Myndigheten för samhällsskydd och beredskap

Elmiljö i anläggningar för räddningstjänst

MSB tog över Krisberedskapsmyndighetens, Räddningsverkets och Styrelsen för psykologiskt försvars uppgifter den 1 januari 2009. Den här publikationen har därför fått ett nytt omslag. Däremot har innehållet inte förändrats, varför referenser till nu nedlagda myndigheter kan förekomma.

MSB:s kontaktpersoner:
Lars Berg, 010-240 52 41

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap
651 81 Karlstad Tel 0771-240 240 www.msb.se
Publ.nr MSB 0174-10 ISBN 978-91-7383-083-6

FÖRORD

Handboken vänder sig i huvudsak till de kategorier av personal som blir involverade vid produktion av räddningscentraler och sambandssystem. Exempel är företrädare för räddningstjänsterna, länsstyrelserna, konsulter och även Räddningsverkets egen personal. Syftet är att man skall kunna hänvisa till handboken vid upprättande av förstudie/åtgärdsförslag och att projektören därefter med direkt utnyttjande av materialet eller efter anpassning skall kunna utforma korrekta bygghandlingar för aktuella projekt.

Handboken tillhandahålls på www.raddningsverket.se

Räddningsverket

Avdelningen för stöd till räddningsinsatser

Enheten för tekniskt ledningsstöd

1 INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1 INNEHÅLLSFÖRTECKNING 3

2 REVIDERINGAR 6

3 INLEDNING 8

3.1 Allmänt 8

3.2 Förkortningar 9

4 ÖVERGRIPANDE ORIENTERINGAR 10

4.1 Elkvalitet 10
4.1.1 Reglerings- och belastningsvariationer 10
4.1.2 Kortvariga spänningsändringar och avbrott 11
4.1.3 Övertoner, Mellantoner 12
4.1.4 Transienter och andra överlagrade spänningar 14
4.1.5 Osymmetri 15
4.1.6 Likspänningskomponent 16
4.1.7 Frekvensavvikelser 16
4.1.8 Sammanfattning elkvalitet 17

4.2 Elektromagnetiska störningar 17
4.2.1 Åska 17
4.2.2 Statisk elektricitet 17
4.2.3 EMP – Elektromagnetisk puls från kärnvapen 19
4.2.4 HPM 21
4.2.5 RÖS 22

5 SKYDD MOT ELEKTROMAGNETISKA STÖRNINGAR 23

5.1 Elektromagnetisk miljö 23

5.2 Zonindelning 24
5.2.1 Zongräns uppbyggd av metallisk skärm 24
5.2.2 Zongräns uppbyggd av förgrenade jordplan 25

5.3 Skalskydd 26

5.4 Jordning 29
5.4.1 Jordning allmänt 29
5.4.2 Jordning inom zonen 31
5.4.3 Jordförbindning 34
5.4.4 Några sammanfattande jordningsregler: 35

5.5 Signalnolla 36

5.6 Åskskydd 37
5.6.1 Åskskydd av anläggningar 38
5.6.2 Åskskydd av anläggningar med antenn- mast eller – torn. 39

5.7 Skydd mot statisk elektricitet 42

5.8 Skydd mot EMP – Elektromagnetisk puls från kärnvapen 42

5.9 Skydd mot HPM 43

5.10 Skydd mot RÖS 43

6 INSTALLATIONSANVISNINGAR 44

6.1 Installation 44
6.1.1 Allmänt 44
6.1.2 Krav på utrustning 44
6.1.3 Placering av utrustning 45
6.1.4 Kablar 45
6.1.5 Kabelförläggning 46
6.1.6 Anslutning av kabelskärmar 47
6.1.7 Korskoppling 49
6.1.8 Kabelintag, filter och transientskydd 49

6.2 El-miljöåtgärder, Åtgärdsnivåer 51
6.2.1 Byggnadsåtgärder 53
6.2.2 Åtgärder ventilation- och röranläggning 53

6.3 El-miljö, åtgärdsnivåer med kortfattad beskrivning av omfattning 53
6.3.1 Åtgärdsnivå 1. Enkelt skydd 55
6.3.2 Åtgärdsnivå 2. Gemensam intagspunkt/plåt, zonindelning 56
6.3.3 Åtgärdsnivå 3. Partiell skärmning + intagsplåt 58
6.3.4 Åtgärdsnivå 4. Skärmad anläggning I 60
6.3.5 Åtgärdsnivå 5. Skärmad anläggning II 62

7 VERIFIERING 65

7.1 Krav på projekteringen 65

7.2 Krav på entreprenörens kvalitetssäkring och egenkontroll 65

7.3 Provning och besiktning 66

7.4 Fortlöpande kontroll under driftperioden. Drift- och skötselinstruktion. 67

8 REFERENSER 69

BILAGOR:

1. TEKNISKA LÖSNINGAR
   1.1 RITNINGAR
2. BESKRIVNINGAR
   2.1 SKÄRMADE APPARATSKÅP KRAVSPECIFIKATION
   2.2 PREFABRICERAT SKÄRMAT RUM EXEMPEL

2 REVIDERINGAR

Denna handbok är redigerad enligt lösbladssystem.

Revideringar av ritningar och text kommer att utföras när anledning uppkommer.

2006-11-03 Ny och ändrad text markeras med streck och datum i marginalen.

Förteckning över revideringar framgår av sid. 6. Förteckningen uppdateras vid varje revidering.

Särskilda ändringsmeddelanden utgår ej, utan det ligger på användaren att vid Räddningsverkets hemsida kontrollera handlingars aktualitet.

Reviderade handlingar hämtas från Räddningsverkets hemsida. www.srv.se/…….

REVIDERINGAR		
Datum	Sidnr.	Avser

3 INLEDNING

3.1 Allmänt

Denna handbok "Elmiljö i anläggningar för räddningstjänst" är avsedd som en handledning för byggandet av en slutprodukt, som motsvarar de krav samhällets säkerhet och beredskap ställer. Handboken ersätter den tidigare publikationen ”Elmiljö i anläggningar för räddningstjänst och befolkningsskydd" (T49-264/96). Den utgående publikationen har omarbetats på grund av den nya synen på samhällets säkerhet och beredskap som har lett till förändrade förutsättningar för produktion av räddningscentraler och sambandssystem. Det har även bedrivits ett antal utvecklingsprojekt varifrån resultatet påskyndat en revidering.

EMMA /1/ som är utgiven av Försvarets materialverk är en värdefull kunskapsbas. Räddningsverkets bedömning är dock att därutöver behövs en tillämpad vägledning på detaljeringsnivå anpassad till nu aktuell anläggningsproduktion.

Nomenklatur och allmänna principer är anpassade till EMMA, som utgör referenslitteratur och tillsammans med andra litteraturhänvisningar ger underlag för fördjupat kunskapsinhämtande.

För att kunna etablera en bra elmiljö och ett bra skydd mot störningar krävs att planeringen av den elektromagnetiska miljön är med redan i början av projekten.

En bra elektromagnetisk miljö är av stor vikt för samtliga anläggningar för att undvika störningar och för att kunna etablera en funktionssäker installation.

Denna handbok lämnar riktlinjer för hur en för verksamheten avpassad elektromagnetisk miljö skall erhållas och hur principer för jordning och åskskydd samt hur EMC-frågor hanteras.

Principer för hur olika nivåer av skydd mot överspänningar utformas för aktuella anläggningstyper lämnas i form av rambeskrivningar sorterade i olika åtgärdsnivåer.

Genom ritningar och beskrivningar anvisas systemlösningar och detaljlösningar. Lösningarna är kopplade till aktuella anläggningstyper och konstruktions- eller installationsdetaljer.

3.2 Förkortningar

Nedan förklaras i publikationen använda förkortningar:

BET	Behärskad Elektromagnetisk Topologi.
EL-SÄK-FS	Elsäkerhetsverkets föreskrifter /8/
EMC	Electro Magnetic Compatibility - Elektromagnetisk förenlighet.
EMMA	Elektro Magnetisk Miljö Användarhandbok.
EMP	Elektro Magnetisk Puls.
ESD	Electro Static Discharge Statisk elektricitet.
HPM	High Power Microwaves – Högeffekt Pulsad Mikro-våg.
HEMP	Höghöjds EMP.
NEMP	Nuclear Electro Magnetic Puls - Ett annat ord för EMP.
PUS	Potential Utjämnings Skena.
RÖS	Röjande signaler.
TKF	Telekonflikt

4 ÖVERGRIPANDE ORIENTERINGAR

4.1 Elkvalitet

Med elkvalitet avses att alla typer av störningar i strömförsörjningen har godtagbart låga värden.

I idealfallet skulle till exempel nätspänning 230 V, 50 Hz, i det allmänna nätet vara en sinusformad spänning med effektivvärdet exakt 230 V och frekvensen exakt 50 Hz. Den skulle vara helt fri från distorsion och andra avvikelser från den ideala sinusformen. Motsvarande gäller strömförsörjning från reservkraftaggregat, utrustning för avbrottsfri el, likströmssystem osv.

I verkligheten är det inte så. Det finns alltid faktorer som påverkar och förstör den ideala spänningen. Exempel är spänningsvariationer (långvariga eller kortvariga), överlagrad störningsspänning, högfrekvensstörningar, övertoner, frekvensvariation och spänningsavbrott.

Det är viktigt att ange de krav på elkvalitet som är rimliga att ställa på olika typer av strömförsörjningsutrustningar. Likaså bör krav ställas på anslutna utrustningar avseende störningspåverkan på spänningsmatningen och tålighet mot olika avvikelser från ideal spänningsform.

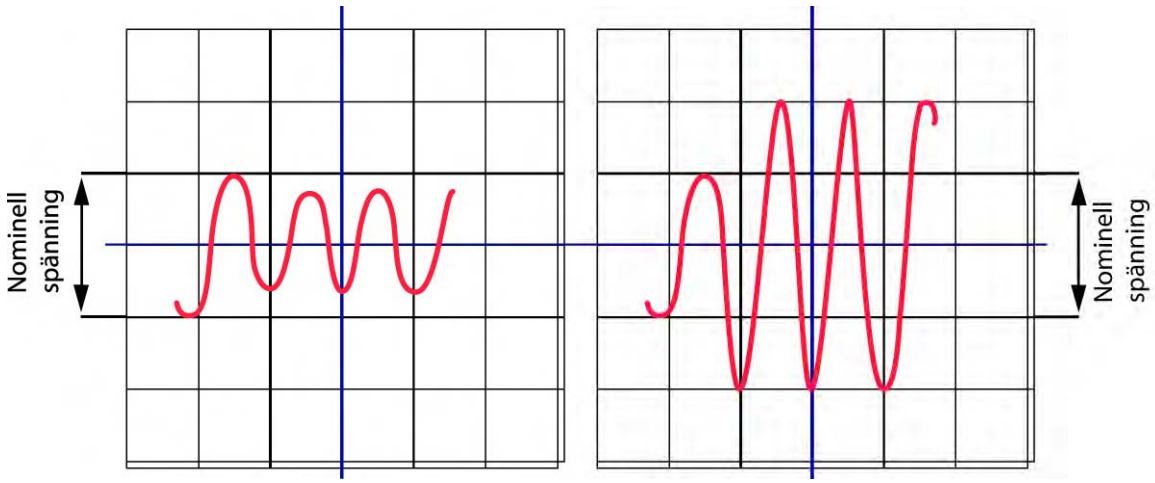
Nedan följer en beskrivning av de olika typer av avvikelser och störningar som kan förekomma dels i det allmänna nätet, dels vid egengenererad kraft. De förhållanden, som gäller i det allmänna nätet, finns utförligare beskrivna i SS 421 18 11 ”Spänningsgodhet i lågspänningsnät för allmän distribution”/10/.

4.1.1 Reglerings- och belastningsvariationer

Spänningen hos en förbrukare varierar med belastningen och beror dels på spänningsregleringen, dels på spänningsfallet i distributionen. Förbrukare långt ifrån en transformatorstation får på grund av större spänningsfall en lägre spänning än en närmare belägen förbrukare. Spänningsregleringen i det allmänna nätet sker vanligen på en högre nivå än lågspänningen och görs ofta överkompenserad. Detta innebär att spänningen ökas vid höglast för att kompensera spänningsfallet i lågspänningsnätet. Därmed kommer en abonnent nära transformatorstationen att ha högst spänning vid höglast medan en avlägsen abonnent då har lägst spänning. Abonnenten närmast transformatorstationen får därmed ofta de största spänningsvariationerna.

Vid egengenererad kraft från reservkraftaggregat beror spänningen hos förbrukaren på spänningsfallet i kablaget mellan genereringspunkt och förbrukare samt på prestanda hos den aktuella kraftkällan. Större aggregat med goda prestanda kan ha en spänningsstabilitet bättre än 1 % medan ett litet standardelverk kan variera ±10 % eller mer från nominell spänning.

