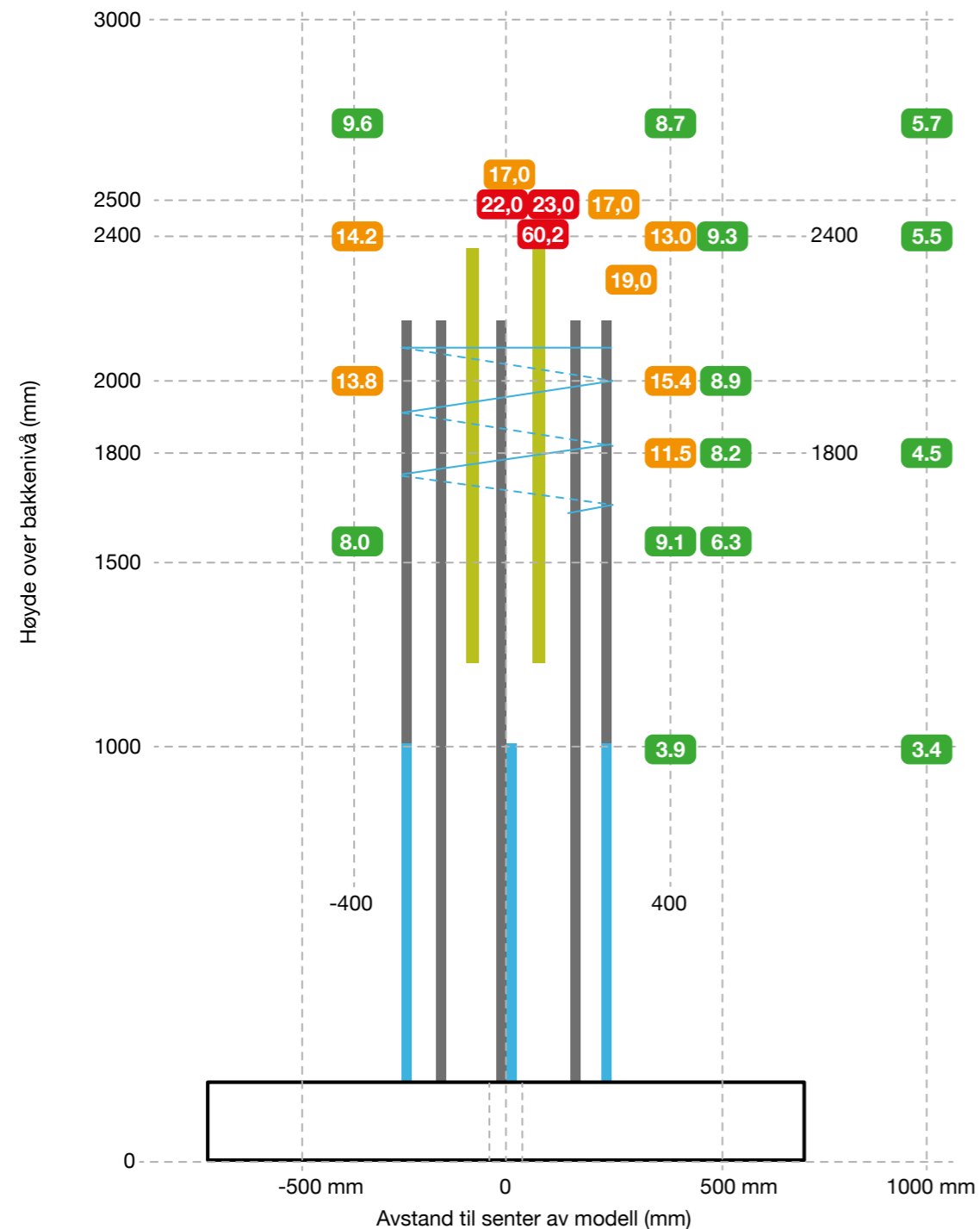


Ved fundamentering under eller nær ved spenningsatte liner vil kan det elektriske feltet overstige både nedre ( $E = 10 \text{ kV/m}$ ) og øvre ( $E = 20 \text{ kV/m}$ ) tiltaksverdi.

