

Sikring av Tjeldbergodden transformatorstasjon

Premisnotat
Mai 2026





Innholdsfortegnelse

1	Innledning og bakgrunn	3
1.1	Bakgrunn for notatet	3
1.2	Regelverk og forskrifter	3
1.3	Typer sikring av anlegg	5
2	Områdesikring.....	6
2.1	Generelt om områdesikring.....	6
2.2	Foreslåtte krav til områdesikring.....	7
3	Skallsikring.....	7
3.1	Generelt om skallsikring	7
3.2	Krav til skallsikring for bygningskonstruksjon.....	8
3.3	Krav til skallsikring for hovedtransformatorer	9
4	Sonesikring	10
5	Elektronisk sikring	10
5.1	Innbruddsalarm	11
5.2	Adgangskontroll.....	12
5.3	Kameraovervåkning	12
6	EMP-sikring	13
6.1	Generelt om EMP-sikring.....	13
6.2	Foreslåtte krav til EMP-sikring.....	14
7	Vedlegg.....	16
8	Referanser og videre litteratur	16

1 Innledning og bakgrunn

1.1 Bakgrunn for notatet

Ved planlegging av nye transformatorstasjoner er det flere faktorer som må hensyntas. Bortsett fra de rent elektrotekniske egenskapene og kriteriene for dimensjonering og prosjektering av en ny stasjon, er krav i Kraftberedskapsforskriften (Kbf) en av de viktigste grunnlagene for prosjektering. Denne gir krav som skal bidra til integritet og forsyningssikkerhet i kraftsystemet. Det gjelder både systemmessige krav til f.eks oppbygging og redundans i anleggene, samt sikkerhetsmessige krav knyttet til fysisk og elektronisk/digital sikring av anlegg. Dette er enda mer aktuelt med dagens sikkerhetssituasjon i Europa.

De systemmessige kravene til anleggene kan i større grad forbli uforandret i forhold til tidligere, men det er enda mer relevant å se på ulike krav til fysisk og elektronisk sikring av anleggene, i hvilken grad de skal tolkes etter forskriftens og veiledningens tekst, samt i hvilken grad man skal vurdere innstramninger sammenlignet med dagens praksis. Det gjelder både ulike former for sikring rent isolert, samt totaliteten når man ser de ulike typene sikring i sammenheng.

Målet med notatet er primært å gi en forenklet oversikt med bakgrunn i Kbf med veiledning, samt i relevante REN-blader som beskriver beste praksis for ulike typer sikring.

1.2 Regelverk og forskrifter

I dette notatet legges som nevnt Kbf og FEF til grunn for premissene i dette notatet, og dermed for prosjekteringen og valg av løsninger for nye Tjeldbergodden trafostasjon. Her gjennomgås kort de viktigste kravene i forskriften, og hvilken relevans disse har.

§ 5-1. Sikringsplikt er den grunnleggende paragrafen knyttet til sikring. Denne sier følgende:

Virksomheter plikter å sikre anlegg, system eller annet som er eller kan bli av vesentlig betydning for virksomhetens ledelse, drift eller gjenoppretting i ekstraordinære situasjoner mot uønskede hendelser og handlinger, herunder adgang for uvedkommende. Med anlegg menes her også bygg og andre ressurser omfattet av kapittel 4.

Videre har man § 5-2. Klasser. Denne deler inn anlegg i 3 ulike klasser etter anlegges betydning for kraftforsyningen. Klasse 1 er minst viktig, og klasse 3 er viktigste, og i realiteten kun brukt for Statnett sine anlegg. Mellom sine nye trafostasjoner, inkludert nye Tjeldbergodden trafostasjon, vil imidlertid falle inn under klasse 2-anlegg. Disse omfatter en rekke typer energianlegg, inkl.:

b. Transformatorstasjon med samlet hovedtransformatorytelse på minst 50 MVA og høyeste spenningsnivå på minst 30 kV.

Videre påligger det nettselskapene et krav knyttet til stasjoner som skal bygges, og hvordan de skal utformes og bygges etter krav i Kbf. Dette er angitt i § 5.8 Vurdering:

Virksomheter som planlegger å bygge eller vesentlig endre eller utvide anlegg som er eller vil være klassifisert etter denne forskriften, skal på bakgrunn av anleggets klasse, foreta en risikovurdering og prosjektere, utføre og sikre anlegg og system som angitt i denne forskrift.

Og til sist er det i vedlegg til Kbf listet opp mer detaljerte krav til ulike typer anlegg i de 3 klassene definert i Kbf. For transformatorstasjoner i klasse 2 gjelder følgende:

2.1.1 Anleggets sikringsnivå skal ivaretas gjennom en kombinasjon av bl.a. følgende tiltak:

- a. Uønskede hendelser og handlinger skal oppdages raskt og håndteres av et effektivt reaksjonsmønster.*
- b. Fysisk og elektrisk utførelse og beskyttelse skal være på et nivå som begrenser tap av funksjon og ødeleggelse.*
- c. Gjenoppretting av eventuelle funksjonstap skal skje uten ugrunnet opphold.*
- d. Redundans i anlegget eller kraftsystemet.*

2.1.2 Tiltakene skal komplettere hverandre og gi en balansert helhet.

2.1.3 Anlegget skal fungere uavhengig av de strømutfall som kan forekomme i ordinær strømforsyning og påregnelige feil i eget strømforsyningssystem.

2.2.1 Anlegget skal være utstyrt med effektive og pålitelige alarmer for brann, innbrudd, elektriske feil og feil i styresystemer, samt ha etablert tiltak for effektiv reaksjon.

2.2.2 Viktige anleggsdeler som driftsbygg, innendørs apparatanlegg, muffeanlegg og anlegg for stasjonsstrøm og styring skal ha god skallsikring etter fastsatte normer.