Avvikelser från nominell spänning i likströmsnät beror på typ och prestanda hos systemet. I system med batterier och laddningslikriktare, där belastningen ligger parallellt med batterierna, kan spänningsnivån variera relativt mycket. Stabiliserad likspänning från en bra likströmskälla kan avvika mindre än en procent av nominell spänning.



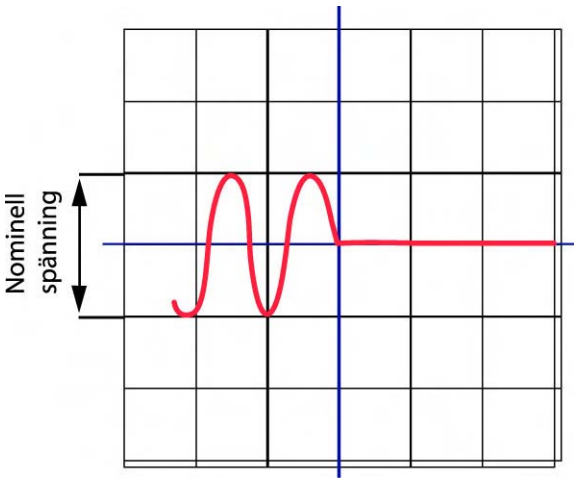
Långvarig underspänning *Långvarig överspänning*

4.1.2 Kortvariga spänningsändringar och avbrott

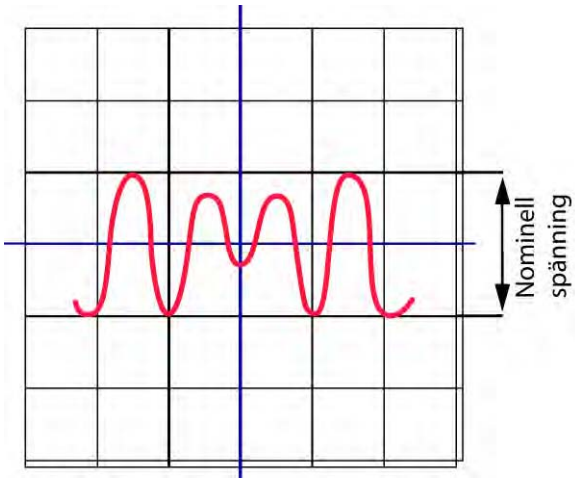
Kortvariga spänningsändringar orsakas bland annat av till- eller frånkoppling av belastningar samt av pulserande belastningar. I det allmänna nätet blir dessa ändringar oftast bara någon procent av nominell spänning och medför normalt inte några större problem. Om spänningsändringar uppträder i stort antal kan dock flimmerstörningar uppstå på belysning. Dessutom kan känslig elektronisk utrustning påverkas.

Egengenererad kraft från reservkraftsaggregat och utrustningar för avbrottsfri el ger oftast större övergående spänningsändringar vid till- respektive frånslag av belastning. Dessa kan vara upp till ±20 % av nominell spänning och inregleringstiden kan vara från någon tiondels sekund till någon sekund. Små och äldre enheter uppvisar ofta ännu sämre värden.

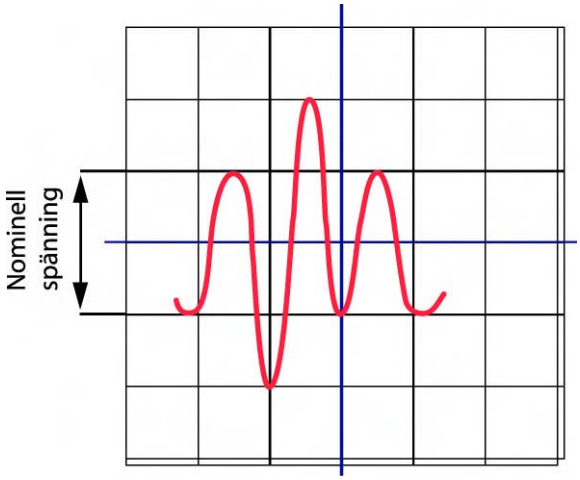
Kortvariga spänningssänkningar orsakas också av fel i nätet eller i den egna installationen. Avbrott och kortvariga spänningssänkningar kan ge störning i elektronisk utrustning, speciellt datorer. För en dator kan det räcka med ett avbrott på 10 ms för att ge driftstörningar.



Strömavbrott



Kortvarig underspänning



Kortvarig överspänning

4.1.3 Övertoner, Mellantoner

Övertoner orsakas till exempel av icke linjära belastningar som ansluts till nätet. Exempel på sådana belastningar är likriktare, strömriktare för motordrift och ljusvariatorer det vill säga laster som har en icke-linjär ström/spänningskarakteristik. Övertonsspänningen beror på nätets impedans och övertonens strömamplitud. Övertonshalten blir alltså större när olinjära laster ansluts till ett svagt nät, till exempel mindre elverk och UPS-utrustningar.

Egengenererad kraft från reservkraftsaggregat har en viss övertonshalt även då lasten är linjär. För stora aggregat kan övertonshalten vara 4-6 % och för små enfasiga upp till 20 %. Ansluts dessutom olinjär last till aggregatet blir övertonshalten högre.

Summan av övertoner med ordningstal 3 (och 3 · n där n är ett heltal) i ett trefassystem blir inte noll vilket innebär att nolledaren måste föra en betydande ström. Detta bör beaktas vid dimensionering av nolledaren i nät med hög andel olinjär last.

Övertoner av högre ordningstal kan ge störningar i elektronisk utrustning och kommunikationssystem.

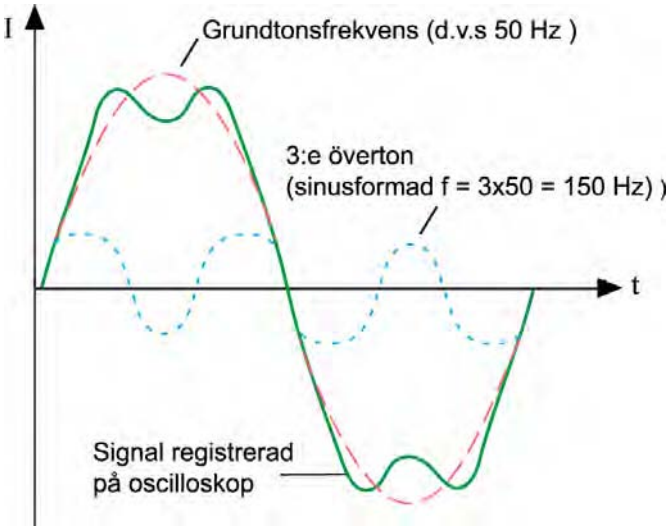
I svensk Standard SS 421 18 11 /10/ anges för det allmänna nätet 6 % som maximalt rekommenderat värde på total övertonshalt (kvadratisk summa), för enskild udda överton 4 % och för jämn överton 1 %.

Mellantoner är ström- eller spänningskomponenter med frekvenser som inte är heltalsmultiplar av grundtonen. Dessa toner medför deformation av spänningens sinuskurva, vilken varierar från period till period.

Mellantoner orsakas främst av frekvensomriktare för motordrift.

Nivån för enskild mellanton får enligt SS 421 18 11 /10/ vara högst 0,3 % av nominell spänning.

Mellantoner ger samma problem som övertoner men kan dessutom orsaka instabil drift av elektronikutrustningar känsliga för nätspänningens kurvform.



Tidsrepresentation

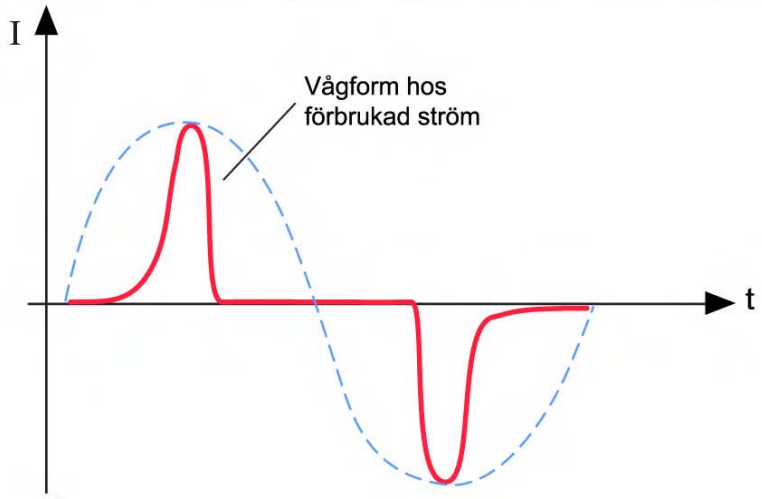
Harmonisk distorsion

Den totala harmoniska distorsionsandelen nyttjas för att deformationen av en signal jämfört med grundtonens sinusformade signal (Ofta 50 Hz).

$$\text{Formel : TDH \%} = \sum \sqrt{\sum_{2}^{n} \left(\frac{Hi}{H1}\right)^2}$$

Hi = amplitud för överton av ordningen i
H1 = amplitud för överton av första ordningen

$$\text{Förenklat : TDH} \approx \frac{\sum \text{ amplituder för alla övertoner av ordning >2}}{\text{amplitud för grundtonen av 1:a ordningen}}$$



Harmonisk distorsion (Strömkurva för en lågenergilampa)

Strömkällan omvandlar övertonsströmmar till övertonsspänningar på grund av den inre impedansen (Z). Dessa ledningsbundna spänningar kan störa andra belastningar.

4.1.4 Transienter och andra överlagrade spänningar

Åsköverspänningar begränsas av nätets och installationsutrustningens överslagsspänning eller av eventuella skydd. Utan skydd kan spänningen uppgå till ca 10 kV i huvudelcentral, men i övrig elinstallation begränsas oftast överspänningsamplituden till ca 6 kV på grund av att det blir överslag någonstans i ledningssystemet. Med ändamålsenliga skydd kan den begränsas till 0,7 –2 kV beroende på typ av skydd.

Kopplingsöverspänningar uppstår dels i det allmänna nätet, dels i den lokala installationen vid olika slag av kopplingar. Inkoppling av kondensatorbatterier för faskompensering ger en överlagrad dämpad

svängning med en frekvens av 500-1000 Hz. Spänningstoppen kan här bli upp till dubbla nätspänningsamplituden.

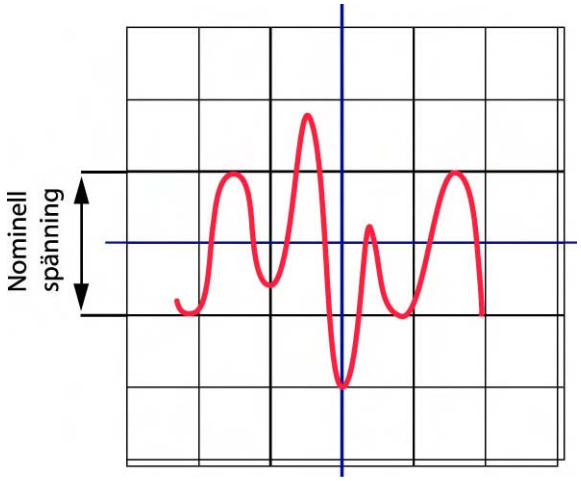
Överspänningar som uppstår vid urkoppling av apparater lokalt i den egna installationen kan ha en amplitud på mer än 1 kV. De flesta lokalt genererande överspänningarna är dock lägre. Energiinnehållet är litet och överspänningen dämpas kraftigt med avståndet från störningskällan.

Spänningstransienter orsakas också vid fel och påföljande säkringsutlösning lokalt i den egna installationen.

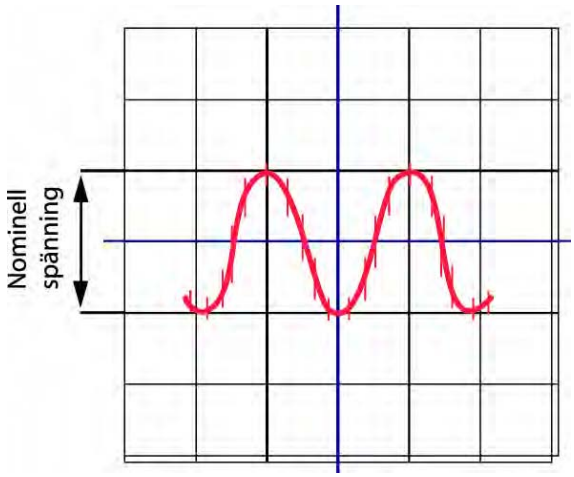
Överlagrade främmande spänningar i såväl växel- som likspänningsnät kan härröra från diverse utrustningar anslutna till nätet. Exempel är spänningshackande nätaggregat i datorer och annan utrustning som kan ge överlagrade störspänningar inom ett stort frekvensområde.