Et eksempel er målinger av elektriske felt rundt et fundament rett under en 420 kV ledning på drift. Målingene

viste at det var en kraftig feltforsterkning rundt toppen av fundamentet.

Aktuelle tiltak kan være arbeidsposisjon (holde avstand til overkropp og hode) og ulike skjermingstiltak inklusiv ledende bekledning.



Målt elektrisk feltstyrke  $E$  [kV/m] rundt en modell av et fundament med stålarmering og bolter.

### 5 Arbeid nær inntil antenner (radiolinjestasjoner)

Nær inntil antenner i radiolinjestasjoner kan feltstyrken fra de elektromagnetiske feltene overstige grenseverdiene for yrkeseksponering. Arbeidstakere i Statnett skal derfor følge innholdet i notatet "Vurdering av strålingsfare ved etablering og drift av våre radiolinjesystemer".

### 6 AUS-oppgaver med "Barhåndmetoden" eller "Hanskemetoden"

For AUS arbeidsoperasjoner med barhåndsmetode ivaretas EMF-regelverket i Statnett av særskilte AUS-prosedyrer, ref. dokumentet "Exposure for magnetic fields during bare hand work", sist oppdatert desember 2018.

### 7 AUS-oppgaver med isoleringstang

For AUS-arbeid med isolerstang gjelder de samme tiltaks- og grenseverdier for EMF som ved alt annet arbeid i Statnetts anlegg.

### 8 Omvisning på høyspenningsstasjoner

For omvisning av privatpersoner, som skoleelever, familie osv., gjelder de veiledende grenseverdiene for befolkningseksponering. Grenseverdien for magnetfeltet er  $200 \mu\text{T}$ , og dette kan i enkelte tilfeller bli overskredet ved ferdsel under det elektriske anlegget. Imidlertid vil dette som regel bare kunne skje under luftspoler eller i umiddelbar nærhet til kabelmuffer. Grenseverdien for det elektriske feltet er  $5 \text{ kV/m}$ , og dette nivået overskrides ofte ved ferdsel nær apparatene i høyspenningsanleggene til Statnett.

Ruten som brukes i forbindelse med omvisning av privatpersoner, må derfor tilrettelegges slik at ferdsel i utendørsanlegg unngås i størst mulig grad.

### 9 Kontaktstrøm og gnistutlading

Under planlegging og utførelse av arbeidsoppgaver skal det tas hensyn til kontaktstrøm og gnistutlading. Ved for eksempel gass- og oljepåfylling samt ved arbeid med berøring av strømløse samleskinner eller luftledninger (etter at arbeidsjordi er tilkople) i nærheten av spenningsatte anleggsdeler, skal det alltid foretas utligning for å hindre kontaktstrøm og gnistutlading. Dette kan gjøres i form av en elektrisk utligning mellom metallstige eller lift og elektrisk ledende del(er).

Husk at ved arbeid på høyspenningsanlegg skal det alltid utføres kontroll av strømløs tilstand og dobbel arbeidsjordi nær arbeidsstedet. Når lastebiler, gravemaskiner, kraner, tilhengere og andre maskiner brukes under strømførende ledninger, bør det etableres jordforbindelse til disse. Det kan også være nødvendig å foreta utligning mellom ulike deler av metallet på kjøretøyet.





**Statnett SF**

Nydalen Allé 33  
0484 Oslo

T 23 90 30 00  
F 23 90 30 01

**Mer informasjon om elektriske og magnetiske felt**

finnes på Statnetts interne EMF arbeidsrom. Her finnes blant annet underlagsdokumentasjon i form av målerapporter fra Statnetts anlegg (stasjoner og ledninger), flytskjema for risikovurdering, presentasjoner mm.

**Spørsmål og kommentarer**

til denne veilederen kan rettes til HMS konsern.

**Statnett**