2.2.3 Driftskontrollrom og andre rom for styring og samband skal være egne adgangs-kontrollerte soner med middels sikringsnivå og brannmotstand etter fastsatte normer.

2.2.4 Alle hovedtransformatorer med tilhørende adkomster skal sikres fra alle kanter med bygg eller lignende, med god beskyttelse etter fastsatte normer for sikring og brannmotstand.

2.2.5 Anlegget skal ha dublerede føringer for stasjonsstrøm og styresignaler.

2.2.6 Skal som hovedregel ha dublering av de viktigste komponenter for anleggets primære funksjoner. Dette gjelder bl.a. samleskinner, skillebrytere, samt annen nødvendig utrustning.

2.2.7 Skal ha et dublert nødstrømsanlegg med batteribank og avbruddsfri strømforsyning. Om det ikke er installert et stasjonært nødstrømsaggregat, må et mobilt aggregat kunne kobles til innenfor batteritiden under maksimal belastning. Anlegget må samlet sett ha en gangtid på minst to døgn.

2.2.8 Viktige kabler for driftskontroll og styre- og nødstrøm skal så langt som mulig, fysisk separeres fra høyspentkabler.

En del av disse kravene som 2.2.5 – 2.2.8 omfatter i større grad krav til system og redundans, og ikke ulike typer sikring. Disse gjennomgås ikke nøyere i dette notatet, og adresseres gjennom andre deler av prosjekteringen av stasjonen.

Forhold til Forskrift om elektriske forsyningsanlegg (FEF):

Kbf og FEF har noe ulike formål. FEF skal primært sikre at anlegg utføres og driftes slik at de ivaretar den funksjonen de er tiltenkt, samtidig som det hensynas tiltak som ivaretar liv og helse. Kbf har primært kraftsystemmessige formål som beredskap og forsyningsikkerhet. I enkelte tilfeller kan det være at de to forskriftene er motstridende. I slike tilfeller anses det som at FEF har forrang, og tiltak som må utføres for å tilfredsstille Kbf blir dermed tilpasset.

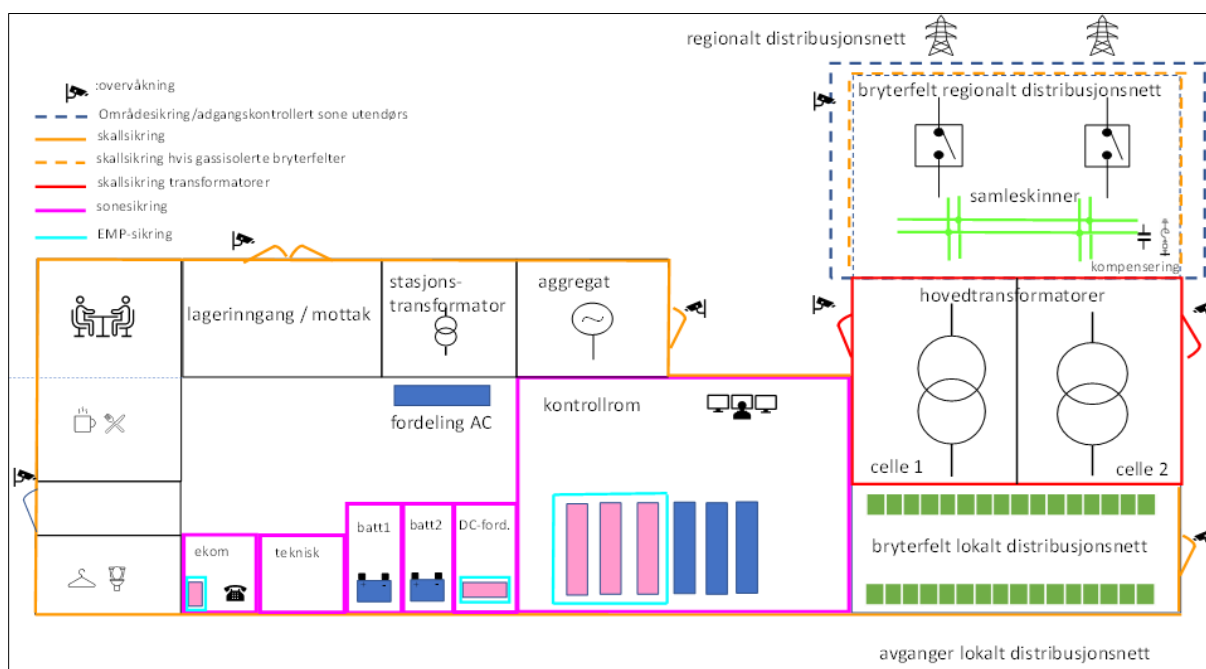
Normer og standarder:

Flere normer og standarder er også henvist til direkte i Kbf. Disse regnes derfor for å være av spesiell relevans for å oppfylle stilte krav. Disse normene og standardene er:

- ✓ NS-EN 13501: Brannklassifisering av byggevarer og bygningsdeler
- ✓ NS-EN 1627: Inngangsdører, vinduer, påhengsvegger, gitter og skodder – Innbruddssikkerhet – Krav og klassifisering
- ✓ NS-EN 1303: Bygningsbeslag – Låssylindere – Krav og prøvingsmetoder
- ✓ NS-EN 12209: Bygningsbeslag – Låser og fallelåser – Mekanisk betjente låser, fallelåser og beskyttelseskåper – Krav og prøvingsmetoder
- ✓ NS-EN 12320: Bygningsbeslag – Hengelåser og hengelåsbeslag – Krav og prøvingsmetoder
- ✓ NS-EN 356: Bygningsglass – Sikkerhetsruter – Prøving og klassifisering av motstand mot innbrudd og hærværk
- ✓ NS-EN 1990: Eurokode – Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner
- ✓ NS-EN 1992: Eurokode 2: Prosjektering av betongkonstruksjoner – Del 1-1: Allmenne regler og regler for bygninger

1.3 Typer sikring av anlegg

Figuren under er hentet fra veilederen til Kbf. I denne og tilhørende tekst defineres flere ulike typer sikring av anleggene knyttet til funksjonskravene i selve forskriftsteksten. I tilhørende REN-blader utdypes spesifikt ulike typer sikring, og hvordan krav til disse i praksis kan oppfylles.