I det allmänna nätet kan främmande spänningar även härröra från signalering, som till exempel fjärrstyrning eller sladdlösa telefonsystem.

Transienter och andra överlagrade spänningar kan störa eller förstöra elektronisk utrustning.



Spänningstransienter



Överlagrade störspänningar

4.1.5 Osymmetri

Osymmetri innebär att fasspänningarna i ett trefassystem inte är symmetriska och inte exakt lika stora. Osymmetri uppstår när nät snedbelastas. Osymmetrin i allmänna nätet är normalt mindre än 2 % men kan vara avsevärt större i elnät matade från reservkraftsaggregat.

Osymmetrin kan ge tillsatsuppvärmning av rotorn i synkronmotorer.

4.1.6 Likspänningskomponent

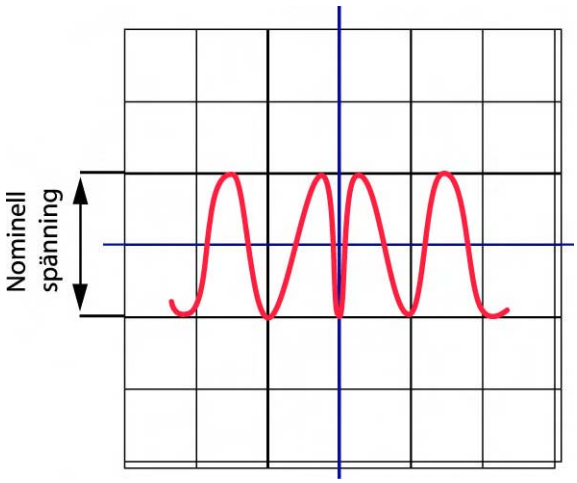
En likspänningskomponent i ett växelspänningsnät kan uppstå då en belastning tar ut olika stor ström vid positiv och negativ halvperiod, exempelvis vid halvvågslikriktning. Om likspänningskomponenten överstiger 0,5 % av nominell spänning får man problem med mättning och därmed uppvärmning i transformatorer. Likspänningskomponenten kan också påverka utlösningsströmmen för skyddande jordfelsbrytare. I det allmänna distributionsnätet är problemen med likspänningskomponenter mycket sällsynta.

4.1.7 Frekvensavvikelser

I det samnordiska nätet är frekvensen mycket stabil och ligger normalt inom 50 ± 0,1 Hz. Vid stora produktions- eller belastningsändringar kan frekvensen, dock mycket sällan, kortvarigt hamna utanför detta intervall.

Delar av stamnätet är förberett för så kallad Ö-drift via egenproducerad kraft från kraftvärmeverk eller motsvarande. Det innebär att till exempel en stad eller vissa delar i ett distributionsområde har tillgång till egenproducerad kraft vid större fel på det allmänna stamnätet. Frekvensvariationen vid sk Ö-drift är betydligt större än vid normal drift

Vid egengenererad strömförsörjning via reservkraftaggregat kan frekvensvariationerna vara betydligt större, framför allt för roterande motordrivna generatorer. Små aggregat kan ge frekvensvariationer på 5 % eller mer mellan noll- och fullast. Stora reservkraftaggregat med elektronisk varvtalsregulator har en frekvensstabilitet i klass med det allmänna distributionsnätet.



Frekvensvariationer

4.1.8 Sammanfattning elkvalitet

För att innehålla ställda krav för tillförlitlighet och funktion måste man fundera över vilken elkvalitet som krävs för aktuell utrustning. Vid till exempel mycket korta avbrott eller spänningsändringar kan processorbaserade utrustningar tappa sin funktion.

Detta gör att det är lönsamt att ställa krav på elkvaliten. Ett bra sätt är att nyttja utrustningar för avbrottsfri–el så kallad UPS. Exempelvis kan dubbelkonverterade UPS aggregat av on-line-typ skydda mot förekommande störningar och lämpar sig för strömförsörjning av prioriterad känslig utrustning.

4.2 Elektromagnetiska störningar

4.2.1 Åska

Åska medför transienta störningsspänningar i utbredda ledningsnät.

Flertalet åsköverspänningar i ledningssystem orsakas av fältkoppling till blixturladdningar och inte av direkta blixtnedslag. Även på relativt stora avstånd från en blixturladdning kan överspänningar orsakade av sådan indirekt verkan ge upphov till funktionsstörningar, eller t o m komponentförstörelse, i oskyddade anläggningar.

Påkänningar på system, apparater och komponenter bestäms bl a av markens elektriska ledningsförmåga, blixtens egenskaper och kopplingen mellan blixtströmmen och störningsoffret.

Hos en anläggning som befinner sig på mark med hög elektrisk ledningsförmåga kan den ledande marken användas som en del av den generaliserade skärm som skall ingå i ett åskskydd. Mätningar har emellertid visat att den svenska marken i allmänhet har hög resistivitet men med stora lokala variationer.

Den höga markresistiviteten innebär svårigheter att anordna jordtag med låg avledningsresistans. Det är således nödvändigt att så långt som möjligt minska påkänningarna vid åska genom att skapa skyddade zoner där jordnings- och skärmningsåtgärderna är verkningsfulla trots den höga markresistiviteten.

4.2.2 Statisk elektricitet

Statisk elektricitet uppkommer när elektrisk laddning (vanligen elektroner) överförs från en yta till en annan, till exempel vid kontakt mel-

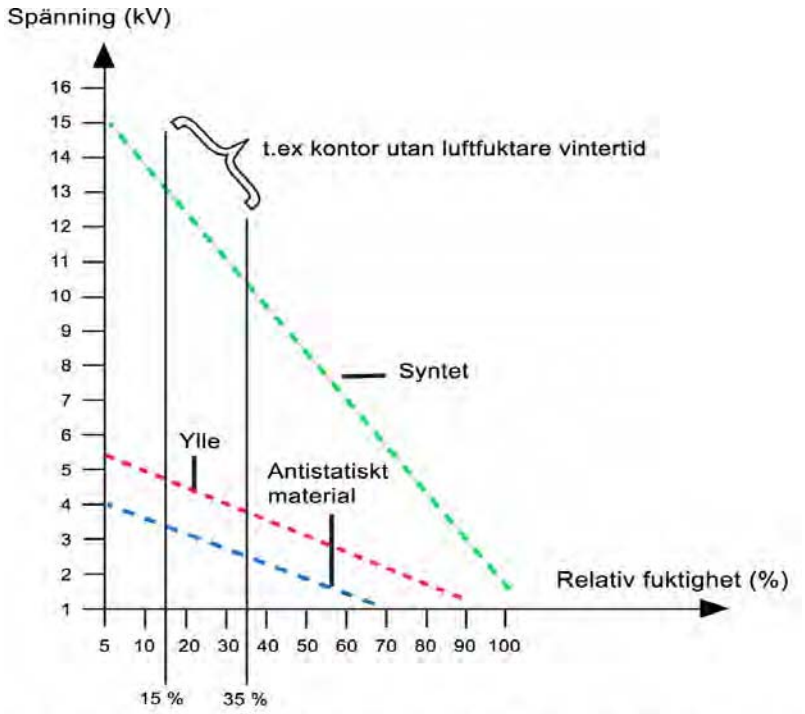
lan ytorna, och den överförda laddningen bibehålls på den nya bäraren. För uppladdning krävs att ytorna i kontakt med varandra är av olika karaktär och att åtminstone den ena ytan är elektriskt isolerande (ytresistivitet större än 1 GΩ). Detta innebär att ledande material kan laddas upp elektrostatiskt vid kontakt med en isolator, om det ledande materialet samtidigt är isolerat från jord.

Mätningar har visat att elektrostatisk uppladdning normalt förekommer inomhus. En vanlig erfarenhet är att funktionsstörningar på grund av urladdning av statisk elektricitet företrädesvis uppträder under vintern och våren. Detta förklaras av att luftfuktigheten inomhus är särskilt låg under dessa perioder. Den låga luftfuktigheten leder till hög ytresistans på isolerande ytor. Elektrostatisk laddning bibehålls länge och uppladdningens styrka tycks därför öka. Vid en luftfuktighet över 50 % är uppladdningen av personer i samband med normal inomhusaktivitet måttlig och noteras sällan.

Personer laddas vanligen upp till en spänning av 1-20 kV vid olika aktiviteter inomhus. Vanligen är uppladdningen under 10 kV. Varje form av rörelse samt hantering av klädesplagg och plastmaterial innebär en uppladdningsrisk. Laddningen avleds vanligen inom någon sekund, men den kan stanna kvar mycket länge på en väl isolerad person eller föremål. Risken är därmed stor för att en urladdning av den elektrostatiska laddningen, ESD (electrostatic discharge), ska inträffa och orsaka störning eller förstörelse.

När urladdningsströmmen träffar en punkt på ett elektroniksystem, delas den upp allt efter tillgängliga vägar till de ytor som kopplas in i urladdningskretsen. Elektrostatiska urladdningsförlopp är mycket högfrekventa till karaktären och ger upphov till strömmar som kopplas effektivt till olika elektronikkretsar. Elektronikkretsar förmår att reagera på de kortvariga störningsförlopp som uppkommer. Funktionsstörning av digitala system är därför vanliga på grund av elektrostatiska urladdningar från personer.

Det är stor risk att halvledarkomponenter och miniatyriserade passiva komponenter förstörs om urladdning odämpad får nå dessa. Kretsar som förstörs direkt vid urladdning, kan förändras så att deras livslängd avsevärt reduceras.



Exempel på spänningar beroende på omgivande förutsättningar

4.2.3 EMP – Elektromagnetisk puls från kärnvapen

Generering, egenskaper

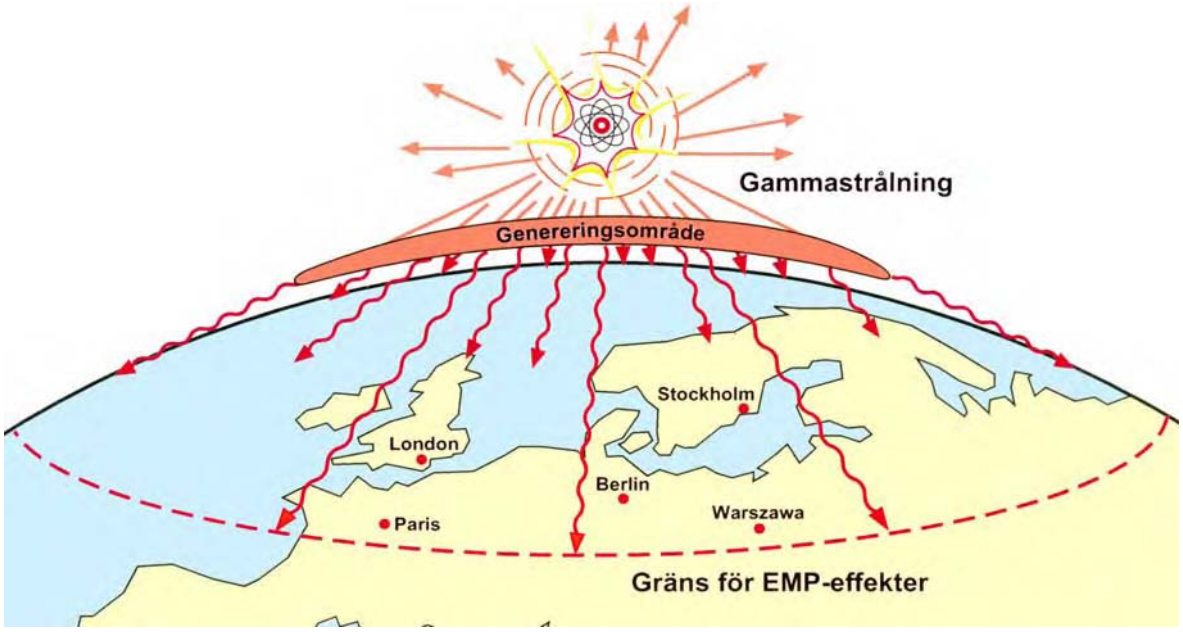
Vid en kärnladdningsexplosion alstras en mycket kortvarig, intensiv elektromagnetisk puls, EMP. Beteckningen NEMP (Nuclear Electro-Magnetic Pulse) används ibland för att beteckna EMP från kärnvapen. I denna handbok används beteckningen EMP om sammanhanget inte kräver precisering.

Beroende på var kärnvapenexplosionen inträffar uppkommer olika former av EMP.

Dimensionering av EMP-skydd utgår normalt från höghöjds-EMP (HEMP). En kärnvapenexplosion som inträffar utanför atmosfären ger en mycket utbredd EMP-effekt. Verkansområdet är praktiskt taget lika med den del av jorden som ses från explosionspunkten. EMP är i detta fall den enda kärnvapeneffekt som når ner till jordytan.

En kärnladdning som exploderar nära marken ger en lokal EMP-effekt, som kan betraktas som en sidoeffekt till andra kärnvapenverkningar som luftstötvåg, markstötvåg och joniserande strålning. EMP kan dock nå längre än andra effekter. Välskyddade anläggningar, som dimensioneras för dessa primära effekter nära explosionspunkten, måste även skyddas mot låghöjds-EMP.

Explosion över ca 30 km höjd ger höghöjds-EMP



Kännetecken på höghöjds EMP (HEMP)

- *Stort utbredningsområde*
- *Höga fältstyrkor*
- *Brett frekvensområde*
- *Frånvaro av andra kärnvapeneffekter*

Kärnreaktioner i laddningen ger en kraftig gammastrålning som utbreder sig som en sfärisk våg. När denna passerar atmosfären sker ett energiutbyte med luftmolekyler som lösgör elektroner. Dessa s k comptonelektroner utbreder sig vidare och genererar under påverkan av jordens magnetfält elektromagnetisk strålning som utbreder sig sfäriskt från ett centrum i explosionspunkten.

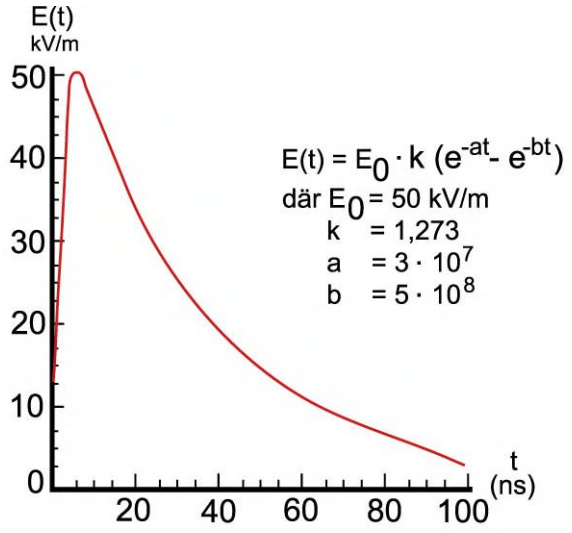
EMP-fältet breder ut sig mot jordytan och har karaktären av en plan våg med den elektriska och den magnetiska fältvektorn vinkelrätt mot varandra och mot utbredningsriktningen.

Den elektriska fältstyrkans toppvärde för en höghöjds-EMP antas kunna bli 50 kV/m. Stigtiden för pulsen är mycket kort, i ett värsta fall omkring 3 nanosekunder ($3 \cdot 10^{-9}$ s).

Det infallande EMP-fältet varierar beroende på faktorer såsom explosionspunktens geografiska läge och typ av kärnladdning. Man kan vid praktiskt arbete med EMP-skydd inte ta hänsyn till alla variationer. I stället arbetar man med en s k *typhotpuls* som inte är en "verk-

lig" EMP-puls utan komponerad med egenskaper som täcker in viktiga karaktärsdrag hos tänkbara pulser, ett slags *värsta-fall-hot*.

Centrala Beredningsgruppen för elmiljöhot anger följande hotpuls.



Dubbelexponentiell typhotpuls för EMP

EMP-fältet inducerar strömmar i ledande material. Redan föremål av någon meters utbredning kan samla EMP-energi tillräcklig för att skada känslig elektronik. I långa ledare byggs strömmar upp successivt under en lång sträcka. Beräkningar tyder på att i ledningar ovan mark kan strömmar med toppvärden omkring 2 kA induceras. De viktigaste egenskaperna hos den inducerade strömpulsen påverkas marginellt av den del av ledaren som är längre än 200 m.

4.2.4 HPM

HPM (High Power Microwaves) är en effekt från en typ av elektromagnetiska vapen under utveckling. Genom generering av mikrovågspulser med mycket hög toppeffekt och användning av antennsystem kan pulser riktas mot elektroniska system och åstadkomma funktionsstörningar på 10-tals km avstånd.
Den genererade mikrovågsstrålningen har en kortare våglängd än höghöjds-EMP och ställer högre krav på skärmars täthet.

HPM-generatorer kan medföras av mobila markförband, fartyg eller flygplan.

4.2.5 RÖS

Röjande signaler (RÖS) är ej önskvärda elektromagnetiska och/eller akustiska signaler som alstras i informationsbehandlande utrustningar och som, om de kan tydas av obehöriga, kan bidra till att sekretessbelagd information röjs.

RÖS är i huvudsak ett omvänt kommunikationsproblem där det gäller att förhindra att kommunikation överförs. RÖS utbreds ledningsbundet på elförsörjnings- och signalledningar eller strålat från utrustningar som behandlar informationen, till exempel bildskärmar, datorer, skrivare.

Intensiteten hos signalerna avtar med avståndet. Säkerhet mot RÖS kan uppnås genom placering av utrustning på tillräckligt säkerhetsavstånd från möjliga avlyssningsställen.

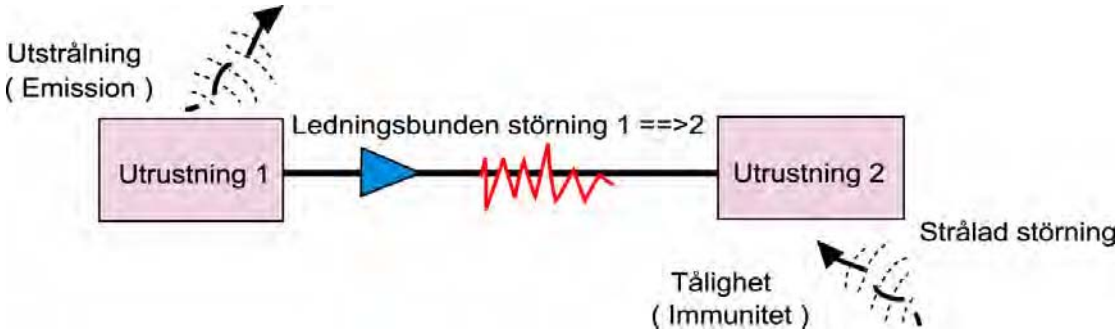
5 SKYDD MOT ELEKTROMAGNETISKA STÖRNINGAR

5.1 Elektromagnetisk miljö

Elektromagnetisk förenlighet (EMC = Electro Magnetic Compatibility) är en apparats, utrustnings eller systems egenskap att fungera tillfredsställande i sin elektromagnetiska miljö utan att oacceptabelt påverkas eller påverka någonting i denna miljö. En utrustnings förmåga att fungera tillfredsställande i den miljö, i vilken den är installerad eller används, kan uttryckas som att utrustningen tål miljön.

Utformningen för EMC innebär att störningssituationen behärskas genom att man med hjälp av skalskydd skapar zoner, var och en med en definierad elektromagnetisk miljö. Denna miljö bestämmer gränsvärdena för de krav, både vad gäller utstrålande störningar (emission) och tålighet mot störningar (immunitet), som måste uppfyllas av all utrustning i en zon.

Den elektromagnetiska miljön i en anläggning bestäms av emissionen från olika interna och externa störningskällor. Det kan vara installerade apparater som avger strålade eller ledningsbundna störningar. Det kan också vara urladdningar av statisk elektricitet (ESD), åskurladdningar eller elektromagnetiska fält från radio- och radarsändare.



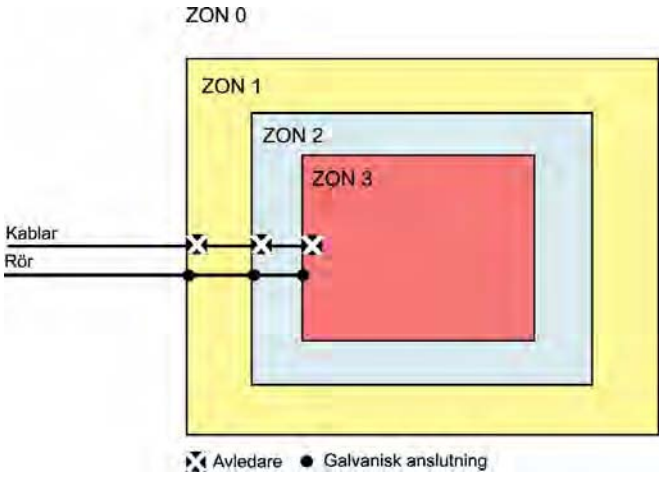
Elektromagnetisk miljö

Elmiljön i en anläggning måste utformas så att påkänningen från alla störningskällor på elektronikutrustningen blir lägre än utrustningens tålighet. För att med säkerhet kunna utforma en godtagbar elektromagnetisk konstruktion har en metod som brukar kallas Behärskad Elektromagnetisk Topologi, BET utvecklats. Metoden utgår från en topologisk modell av systemet och innebär att val av konstruktionslösningar för skärmning och filtrering fördelas på ett balanserat sätt. Se vidare EMMA avsnitt 3.1 del 1 /1/.

5.2 Zonindelning

5.2.1 Zongräns uppbyggd av metallisk skärm

För att skapa topologiska zoner med bestämda elmiljöer i anläggningar och utrymmen skall man systematiskt gå igenom alla faktorer som påverkar elmiljön. I efterföljande texter redovisas problematiken i stort. För mer ingående redovisning hänvisar vi till Elmiljöhandboken EMMA / 1/



Princip för zonindelning

Elektromagnetiska störningar tränger i första hand igenom en skärm via olika öppningar och ledningsgenomföringar. Ju högre frekvensinnehållet hos en störning är, desto tätare måste skärmen göras. Alla ledningsgenomföringar samlas om möjligt till ett intagsställe i varje zongräns.

För att behärska den elektromagnetiska miljön behöver man någon form av sluten begränsningsyta, zongräns, som innesluter den volym, zon, i vilken elmiljön är bestämd. Begränsningsytan, som skall hindra störningar från att tränga in i den skyddade zonen, utgörs ofta av en mer eller mindre tät metallisk skärm. Zongränsen kan emellertid också vara en icke helt metallisk yta där kopplingsbegränsningen åstadkommits genom en kombination av åtgärder som traditionell elektromagnetisk skärmning, tillräckligt stort avstånd mellan kretsarna och orientering av kretsarna så att kopplingen mellan störningskälla och störningsoffer blir liten. Man kallar då zongränsens praktiska motsvarighet en *generaliserad skärm.*

En generaliserad skärm ska ge en dämpning motsvarande skalskyddskravet av den elektromagnetiska kopplingen mellan två zoner. Bland

alla detaljer som ingår i zongränsen är kabelintagets utformning speciellt viktig och i stort sett alltid den svagaste punkten. Kabelintaget som normalt utgörs av en intagsplåt/intagspunkt, består av kabelgenomföringar med skärmanslutning eller speciella kabelintagslådor som innehåller anpassade filter och transientskydd.

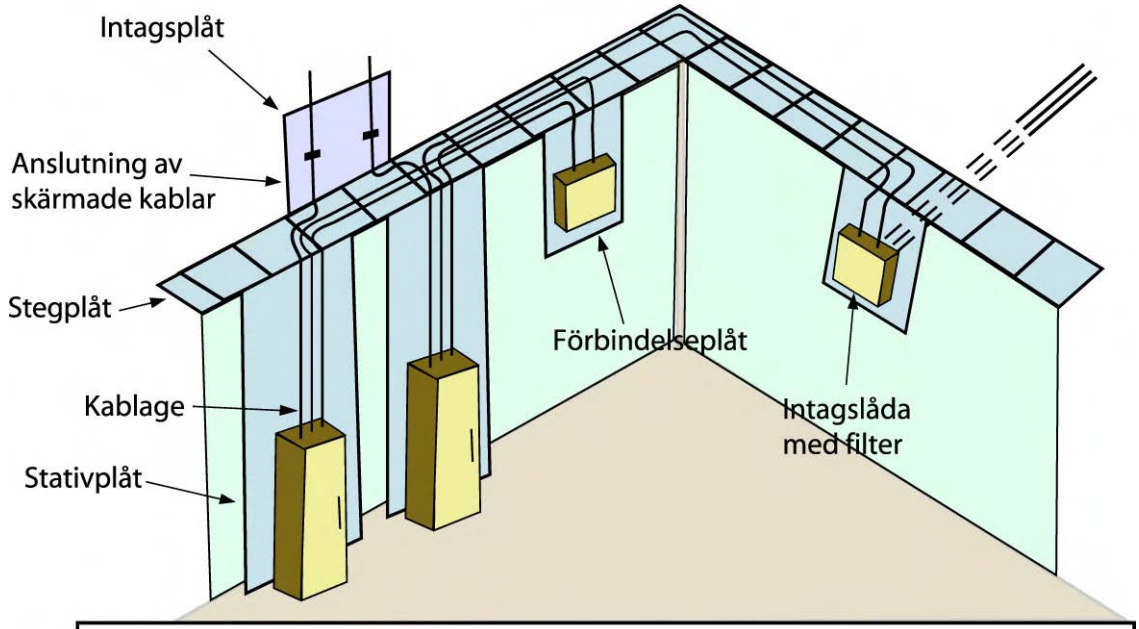
Genom att kombinera skärmar och skydd på ledningsgenomföringar på ett balanserat sätt, kan kopplingen mellan olika zoner begränsas att ligga under en maximalt accepterad nivå. De samlade installations- och byggnadsåtgärderna, som vidtas för att uppnå en önskad elmiljö, kallas *skalskydd*.