Områdesikring: Med områdesikring forstås anleggets ytre sikringssone. Det består av barrierer som markerer anleggsgrensen for uvedkommende, og som fysisk skal hindre eller begrense adkomsten til anlegget eller frittstående anleggsdeler.

Skallsikring: Med skallsikring menes beskyttende bygningsmessige konstruksjoner som helt eller

delvis omslutter viktige eller sårbare komponenter eller et definert område. Det kan være bygningskropp eller konstruksjoner inkludert mulige adkomster som dører, vinduer mv. som er utført etter visse byggetekniske og sikringsmessige krav og normer.

Sonesikring: Forstås som ekstra sikring av et avgrenset område innenfor skallsikringen. Dette er typisk et avgrenset rom med funksjoner som er av særskilt viktighet for anlegget, og derfor bør ha ekstra beskyttelse utover normal skallsikring.

Elektronisk sikring: Omfatter all elektronisk sikring som tilgangskontroll, overvåkning og innbruddsalarm for stasjonsanleggene, både stasjonsbygg og inngjerdet område med omgivelser.

EMP-sikring: Omfatter sikring mot EMP (elektromagnetisk puls) eller EMI (elektromagnetisk interferens) som kan skyldes både naturlige og menneskeskapte årsaker som kjernevåpen eller spesifikke elektromagnetiske våpen.

Ellers angir veilederen til forskriften følgende krav til dokumentasjon av sikring:

Virksomheten bør kunne presentere en tegning der disse grensene er tegnet inn, for å tydeliggjøre hvilke barrierer, dører, porter, luker, osv. som er sikret etter hvilke krav. Det må være enkelt å redegjøre for hvilke sikringstiltak som er brukt.

NB: Det anses som hensiktsmessig at prosjekterende utfører en slik tegning på en situasjonsplan som inkluderer inngjerdet område og stasjonsbygget.

2 Områdesikring

2.1 Generelt om områdesikring

Merk: I KBf er det ingen faktiske krav til områdesikring for klasse 2-stasjoner. I stedet må dette området sees i sammenheng med resten av sikringen, og særlig skallsikring. Dette er også spesielt adressert i pkt. 2.1.2 i vedlegg 2 til forskriften som sier at «*tiltakene skal komplettere hverandre og gi en balansert helhet*».

I tillegg er det gitt krav i FEF til sikring gjennom krav i §4.5 Installasjoner. Her er angitt funksjonskrav til høyspenningsinstallasjoner at det skal være slik at de er sikre for personell, allmennhet og omgivelser. For områdesikring gjelder blant annet følgende:

- Områdesikring omfatter f.eks. bommer, gjerder, porter med låser og beslag, samt eventuelt betongskillere og store steiner.
- Sikres etter standard/norm for sikringsklasse, f.eks FG-norm og EN 1627 og EN 12320.
- Må ta hensyn til omgivelser, f.eks. kan det være lite hensiktsmessig eller ønskelig å områdesikre en transformatorstasjon i tettbygde strøk.
- Områdesikring skal ikke medføre lavere personsikring i nødstilfeller, f.eks ved rømning.
- Avstand til gjerder: Ved bruk av gjerde som områdesikring skal det være en minimumsavstand på 2,5 meter + N (tabell 4.1 i FEF). For 132 kV-anlegg med høyeste systemspenning (U_m) på 170 kV, skal N være 1300 mm.

2.2 Foreslåtte krav til områdesikring

Foreslåtte krav til områdesikring blir da følgende:

- Låser og beslag skal være iht. tabell under. Det må være tilsvarende soliditet i port, bom og lignende i en balansert helhet, uten glipper eller svake punkter.

Stasjonsklasse	Låsklasse iht. EN	FG-klasse - Låser
Klasse 2	3	2

- Gjerder skal være minst 2,5 meter høyt, inkludert tilleggssikring. Denne kan være piggråd eller lignende. Den skal monteres mot inntrengningsvei. Gjerdestolper må være solid fundamentert som støpes i løs grunn, bores ned eller boltes i fjell.
- Nettinggjerder – forslag til utførelse:
 - Må være godt festet i topp-/bunntråd samt i gjerdestolper, alternativt vinkeljern.
 - Maks avstand mellom gjerdestolper skal være 2,5 meter.
 - Maskevidde skal være maks 50 mm og tråddykkelse minimum 2,7 mm.
 - Alle skjøter må være godt sikret/sammenføyd. Maks åpning under gjerdet er 50 mm.
- Horisontal avstand fra gjerdet til spenningsførende deler skal være minst 3,8 meter iht. krav i FEF angitt over.
- Gjerdeporter: Det etableres gjerdeport for inn-/utkjøring til anlegget.
 - Utføres som automatisk glideport med bredde minst tilsvarende det som kreves for å transportere ut største transformator i stasjonen.
 - Skal ha tilsvarende høyde og utførelse som gjerdet.
 - Adgangskontroll som beskrevet i kapittel 5.2.
 - Port må kunne mekanisk låses med låser og beslag iht. sikringsklasse angitt over.
 - Det skal være forrigling slik at motor for portstyring ikke kan aktiveres når porten er mekanisk låst.
- Det etableres ikke bommer eller blokkering av mulige adkomster ved stasjonsområdet.