5.2.2 Zongräns uppbyggd av förgrenade jordplan

I alla installationer ska man försöka nyttja de metalliska anläggningsdelarna som ändå finns behövs för anläggningens uppbyggnad. Exempel på sådana anläggnings delar är ledningsstegar, kabelrännor, rör, ventilationstrummor mm. Man ska eftersträva att installationen följer den metalliska strukturen.

Principen för förgrenade jordplan bygger på att skapa en kontinuitet för metallstrukturen så att jordplanet täcker hela installationen i zonen. Eftersom jordplanet är zongräns måste alla kablar som lämnar eller kommer in på jordplanet åtgärdas på samma sätt som gäller alla zongränser.

EMMA- handboken /1/ Del 3 kapitel 6 redovisar på ett tydligt sätt principer för uppbyggnad.



Det förgrenade jordplanet, ibland kallat installationsskärmen, utgörs av en kontinuerlig metallyta som följer hela installationen inklusive apparater och stativ. Jordplanet byggs upp genom att olika plåtstrukturer, både speciellt tillverkade plåtar och befintliga strukturer, sammanfogas. Det kan exempelvis vara metalliska stativ, apparatskåp och apparatlådor av metall.

Installation utefter ett förgrenat jordplan.

5.3 Skalskydd

I elmiljöhandboken EMMA/1/ görs en klassificering av skalskydd i fyra *skalskyddsklasser* med beteckningarna SS_A, SS_B, SS_C och SS_D. Klasserna är definierade med hjälp av standardiserade dämpningsvärden.

Skalskyddsklass SS_A

Skalskyddet används för att exempelvis skapa en elektromagnetisk miljö motsvarande lätt industrimiljö, då den yttre elmiljön har höga nivåer endast vid låga frekvenser. Exempel på lågfrekventa delhot är ledningsbunden åska.

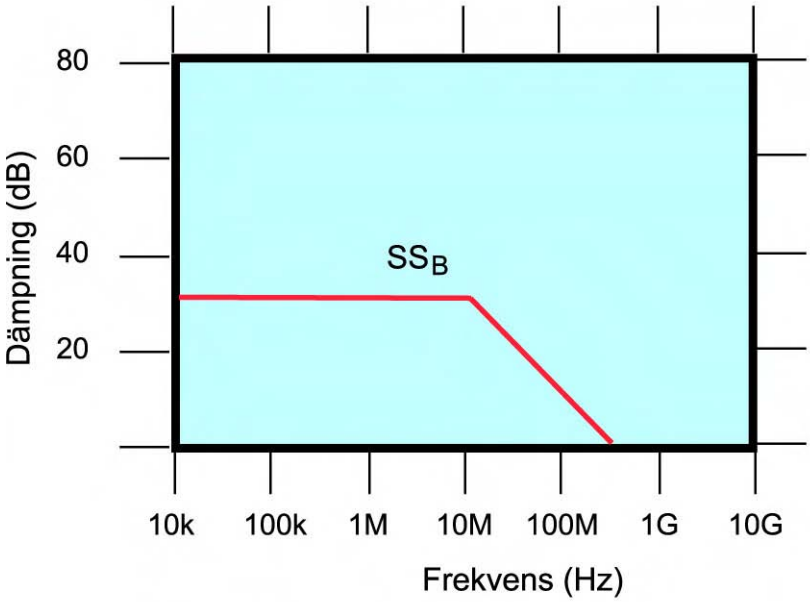
Exempel på uppbyggnad

I skalskyddsklass SS_A används en generaliserad skärm skapad med hjälp av separationsåtgärder mellan kretsar och närhet till metallstrukturer. Anläggningens elkraftsystem är utformat som ett femledarsystem efter anläggningens intagspunkt. Skärmarna på inkommande kab-

lar är anslutna i en gemensam intagspunkt där också oskärmade el- och teleanslutningar är försedda med transientskydd.

Skalskyddsklass SS_B

För att ett skalskydd skall tillhöra klassen SS_B måste följande dämpningskrav uppfyllas.



Dämpningskrav enligt SS_B

Exempel på uppbyggnad

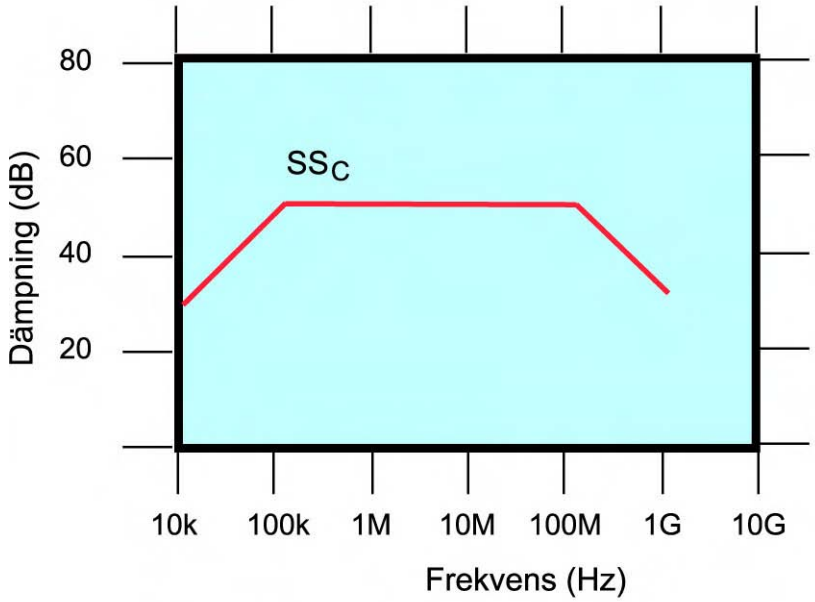
Ett SS_B-skalskydd kan bestå av en skärm av armeringsjärn eller av metallnät utformad enligt vissa regler. Elkraftsystemet är ett femledarsystem i likhet med SS_A . El- och teleanslutningar är försedda med transientskydd och filter monterade på en intagsplåt. Intagsplåten utgör en gemensam intagspunkt för alla kablar och elektriskt ledande rör som är anslutna till anläggningen. Dörrar och luckor är av metall och i god kontakt med skärmen. Rör och kanaler som utformats med ej ledande material i anslutning till passage genom skärmen kan dras in genom skärmen på annan plats än intagspunkten. Rör och kanaler ansluts till skärmen och utformats med erforderliga vågfällor

Skalskyddet används för att exempelvis skapa en elektromagnetisk miljö motsvarande lätt industrimiljö, då den yttre elmiljön sätts samman av delhot med höga nivåer vid måttligt höga frekvenser, typ åska

och EMP upp till 10 MHz-området. Skärmen är inte tillräckligt tät för delhot av typen radarfrekventa fält.

Skalskyddsklass SS_C

För att ett skalskydd skall tillhöra klassen SS_C måste följande dämpningskrav uppfyllas.



Dämpningskrav enligt SS_C

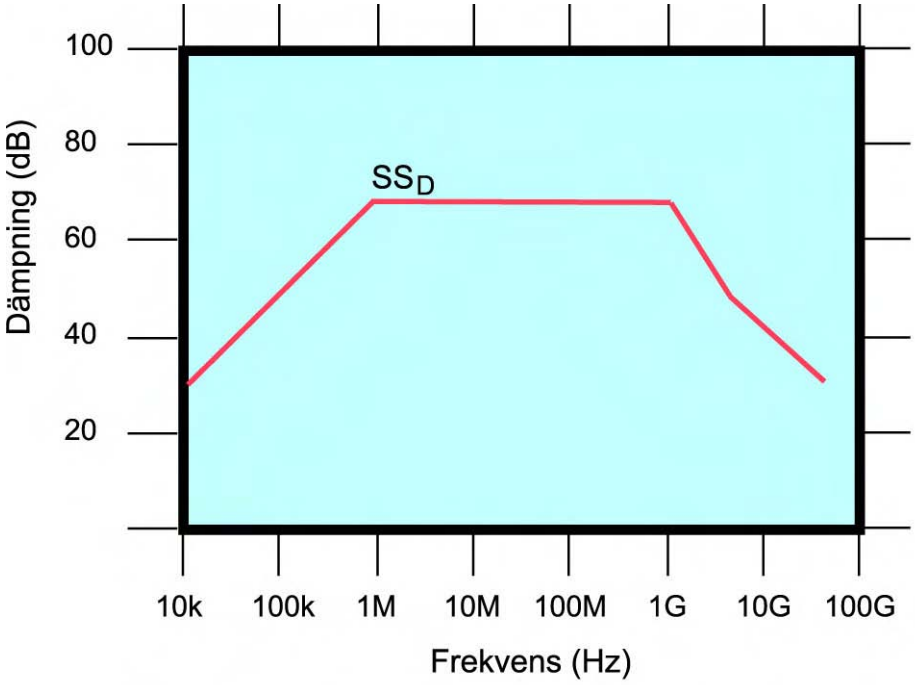
Exempel på uppbyggnad

Ett SS_C-skalskydd kan vara utfört som SS_B men dess skärm består av plåt med punktformig kontaktering eller tät nätskärm. Alla ledningar är försedda med transientskydd kompletterade med filter med bättre dämpning vid höga frekvenser jämfört med skalskyddsklass SS_B.

Skalskyddet används för att exempelvis skapa en elektromagnetisk miljö motsvarande lätt industrimiljö, då den yttre elmiljön sätts samman av delhot med höga nivåer för frekvenser upp till 300 MHz-området.

Skalskyddsklass SS_D

För att ett skalskydd skall tillhöra klassen SS_D måste följande dämpningskrav uppfyllas.



Dämpningskrav enligt SS_D

Exempel på uppbyggnad

Ett SS_D -skalskydd kan skilja sig från SS_C genom att plåtskärmen har helsvetsade skarvar och att filtren har avsevärt högre dämpning, både för låg- och högfrekvens. Ventilationsöppningar är försedda med s k vågfällor med hög gränsfrekvens. Dörrar och luckor är av metall och försedda med elektriska packningar.

Skalskyddet används för att exempelvis uppfylla de strängaste RÖS-kraven, dämpning upp till 10 GHz-området.

5.4 Jordning

5.4.1 Jordning allmänt

I de av Elsäkerhetsverket meddelade elsäkerhetsföreskrifterna EL-SÄK-FS /8/ och av Svenska Elektriska Kommissionen (SEK) utgivna Elinstallationsreglerna SS 436 40 00 /9/ och SEK handbok 413 /7/ finns ett regelverk för den jordning av nätanslutna apparater som kal-

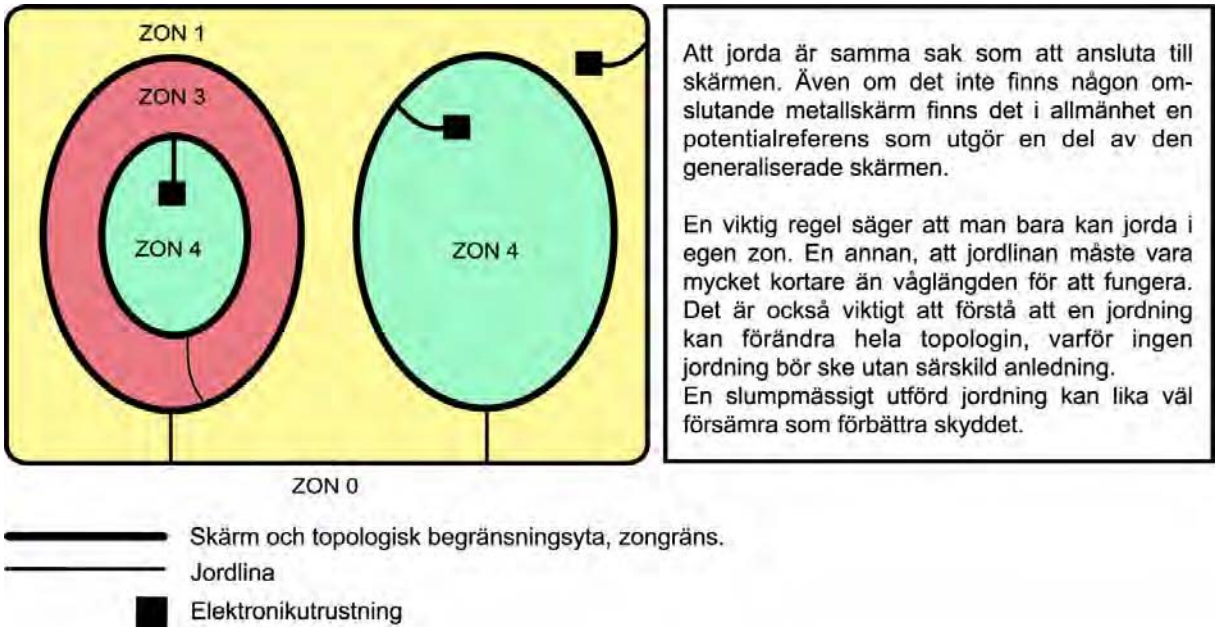
las skyddsjordning och för den potentialutjämning till markpotential, det vill säga förbindning till någon form av jordtag, som ska genomföras i olika typer av elförsörjda anläggningar. Reglerna syftar till att förhindra skada på person, egendom och husdjur och måste *alltid* följas, vilket inte hindrar att jordningssystemet kan utformas på ett mer eller mindre elmiljömässigt riktigt sätt. Om exempelvis en skyddsjordledare eller en jordledare till ett jordtag passerar en zongräns är det således från elmiljösynpunkt riktigt att behandla ledaren på samma sätt som alla andra penetreringar, det vill säga jordledaren ska anslutas till den generaliserade skärmens intagsplåt eller PUS.