I tillegg er det i REN-blad angitt forslag til krav/utførelse av jording av gjerde og porter. Dette beskrives i eget jordingsnotat for stasjonen.

3 Skallsikring

3.1 Generelt om skallsikring

Skallsikringen skal utfylle og komplettere områdesikringen. For anlegg i Veiledningstekst til forskriften sier følgende om skallsikringen: *Skall omfatter bygningskropp, celler med stengsler, ståldører, rister, stålporter, etc. Skallet må bygges og sikres etter middels gode (kl 2) eller høye (kl 3) krav til standard/norm og etter lokal risikovurdering. Det er spesielt viktig å vurdere svake punkter som dører, vinduer, kabelføringer, luker og alle andre mulige adkomster.*

Viktige formål med skallsikringen er blant annet:

- Hindre og vanskeliggjøre innbrudd/inntrengning og skadeverk.

- Isolere og beskytte viktige anleggsdeler mot kortslutninger, lysbuer, brann og eksplosjoner samt mot naturgitt skade som snømengder, steinsprang og ras.
- Samtidig må dette avveies mot krav i FEF knyttet til personsikkerhet. Anlegget skal anordnes slik at det er lett å rømme fra ved brann, ulykker, etc.

Skallsikringen kan også ha grensesnitt mot andre typer sikring i kommende avsnitt. Dette gjelder f.eks. ekstra sikring for deler av bygget (sonesikring), adgangskontroll til bygget. Disse gjennomgås nøyere med tanke på krav i egne kapitler for annen type sikring.

Viktige normer og standarder knyttet til skallsikring:

NS-EN 1627: Krav til innbruddssikkerhet i 6 klasser: RC 1 til 6.

FG-klassifisering for innbruddssikring i 3 klasse: B1, B2 og B3

FG-klassifisering for låseenheter i 5 hovedklasser: FG 1 til FG 5

Krav til skallsikring er inndelt i to deler, skallsikring for stasjonsbygning og sikring av hovedtransformator, etter inndeling i veiledningen til Kbf.

3.2 Krav til skallsikring for bygningskonstruksjon

Det er angitt flere krav knyttet til skallsikring både i vedlegg 2 til Kbf og i § 4.7 og 4.9 i FEF. I Kbf er følgende krav angitt i vedlegg 2:

2.2.2 Viktige anleggsdeler som driftsbygg, innendørs apparatanlegg, muffeanlegg og anlegg for stasjonsstrøm og styring skal ha god skallsikring etter fastsatte normer.

Dette er utdypet i veiledningen til forskriften med mer detaljerte krav. Basert på disse, REN-blad 7685, samt FEF med veiledning er det tabell med forslag til sentrale krav for skallsikring av stasjonsbygningen i trafostasjonen.

Tabell 1. Krav og premisser for skallsikring for stasjonsbygg i Tjeldbergodden transformatorstasjon.

Anleggsdel	Krav satt til skallsikring
Vegger	Vegger i skallsikringen skal generelt ha brannmotstand REI 60 (M dersom relevant) med gjennomgående sikringsklasse RC4.
Vegger	Vegger i rom med trafoceller med over 1000l olje skal ha brannmotstand REI 90.
Dører	Dører i skallsikring skal ha sikringsklasse RC4/FG-kl.3 og brannmotstand EI 60. Dører i trafoceller med over 1000l olje skal ha brannmotstand EI 90.
Ytterdører	Utvendige dører skal ha FG-godkjent lås og bakkantbeslag. Ytterdører skal videre ha motorlås/elektrisk sluttstykke mot alarm eller adgangskontroll. Mekanisk lås må alltid overstyre den elektroniske avlåsningen.
Dører	Dørene i rømningsveiene skal ha fri bredde på minimum 0,9 m og kunne åpnes med et grep i rømningsretningen. Alle ytterdører og ellers dører i rømningsveier og fra høyspentrom og batterirom skal åpnes fra innside med vertikalt panikkbefrigelse.
Vinduer	Det tilstrebes å unngå bruk av vinduer i skallsikringen. Ved bruk skal de ha beredskapsklasse P5A eller P6B.

Åpninger i skallsikring	Åpninger i skallsikringen skal sikres tilsvarende resten av skallsikringen. Alle rister skal være innstikkssikre.
Adgangskontroll og deteksjon	Egne krav til adgangskontroll og deteksjon er stilt i kapittel 5.

3.3 Krav til skallsikring for hovedtransformatorer

Krav til sikring av hovedtransformator i veiledning til Kbf:

2.2.4 Alle hovedtransformatorer med tilhørende adkomster skal sikres fra alle kanter med bygg eller lignende, med god beskyttelse etter fastsatte normer for sikring og brannmotstand.

Dette er utdypet i veiledningen til forskriften med mer detaljerte krav. Basert på disse, REN-blad 7685, samt FEF med veiledning er det tabell med forslag til krav for sikring hovedtransformatorer.

Tabell 2. Krav og premisser for sikring av hovedtransformatorer i Tjeldbergodden transformatorstasjon.

Anleggsdel	Krav satt til skallsikring
Konstruksjon	Transformatorene skal ha sideveis beskyttelse fra alle kanter ved utforming av trafocelle. Sidebeskyttelsen skal skjule transformatorer opp til topp endemuffer.
Konstruksjon	Transformatorens beskyttende konstruksjon (vegger) tåle en belastning på minimum 2 kN/m ² fra alle kanter.
Vegger	Vegger i transformatorceller skal ha brannmotstand minimum REI 90. Bakvegg i trafoceller mot 22 kV-rom i stasjonsbygg skal ha brannmotstand REI 120.
Konstruksjon	Trafoceller utføres i plasstøpt betong med veggtykkelse 200 mm dobbeltarmert i fasthetsklasse B35. Armering iht. gjeldende betongstandard.
Dører og øvrige åpninger	Dører/porter/låser utføres i sikringsklasse FG 3/RC 4 eller bedre. Stålgitter i lufteåpninger skal ha sikringsklasse RC 4. Stengsler av tilsvarende kvalitet som øvrig konstruksjon monteres i eventuelle transportåpninger.
Føringsveier	Alle føringer for kabler, rør, kanaler, kulverter og andre mulige adkomster inn til transformatorcelle sikres tilsvarende.

Se også forskrift om elektriske forsyningsanlegg (FEF) § 4-9 om sikkerhetstiltak og sikkerhetsutstyr.

4 Sonesikring

I vedlegg til Kbf er sonesikring forklart som «et avgrenset rom/område, f.eks. kontrollrom, data/sambandsrom, rom for nødstrøm, beredskapsrom og lignende. Sonen sikres etter anleggets klasse, viktigheten av utstyret i sonen og nivået på ytre skallsikring».

Videre angir pkt. 2.2.4 i vedlegg 2 følgende krav:

Driftskontrollrom og andre rom for styring og samband skal være egne adgangskontrollerte soner med middels sikringsnivå og brannmotstand etter fastsatte normer.

Videre er det i veiledningen angitt følgende forslag til krav:

Sonesikring omfatter særlige viktige områder/ rom for lokalkontroll, samband, nødstrøm og liknende. Sikringsnivået skal tilpasses viktigheten av utstyret i sonen og nivået på den ytre skallsikringen, normalt minst FG-klasse 3 eller sikringsklasse 3 eller 4 etter EN 1627. Se også veiledning om adgangskontroll for uvedkommende til § 5-1 om sikringsplikt.

Det finnes ikke et eget REN-blad for sonesikring. Krav til dette vurderes derfor ut fra anbefalinger og ordlyd i forskriften samt risikovurdering for de ulike rommenes og stasjonens betydning.

Følgende rom er risikovurdering til å ha en sikring som avviker fra resten av bygget:

- Sonesikring skall: Kontrollrom. Skal ha dør med sikkerhetsklasse RC4 fra sosialt rom. Øvrige innerdører kan ha lavere sikringsklasse, inkludert de to andre dørene inn til kontrollrom.
- Sonesikring EMP: Gjelder kontrollrom og tavlerom. Disse skal ha virtuell skjerm iht. beskrivelse i kapittel 6.2, i tillegg til innføringsramme som plasseres under datagulv i kontrollrom.

For øvrig anses en kombinasjon av områdesikring rundt stasjonsområdet, skallsikring i bygget samt (kamera)overvåkning og innbruddsalarm for å være tilstrekkelig til å oppfylle forskriftens intensjon om sikring av kontrollrom og samband knyttet til stasjonen.

5 Elektronisk sikring

Det finnes ingen eksplisitte krav til elektronisk sikring i Kbf. Krav og premisser i dette avsnittet er dermed basert på funksjonskrav i forskriften, særlig vedlegg 2 til forskriften, pkt. 2.1.1, a.:

Uønskede hendelser og handlinger skal oppdages raskt og håndteres av et effektivt reaksjonsmønster

Videre er det i § 5.1 Sikringsplikt angitt at plikten for å sikre mot uønskede hendelser også inkluderer kontroll på adgang for uvedkommende. Veilederen til forskriften gir utdypning til forskriftstekst bl.a. med tanke på adgangskontroll samt følgende tekst knyttet til dette med stasjonsovervåkning:

Anlegget skal være utstyrt med effektive og pålitelige alarmer for brann, innbrudd, elektriske feil og feil i styresystemer, samt ha etablert tiltak for effektiv reaksjon. Det skal til enhver tid holdes kontroll på hvem som har rettmessig adgang til anlegget, i henhold til § 5-1.

For å oppfylle intensjonen i disse kravene må det derfor anordnes system for innbrudd, adgangskontroll og kameraovervåkning. Foreslåtte krav til disse anleggene og viktige grensesnitt knyttet til disse anleggene er angitt i de neste avsnittene. Det er besluttet at stasjonen ikke skal ha et høyttaleranlegg som er angitt som mulighet i REN-bladet.

5.1 Innbruddsalarm

Det skal monteres et innbruddsalarmanlegg med detektorer som dekker alle arealer som har tilgang via dører. Løsning for innbruddsalarm må omfatte minimum følgende elementer:

- Innbruddssentral med FG Grad 3
- Potensialfri kontaktsett mot DS (eksternsignal mot scada)
- Alarmsender (felles med brannalarm, intern verifikasjon med «polling» maks 180 sek intervall)
- Plassering av anlegg:
 - Brannalarmanlegg og innbruddssentral plasseres i tavlerom.
 - Betjeningspanel og grensesnitt kontaktfrie kontaktsett plasseres ved hovedinngang.
- Betjeningspanel ved hovedinngangsdør.
- Sirener (ute og inne).
- Bevegelsesdetektorer.
- Magnetkontakter (dører og nødvendige vinduer).
- Alt utstyr skal sabotasjesikres.

Øvrige punkter som tas hensyn til ved prosjektering av innbrudds- og brannalarm:

- For kursopplegg skal det hvor det er praktisk mulig legges skjult anlegg fra dørsentral og fram til topp av døråpning.
- Anlegg for innbruddssentral skal være adresserbart, og sentral skal ha alarmutganger (potensialfri kontakt) for; ekstern alarmsender, alarm og feil til kontrollanlegget.
- Det skal medtas bevegelsesdeteksjon med PIR-detektor, hvor plassering og type tilpasses for å varsle aktuelle hendelser og unngå uønskede alarmer.