En skyddsåtgärd i varje skalskydd är *jordning* vars syfte är att avleda oönskade strömmar och minska potentialskillnader mellan olika punkter i installationen. För ett system innanför en skärm är det skärmen som utgör den naturliga referensen och den enda meningsfulla jordningsåtgärden att ansluta till insidan av skärmen. I en zon med en svag generaliserad skärm ska det interna jordningssystemet anslutas till den metalliska del av skärmen, som ska vara intagspunkt för alla inkommande ledningar till den skyddade zonen och som utgörs av en intagsplåt eller potentialutjämningsskena, PUS.

I ett skärmat rum är det naturligt att använda volymskärmen som referens; jordning är helt enkelt samma sak som att ansluta till skärmen. Ifall man drar ut en jordlina till en nedgrävd jordplåt kan den fungera som en sond för att bestämma potentialen på skärmen i förhållande till marken, vilket oftast inte är av något intresse. För att undvika störningar är det däremot viktigt att elektronikutrustningen följer med skärmens potential när den förändras. Detta sker helt automatiskt om skärmen används som referens. Jordning är samma sak som anslutning till den lokala skärm, som utgör gräns för den egna zonen.

Även om det inte finns någon omslutande metallskärm finns det ändå oftast en naturlig potentialreferens, en metallisk del av den generaliserade skärmen, som vi kallar ”jord”. Ett viktigt exempel på detta är ett jordplan. Om flera kretsar befinner sig nära ett metallplan är planet en gemensam referens. Jordplanet fungerar samtidigt som en skärm så att kopplingen till kretsar när planet minskar just på grund av närheten till planet: I teorin för den elektromagnetiska topologin säger man att jordplanet är en del av den generaliserade skärm som omsluter kretsarna.

I bild nedan visas några exempel på riktig jordning;



Jordning kan alltså ges följande allmängiltiga definition:

Jordning av utrustning i en zon innebär anslutning till en metallisk del av den generaliserade skärmen (zongränsen).

5.4.2 Jordning inom zonen

Vi skiljer på två typer av jordning. En, där hela jordsystemet har den topologiska formen av ett träd – utan slingor – kallat jordträd, och en där jordning sker i ett maskformat jordnät – med slingor. En principiell skillnad mellan dessa typer är att inducerade jordströmmar bör minimeras på jordträdet medan de kan tillåtas vara stora i jordnätet.

Om man vill att den inducerade strömmen i en installation ska vara liten, ska installationens projicerade yta vara liten, man ska följaktligen välja att ge den formen av ett träd och undvika slingor.

Det är viktigt att förstå den principiella skillnaden mellan jordledare som får (eller till och med bör) föra ström och andra jordledare som absolut inte bör föra någon ström. Det som avgör skillnaden är ledarens funktion.

- Ledare som är anslutna till jord, det vill säga till skärmen, och används som signalåterledare får inte utsättas för någon störningsström. Dessa ledare borde hellre kallas *signalnolla* än jordledare. (Jämför med ”nolla” och skyddsjord i kraftdistributionsnätet). Signalnolla ska bilda trädstruktur.

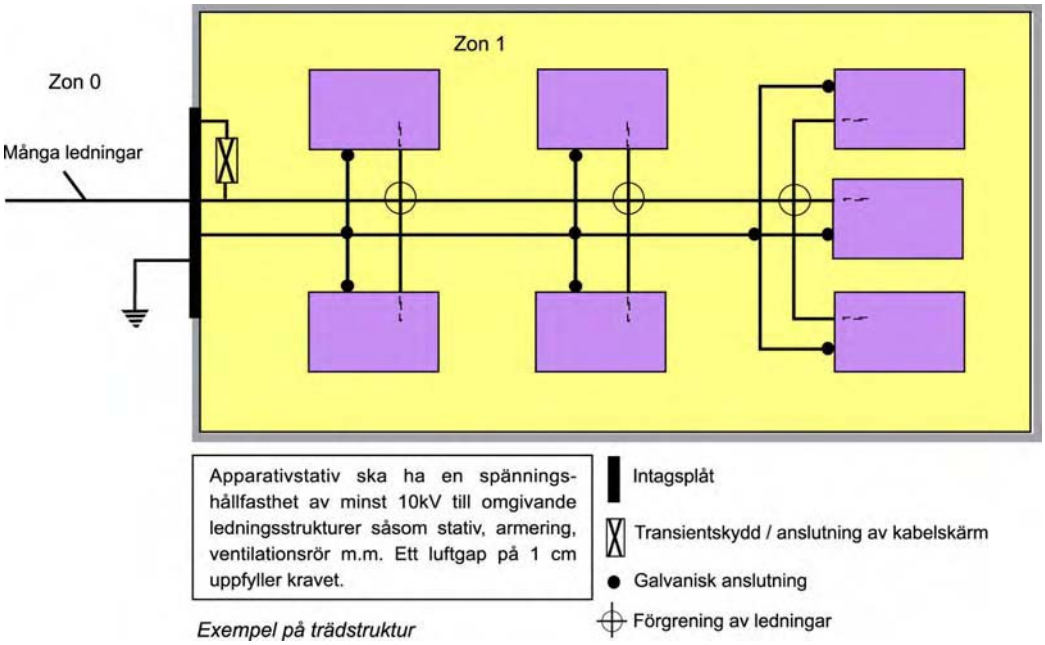
- Ledare som är anslutna till jord, det vill säga till skärmen och som inte används för signalöverföring tjänar som potentialutjämnare – en sorts lågfrekvent skärm. Denna skärmjord ger effektivare potentialutjämning om den har slingstruktur.

I moderna system med en blandning av koaxialkablar och kablar för balanserad överföring, både med och utan skärm, är det väsentligt att förstå såväl signalnollans som skärmjordens roll i utformningen av ett elmiljösäkert system.

Vid formgivning av ett jordsystem bör man först analysera behovet av jordning och om jordningen är av typen signalnolla eller skärmjord. Därefter görs anslutningen till den generaliserade skärmen så att den passar in som en del i den totala skyddslösningen.

Trädstruktur av jordningssystem

För att begränsa inverkan av lågfrekventa störningar söker man ofta bygga ett system innanför en zongräns i *trädstruktur*. (Låga frekvenser betyder i detta sammanhang att störningarnas våglängder är större än systemets utsträckning.) I den trädformiga systemstrukturen ska inte delsystem, apparater och kablage ingå i stora slingor, till vilka lågfrekventa magnetfält kan koppla och störa driften. Det är i detta sammanhang viktigt att alla jordningsåtgärder i systemet också följer trädstrukturen så att systemuppbyggnaden inte spolieras. Är systemet installerat i exempelvis en armerad betongbyggnad, där armeringen utgör en del av den generaliserade skärmen, ska systemet jordas, anslutas till skärmen, endast i en punkt, intagspunkten.



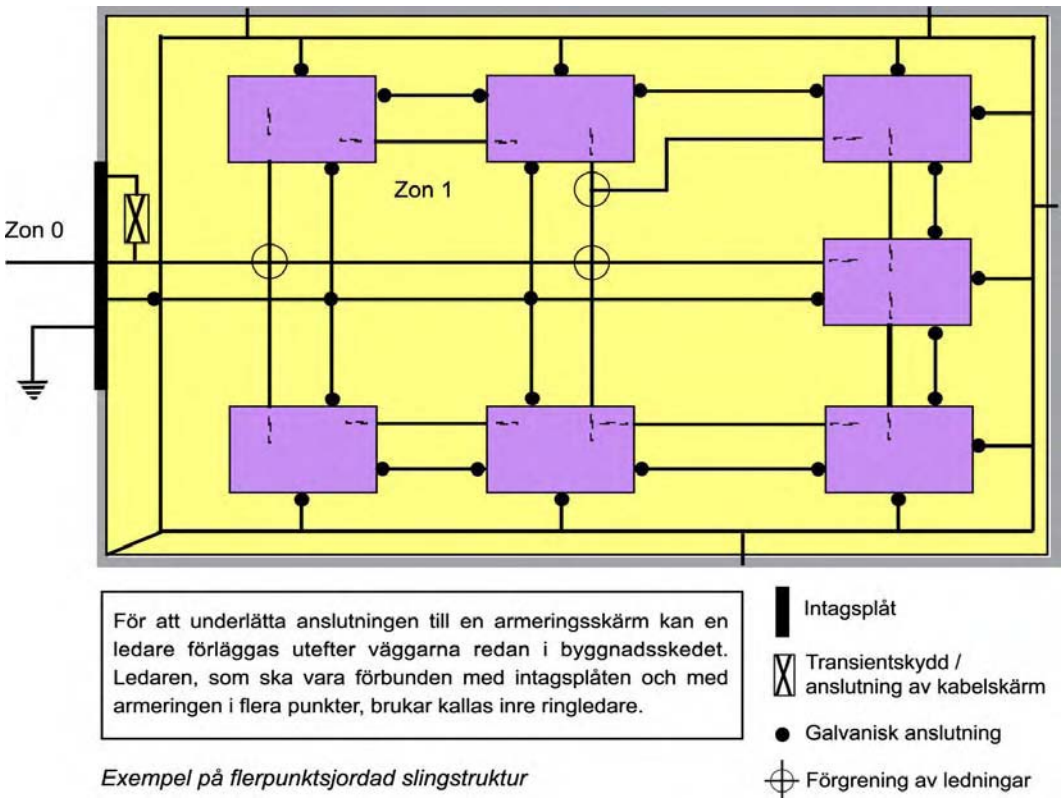
Exempel på trädstruktur

I anläggningar av rumsstorlek eller större är en systemuppbyggnad i trädstruktur ofta mycket svår att upprätthålla i praktiken. Utan noggranna installationsanvisningar är det lätt att en kabel hos en tillkommande utrustning förläggs så att en slinga bildas. Likaså kan slingbildning bli följden av en så svårkontrollerbar händelse som att en infästningsanordning till en metallisk kabelstege kommer i kontakt med ett armeringsjärn i en armerad betongbyggnad.

När trädstrukturen är förstörd genom att en slinga bildats är det bäst att fylla slingan med flera nya slingor. På så vis begränsas inducerade störningsströmmar på varje enskild ledare.