For innbruddsalarm skal følgende grensesnitt hensyntas:

- Prosjekterende (rådgiver) utarbeider premisser for leveransen og medtar mengdeposter.
- Entreprenøren må selv utarbeide detaljtegninger og ev. øvrige tegninger etter behov. Lokal tilpasning til stedlige forhold på montasjestedet påhviler entreprenøren i sin helhet.
- Magnetkontakter skal være en del av dørleveransen.
- Innbruddsalarm skal ha kobling mot adgangskontrollanlegg med tanke på til inn/utkobling og status mot kontrollanlegget.

Se for øvrig kravene i siste delkapittel kap. 3.2 krav til skallsikring for byggkonstruksjon.

Forskrifter og normer

Følgende generelle normer og forskrifter gjelder for leveransen på transformatorstasjon, herunder innbruddsalarmanlegget:

- EN-50131 serien, Alarmsystemer, systemkrav og utstyr

- FG-201-1 Sertifisering og FG-godkjenning av foretak, kompetansekrav
- FG-201-2 Regler for automatiske anlegg
- FG400-1 Nordiske produkt registrering
- Brannteknisk rapport fra rådgiver (RIBR) i prosjektet.

Brannteknisk rapport gjelder spesielt. Det skal kun benyttes FG-godkjent materiell og anlegget skal tilfredsstille kravene i «Regler for innbruddsalarmanlegg» og NEK-EN50131.

Byggherre godkjenner leveranse av innbruddsalarmanlegg av type SPC for å opprettholde driftssikkerhet og kapabilitet.

5.2 Adgangskontroll

For adgangskontroll til stasjonsbygningen og evt. området gjennom port gjelder følgende:

- Det skal leveres et komplett automatisk adresserbart adgangskontrollanlegg
- Anlegget skal ha integrert funksjon med innbruddsalarmanlegget.
- Anlegget skal ha utvidelsesmulighet og ha reservekapasitet.
- Adgangskontroll skal skje via inngang med kortleser via port og hovedinngangsdør.
- Kortlesere for utendørs montasje skal være vandalsikker og sabotasjeovervåket iht. FG-klasse. Den skal også være vann og sprutsikker IP-klasse.
- Sentral leveres med batteriforsyning ved nettutfall.

Byggherre godkjenner leveranse av adgangskontroll av type HID eller Lenel. Nye anlegg skal minimum kommunisere med ett av disse anleggene.

5.3 Kameraovervåkning

For kameraovervåkning av anlegget gjelder følgende:

- Det skal leveres et ITV-anlegg utendørs, som dekker hele områdesikringen. Kamera antall vurderes av tilbyder og godkjennes av byggherre iht. funksjonskrav.
- For AIS området monteres ITV-anlegg topp på VIK Ørsta stolper eller tilsvarende i hensiktsmessige plassering for å dekke adkomstområder.
- Det skal medtas kamera av AXIS eller tilsvarende.
- Skilter for ITV skal godkjennes av byggherre og være iht. REN-blad 8032 og REN-blad 7032 mtp. utforming og kvalitet
- Det skal leveres et digitalt PC basert anlegg for TV-overvåking (ITV), inklusiv et avansert bevegelsesdeteksjonssystem.

Prosjekterende må koordinere områder for kameraovervåkning mot områdebelysning prosjektert av elektroressurs samt nødvendig antall datapunkter.

6 EMP-sikring

6.1 Generelt om EMP-sikring

Sikring mot EMP og EMI kan være et omfattende komplekst temaområde. Det finnes også relativt få tydelige og konkrete krav i relevante lover og forskrifter med tilhørende veiledning. Det som finnes er i hovedsak enkle funksjonskrav og retningslinjer. Faktiske krav til trafostasjoner må derfor vurderes og fastsettes i hvert enkelt tilfelle, eventuelt ved en intern spesifisering som fastlegger interne krav til trafostasjoner av ulik art og klasse iht. Kbf. Under er det gitt en kort oversikt over de kravene som faktisk finnes, før det med bakgrunn i disse og relevant REN-blad for EMP-sikring foreslås krav og løsninger for Tjeldbergodden trafostasjon.

Krav i Kbf:

Det finnes ingen eksplisitte og konkrete krav til sikring mot EMP eller EMI i Kbf. Det som derimot foreligger er følgende vurderingskrav:

Virksomheter skal vurdere driftskontrollsystemets sårbarhet for elektromagnetisk puls (EMP) eller elektromagnetisk interferens (EMI). Dersom sårbarheter avdekkes, skal det gjennomføres sikrings- eller beredskapstiltak etter driftskontrollsystemets betydning for sikker drift og gjenoppretting av funksjon i kraftforsyningen.

I tillegg til utdypes dette noe i veiledningen til forskriften, hvor det blant annet står at:

Et sentralt driftskontrollsystem som styrer mange lokalkontrollanlegg vil kreve høy driftspålitelighet (oppetid), mens andre mindre kritiske funksjoner, eksempelvis lokalkontrollanlegg, kan tillates å falle ut en kort tid.

Et stasjonsanlegg vil være et lokalkontrollanlegg, og dermed ikke være pålagt like strenge krav som et sentralt driftskontrollsystem. Dette må gjenspeiles i risikovurderingen som utføres for EMP-sikring av stasjonskontrollanlegget og kravene som stilles i dette. I tillegg til dette henvises det til mer tydelige krav i § 7-14 i forskriften som stilles til driftskontrollsystem. Dette gjelder imidlertid i større grad det sentrale driftskontrollsystemet med driftssentral enn lokale systemer.