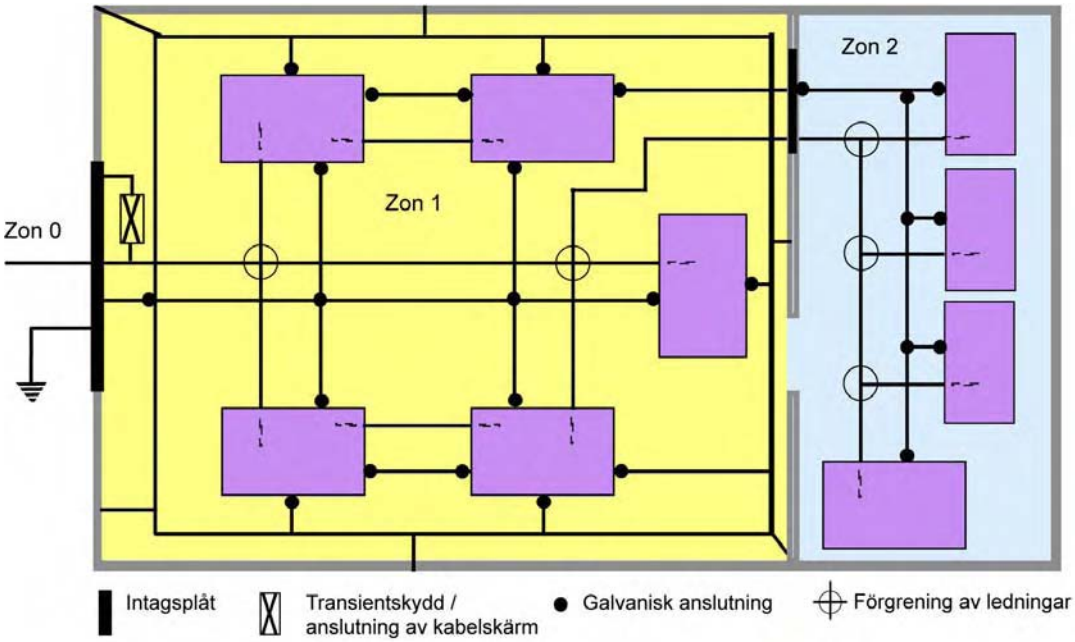
Slingstruktur av jordningssystem

Jordningsanvisningarna i detta dokument är avsedda för anläggningar med skyddade zoner av minst rumsstorlek. Om inte annat anges förutsätts systeminstallationen i dessa zoner ske med slingbildning och uppbyggnaden får då *slingstruktur*. Anslutning till en armeringsskärm förutsätts också ske i flera punkter, vilket ger ett system med flerpunktsjordad slingstruktur.



Exempel på flerpunktsjordad slingstruktur

Finns det krav på att ett system ska byggas i trädstruktur är det givetvis möjligt att tillämpa detta byggnadssätt i en del av en zon eller i en separat zon. Ett exempel på hur sling- och trädstruktur kan kombineras visas nedan.



Exempel på kombination av sling- och trädstruktur

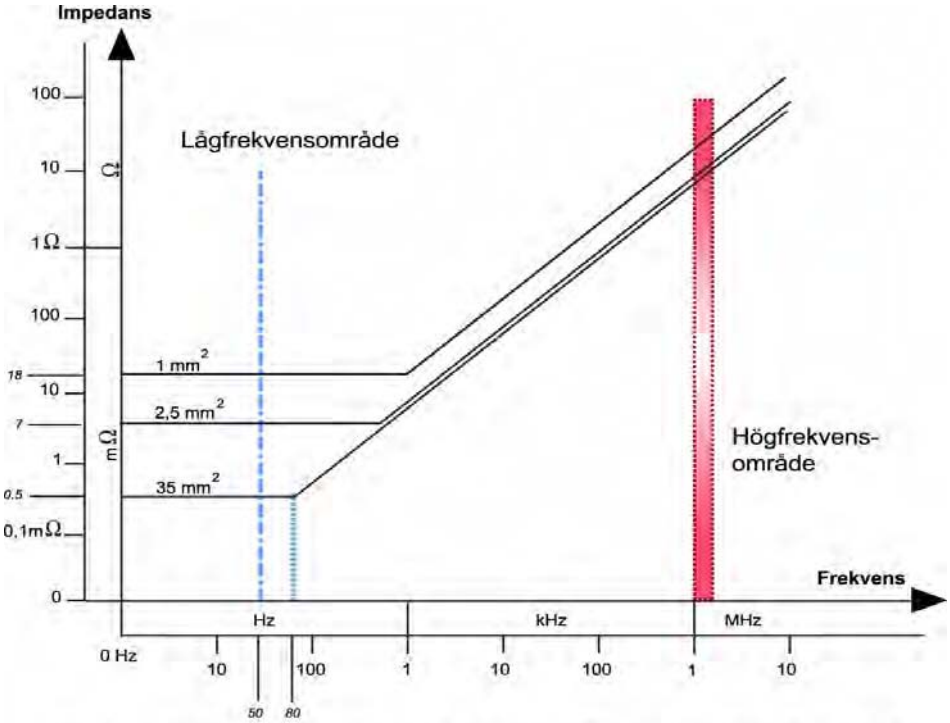
5.4.3 Jordförbindning

En jordförbindning ska fungera som potentialutjämnare och måste då ha låg impedans för potentialutjämningsströmmen. Impedansen har både en resistiv och en reaktiv del. Vid låga frekvenser, såsom vid kraftfrekvens 50 Hz, är det resistansen som dominerar hos normalt långa jordledare och förbindningen kan då göras lågohmig genom att välja en stor tvärsnittsarea.

Vid högre frekvenser måste hänsyn tas till reaktansen. Man kan enkelt visa att en ström med våglängden λ möter en reaktans på ungefär 20 Ω i en ledare som har längden $\lambda/100$. Värdet på reaktansen förändras inte mycket om ledararean ändras.

Om man försummar resistansen har således en jordförbindelse med längden $\lambda/100$ impedansen 20 Ω. Med detta värde som mått på en godtagbar jordning, måste således en jordningsåtgärd i syfte att minska verkan av en ledningsbunden, sinusformad störning med frekvensen 10 MHz (λ = 30 m) göras med en jordförbindelse som är kortare.

En annan tumregel, som kan användas vid överslagsberäkningar i jordningssammanhang, är att egeninduktansen hos en ledare är ungefär 1μH/m. Antag exempelvis att man har åskskyddat en kabel till en anläggning med överspänningsskydd som har en gemensam, 1,5 m lång, jordförbindelse till intagspunkten. Antag vidare att en åskpuls på kabeln har amplituden 20 kA och stigtiden 10 μs. Den spänning som uppstår över jordförbindelsen efter det att överspänningsskydden tänt, kan då beräknas ur formeln $e = L \cdot di/dt$ där induktansen L är 1,5 μH och åskströmmens derivata di/dt är ungefär 20 kA/10 μs, det vill säga 2 kA/μs. Det induktiva spänningsfallet över jordförbindelsen blir 3 kV, vilket är en spänning som med all säkerhet överstiger specificerad restspänning hos överspänningsskydden och som kan orsaka skador på inkopplad utrustning. Det är således viktigt att dimensionera en jordförbindelse så att potentialutjämningen verkligen fungerar.



Frekvenskarakteristik och impedansvärden för en elektrisk ledare med längd 1 meter.

5.4.4 Några sammanfattande jordningsregler:

- Jordning förutsätter en generaliserad skärm. (Vid jordning till markpotential kan jordtaget i kombination med marken betraktas

som en del av den generaliserade skärm som definierar den yttersta zonen, zon 0)

- Jordning innebär anslutning till den lokala skärmen.
- Jordning är möjlig endast inom egen zon. (Det är således fel att dra en jordledare genom en zongräns utan att ansluta ledaren den till skärmen. Detta gäller även den gröngula skyddsjordledaren).
- En jordförbindelse måste vara mycket kortare än störningens våglängd. Detta innebär följande:
  - för lågfrekventa signaler har jordförbindelsens impedans relativt liten betydelse medan arean har stor betydelse.
  - för högfrekventa signaler har jordförbindelsens impedans och längd stor betydelse medan arean har relativt liten inverkan.

5.5 Signalnolla

Signalnolla är en ledning som tillsammans med en signalledare överför en signal och är ansluten till en signalreferens (lokal jord). Ibland benämns den signalåterledare, signaljord eller gemensam ledare (common).

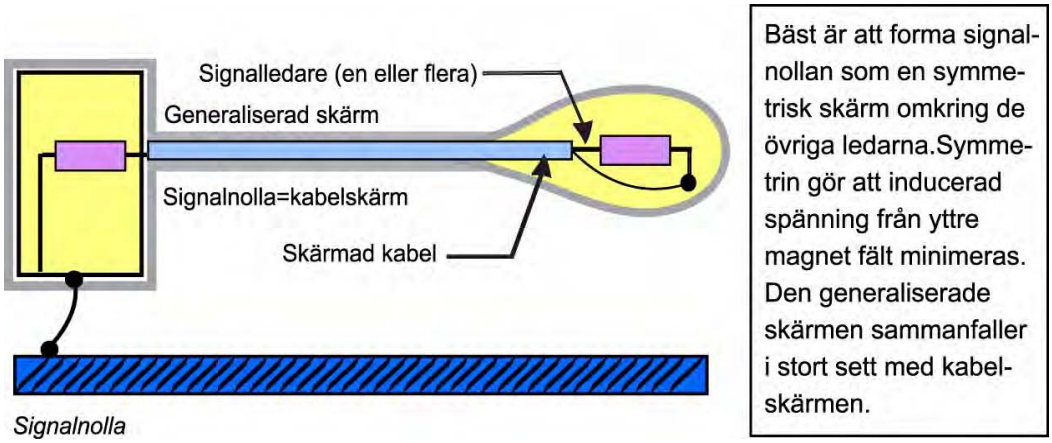
Överföring på en kabel med användning av signalnolla innebär i allmänhet att risken för störning är större än vid balanserad överföring. Att man ändå använder signalnolla beror på att förbindelsen därigenom ofta kan göras enklare eftersom färre ledare behövs. Känsligheten för yttre störning beror i högre grad på anslutningen till jord än att en ledare används gemensamt av flera signalkretsar. Detta å andra sidan kan orsaka intern störning genom gemensam impedanskoppling.

Utrustningen, som kabeln skall binda samman, har i regel sitt hölje jordat och kretskortens jordplan är ofta anslutna till detta hölje av något skäl. Detta innebär att skillnader i jordpotential, som ofta finns inom en byggnad och nästan alltid finna mellan olika byggnader, kommer in i utrustningen. En stor risk finns att potentialskillnaden ökar drastiskt vid något fel i elsystemet eller vid åsknedslag.

En trådöverföring kan göras okänslig för störningar genom balansering vilket innebär att ledarna tvinnas och utformas för reflektionsfri transmission hela vägen från sändare till mottagare. Avslutningsimpedanserna skall i ett perfekt system vara lika med kabelns karakteristiska impedans, inklusive impedansen mellan ledarna och jord.

Om den ena ledaren i en balanserad överförning ansluts till jord och blir en signalnolla, förstörs symmetrin radikalt och störningståligheten blir dålig. Ett yttre magnetfält inducerar på grund av obalansen mer ström i den ena ledaren än i de andra, vilket direkt ger sig till känna som en störning. Obalansen orsakar samtidigt att en del av den överförda signalen går på alla ledarna som en gemensam ström, vilken mer effektivt än den differentiella strömmen bygger upp ett fält som sprider sig till omgivningen.

För att minimera kopplingen till yttre kretsar måste signalnollan utformas som en trädstruktur för att få så lite inducerad ström som möjligt. Alla signalledare inklusive signalnollan skall förläggas tätt tillsammans och gärna tvinnas för att balansera ut kopplingen till yttre magnetfält.



5.6 Åskskydd

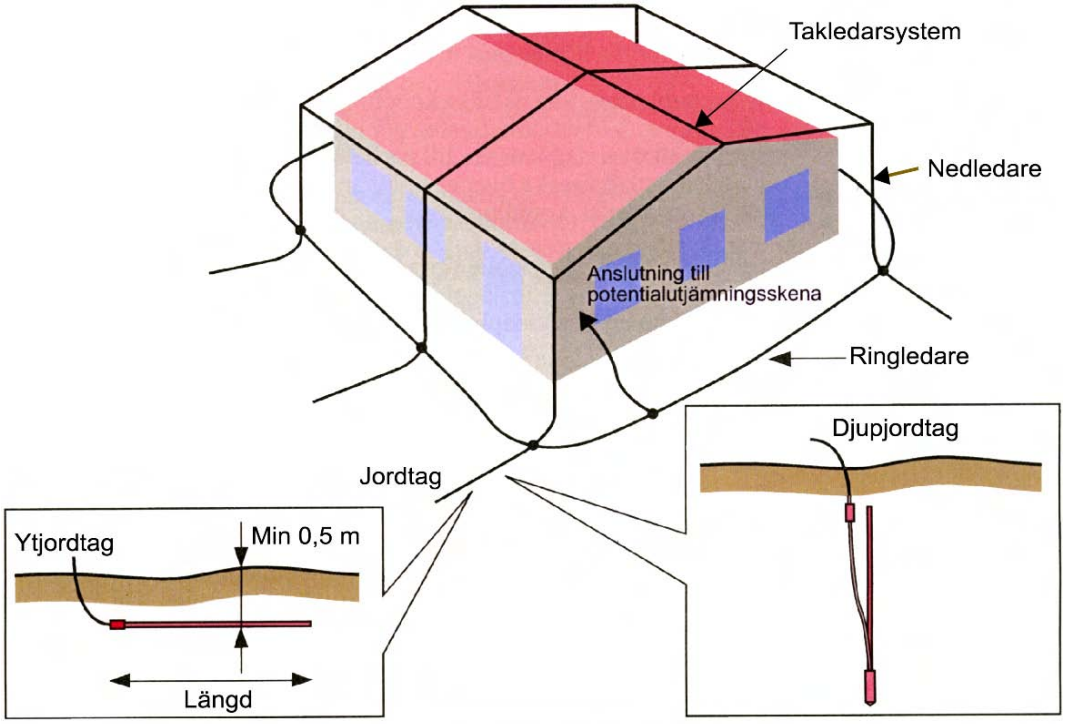
Jordningsprinciper för åskskydd

Det bästa åskskyddet fås med ett skalskydd som har en metallisk skärm runt hela det system som skall skyddas. Ett illustrativt exempel är de stora passagerarflygplanen. Dessa skall tåla en direktträff av åska trots att de under färd har en oändligt stor avledningsimpedans till marken. Vid en träff utgör det metalliska skalet bara en liten del av åskströmmens slutna bana och det täta skalet gör att störningen inte tränger in och stör flygplanssystemet.