Krav i FEF:

FEF har ikke spesifikke krav knyttet til EMP og EMI, men i § 2-11 er det angitt at *anlegg skal ha nødvendig overvåking, vern, regulerings- og kontrollutstyr slik at det fungerer etter hensikten og på en sikker måte*. Videre er det i § 4-10 beskrevet at:

Installasjoner skal ha nødvendige hjelpesystemer og utstyr for overvåking, kontroll, regulering og beskyttelse, slik at drift, gjenoppretting av funksjon og vedlikehold kan gjennomføres på en effektiv og sikker måte.

Til denne paragrafen er det i tillegg veiledning om høyfrekvente forstyrrelser av kontrollanlegg, hvor radiosendere, EMP og lignende er nevnt som kilder. Det er i tillegg gitt en punktliste over mulige tiltak. Disse er følgende:

- *Egnet utførelse av måletransformatorer, effektiv skjerming mellom primær- og sekundærkrets, samt prøving av høyfrekvenssegenskaper*
- *Beskyttelse mot lynnedslag*

- *Forbedret jordingssystem og sammenkoplinger av jordforbindelser*
- *Skjerming av kabler i sekundærkretsen*
- *Inn og utgående par til samme funksjon bør anbringes i samme kabel.*
- *Kontrollkabler bør ikke forlegges sammen med andre kabler.*

Flere av disse ivaretas i egne vurderinger i en elmekleveranse. De relevante kravene knyttet til bygg og anlegg vurderes i dette notatet.

Videre er det i REN-blad 7686 gjort en langt mer omfattende jobb med å gå gjennom teori, forskriftstekster og andre relevante kilder knyttet til EMP-sikring av trafostasjoner. Dette inkluderer også forslag til krav som skal oppfylle intensjonen i de ulike forskriftstekstene og sikre at trafostasjoner sikres tilstrekkelig og på en formålstjenlig måte.

6.2 Foreslåtte krav til EMP-sikring

Her tas det primært utgangspunkt i krav i FEF med veiledning, samt i REN-blad 7686. I KBf og i REN-bladet er det angitt ulike typer forstyrrelse som det må tas hensyn til og eventuelt beskyttes mot. De viktigste av disse er:

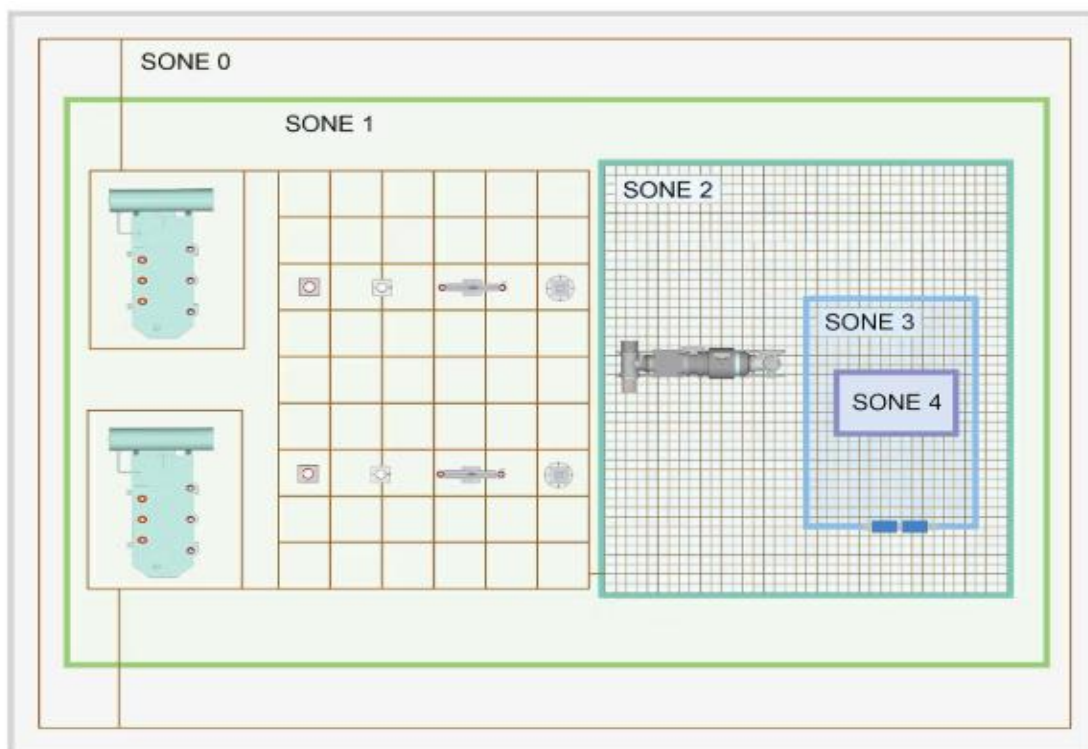
- EMP (HEMP): EMP fra kjernevåpen i høyde over 40 km.
- EMI: Elektromagnetisk interferens, betegnelse på forstyrrelser og støy i elektronisk utstyr som skyldes elektromagnetisk påvirkning fra omgivelsene, enten denne kommer i form av radiobølger eller via ledninger.
- IEMI: Tilsiktet (intentional) elektro-magnetisk interferens. Elektromagnetisk forstyrrelse forårsaket av radiofrekvente våpen (RFV) med mikrobølgekilder.

Soneinndeling:

Strategien for sikring baserer seg på et prinsipp om soneinndeling med demping av EMP-forstyrrelser utenfra og inn. Dette vil da innebære bedre skjerming og lavere grad av EMP-forstyrrelser og mindre stråling for hver sone man beveger seg innover i anlegget.

Soneinndelingen er foreslått i REN-bladet som følger:

- **Sone 0:** Omfatter alt utstyr som er ubeskyttet i friluft utenfor anleggets jordplan. Gjelder de delene av anleggene som ligger utenfor jordingsanlegget.
- **Sone 1:** Omfatter utstyr og apparater som på grunn av nærhet til jordplan (maskenett). Dette gjelder bl.a. utendørs apparatanlegg plassert på maskenett eller nær jordledere.
- **Sone 2:** Sonen omfatter utstyr og apparater som inngår i hjelpekraft, kontrollanlegg og kommunikasjon, inkl. utstyr i utendørs feltskap.
- **Sone 3:** Sonen omfatter vernsystemet, UPS og likespenning for styring og kommunikasjon, særlig taledelen. Dette er de funksjonene i anlegget med høyest prioritet med hensyn til å fungere etter en EMP-påkjennning, og omfatter f.eks følsomt og/eller viktig elektronikk som er sentralt for opprettholdelse av kraftleveringen
- **Sone 4:** Omfatter egenbeskyttelse ved hjelp av metallbokser og lignende som produsenter av utstyr benytter rundt spesielt følsomt utstyr inne i skap (mikroprosessorer e.l.). Dette er noe produsenten av utstyret leverer, og er ikke noe som konstrueres i anlegget.



Figur 1. Illustrasjon av soneinndeling for EMP-sikring.

For å oppnå ønsket grad av skjerming, er det tatt utgangspunkt i foreslåtte tiltak i REN-blad 7686, og gjort en helhetsvurdering av disse. Det anses ikke som nødvendig å oppfylle alle foreslåtte tiltak i REN-bladet for at forskriftens intensjon om skjerming skal være innfridd, men at en helhetsvurdering av tiltak tilsier at sentrale funksjoner i stasjonen er godt nok beskyttet. En detaljert liste over alle vurderte tiltak, samt samsvar med disse, finnes i vedlegg 1.

Sentrale prinsipper for EMP-skjerming ved Tjeldbergodden transformatorstasjon:

- Utforming av stasjonsområde og stasjonsbygg med ytre gjerde, dvs. inngjerdet område og mindre tilgang til stasjonsbygg for bruk av EMP-våpen. I stasjonsbygget er kontrollrom plassert i midten av bygget uten yttervegg, noe som gir forsterket beskyttelse for viktig utstyr for kommunikasjon og styring av stasjonen.
- Jording med maskenett, maskevidde maks 5x5 meter både for utendørs apparatanlegg og under stasjonsbygg.
- Det benyttes 360° jording av kabelforbindelser – dette gjelder spesielt i begge ender av forbindelser som starter i ytre sone som utendørs feltskap, kamera og adgangskontroll i port, og ender i indre sone som kontrollrom. Jording utføres ved bruk av EMC-nipler i kabelender. I tillegg brukes det innføringsramme og virtuell skjerm som beskrevet under.
- Det etableres en innføringsramme under systemgulv i kontrollrom som fungerer som et «single entry» for alle kabelføringer inn til kontrollrom. Rammen utføres som en «main box»-løsning fra Rextec.
- Det etableres en virtuell skjerm i både kontrollrom og rom for stasjonsstrøm (tavlerom). Dette innebærer en metallplate på gulv bakket opp på vegg slik at innkommende kabler kommer nær jordplan. Videre etableres det innføringsramme med 360° jording av alle kabelskjerm. Både rammen og jording i armering i gulv, vegger og tak sammenkobles med metallplaten.

- Armering i betongelementer for bygget kobles sammen, men ikke nødvendigvis med sveising. For vegger, gulv og tak etableres det sammenbundet armering som kobles sammen med jordingsnett samt gjennomføringsplate og virtuell skjerm.
- Det anskaffes EMC-sikre skap i kontrollrom. I disse benyttes det EMC-nipler som beskrevet over for jording av kabelskjermer.

Dette anses som de viktigste prinsippene for EMP-skjerming. En kombinasjon av plassering av kontrollrom, og solid armering som er sammenkoblet og koblet til jordingsnett, gir god demping av luftbåren stråling fra HEMP eller IEMI. Jording av kabelskjermer, etablering av og forlegging av kabler nær jordplan, samt EMP-kompatibelt utstyr gir god demping av ledningsbundne forstyrrelser. Det tilkommer også en rekke andre tiltak som er beskrevet i vedlegget.

7 Vedlegg

Vedlegg 1 – Samsvarsmatrise for EMP-sikring av trafostasjon.

8 Referanser og videre litteratur

1. Forskrift om sikkerhet og beredskap i kraftforsyningen (kraftberedskapsforskriften). Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2012-12-07-1157>.
2. Kraftberedskapsforskriften: Vedlegg 2 til § 5-5: Særlige krav til sikring for anlegg klassifisert i klasse 2. Tilgjengelig fra: https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2012-12-07-1157/KAPITTEL_10#KAPITTEL_10
3. NVE digital veileder - Veiledning til kraftberedskapsforskriften. Tilgjengelig fra: <https://veiledere.nve.no/kraftberedskapsforskriften/>
4. Forskrift om elektriske forsyningsanlegg (FEF) med veiledning. Tilgjengelig fra: <https://www.dsb.no/elsikkerhet/elektriske-forsyningsanlegg/veiledning-til-forskrift-om-elektriske-forsyningsanlegg/>
5. REN-blad 7683 – Områdesikring av transformatorstasjon.
6. REN-blad 7684 – Elektronisk sikring av transformatorstasjon.
7. REN-blad 7685 – Skallsikring av transformatorstasjon
8. REN-blad 7686 – EMP-sikring av transformatorstasjon.