5.6.1 Åskskydd av anläggningar

I skärmade anläggningar på marken vidtar man jordningsåtgärder till markpotential av brand- och personsäkerhetsskäl och för att minska åskströmmarna på anslutande kablage.

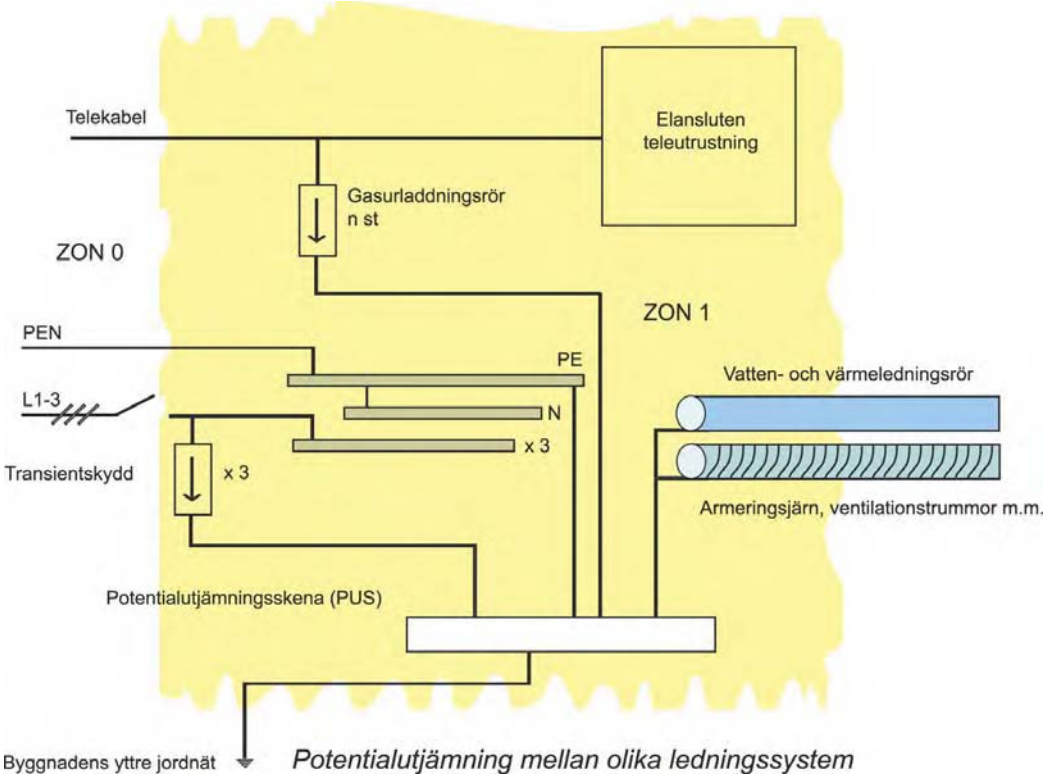
Ett direktnedslag i en oskyddad byggnad medför oftast överslag mellan olika typer av ledande strukturer med gnistbildning som följd. Finns lättantändligt material i närheten kan en byggnadsbrand bli följden. För att skydda en byggnad mot direktnedslag bygger man ett yttre åskskydd som med hänsyn till funktionen kan indelas i tre delar; takledarsystem (inklusive särskilda uppfångare), nedledare och jordtagssystem. De olika delarna behandlas utförligt i standarderna IEC 1024-1 och SS 487 01 10, se /5/ och /6/, till vilka hänvisas vad gäller dimensionering och utformning av skydd mot direktinslag i byggnader.



Princip för åskledarsystem för en byggnad

Den glesa skärm som bildas av åskledarsystemet kan man förstärka genom anslutningsåtgärder i anläggningens olika delar. Åtgärderna syftar till en potentialutjämning mellan olika anläggningsdelar för att minska lågfrekventa överspänningar på grund av åska.

Ledningssystem till en byggnad, som saknar en metallisk elektromagnetisk skärm med intagsplåt, kopplas samman med hjälp av en potentialutjämningsskena, PUS. Denna skena utgör intagspunkten i den generaliserade skärm som definierar den skyddade zonen.



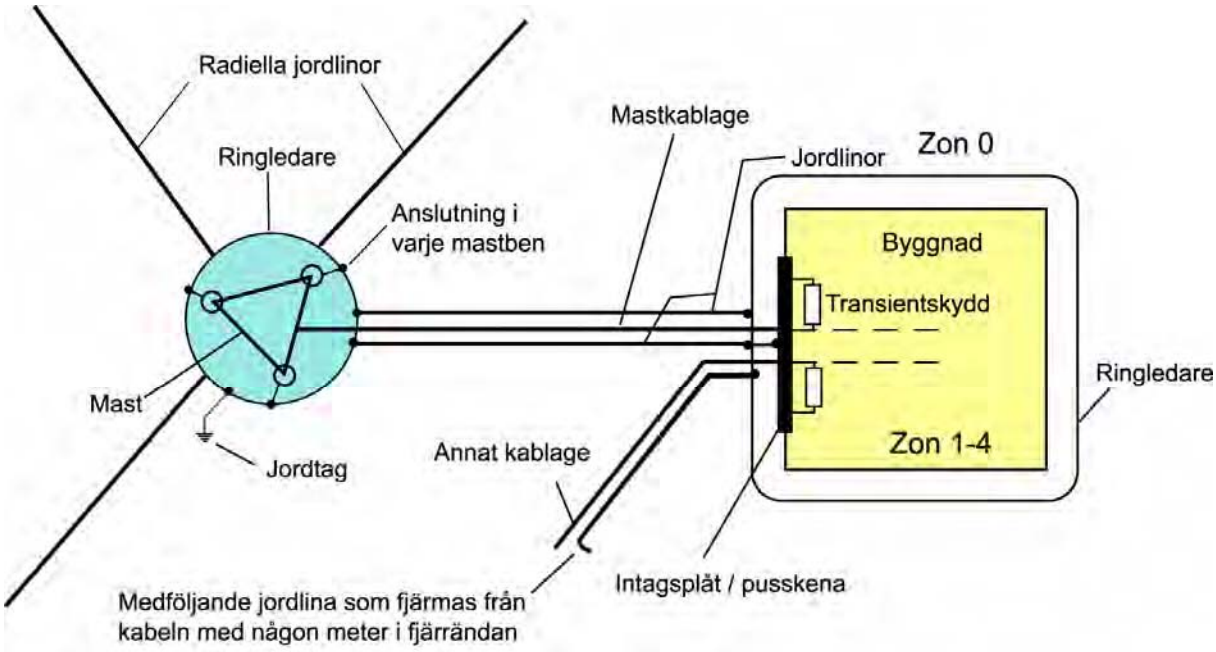
5.6.2 Åskskydd av anläggningar med antenn- mast eller – torn.

Det är oftast större sannolikhet för åsk/blixtpåkänning för ett antenntorn jämfört med ofta intilliggande byggnad. Om däremot avståndet mellan byggnad och torn är stort ska objekten behandlas som två åskskyddsobjekt.

Vid ett blixtnedslag i ett torn kommer del av strömmen gå i skärmen på antennkablage vilket är anslutet i tornet vid respektive antenn.

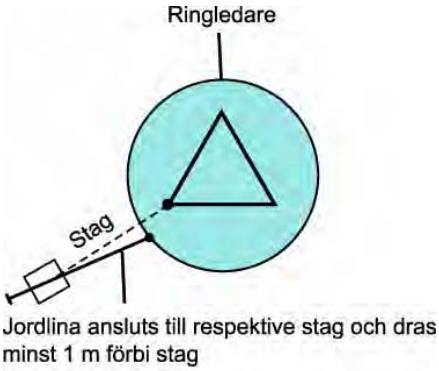
Jordningsåtgärder måste utföras mellan torn och anläggning så den strömdrivande spänningen i antennkablage blir så liten som möjligt.

Radiella jordlinor vid mast utförs då avståndet mellan mast/torn och byggnad är längre än cirka 30 meter. Vid kortare avstånd erfordras ej dessa radiella linor.

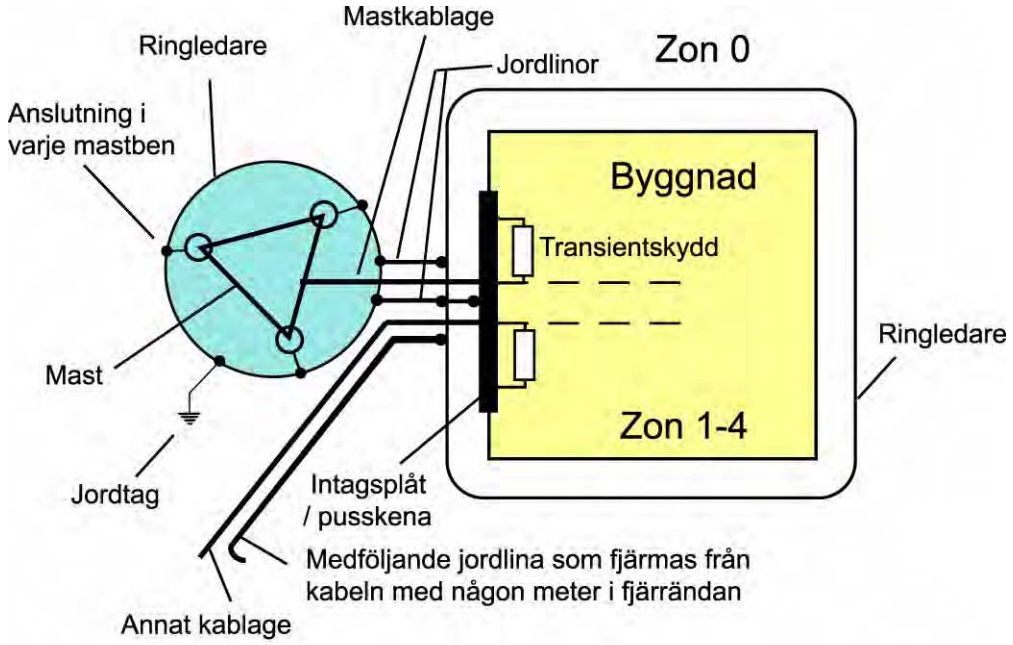


Anm. *Gäller ostagad mast. Vid stagad mast jordas även stagen . Se principbild.*

Princip åskskyddsjordning av anläggning med mast eller torn när det är långt mellan torn och anläggning.



Princip åskskyddsjordning av stag



Anm. *Gäller ostagat torn. Vid stagad mast jordas även stagen . Se principbild.*

Princip åskskyddsjordning av anläggning med mast eller torn när det är kort avstånd mellan torn och anläggning.

Byggnadens och tornets ringledare har till främsta uppgift är att minimera risker som finns med så kallade stegspänningar.

De dubbla jordlinorna mellan respektive ringledare reducerar strömmen i antennkablagets skärm.

Den medföljande jordlinan till annat kablage minskar belastningen på kabeln och utgör del i jordtag.

Längd på medföljande jordlina beroende på markförhållande:

- Berg i dagen 200 meter jordlina
- I torr mark 100 meter jordlina
- I lågohmig mark ingen lina krävs

Utförande med radiella jordlinor nyttjas vid längre avstånd mellan torn och anläggning. De radiella jordlinorna vid masten syftar till att reducera blixtströmmen på antennkablage från mast till byggnad. Jordlinorna utformas så jordimpedansen blir låg. Vid homogena markförhållanden bör tre till fyra radiella jordlinor användas. På berg och i torr mark rekommenderas ca 70 meter långa radiella jordlinor medan ca 20 meter räcker vid fuktig mark.

5.7 Skydd mot statisk elektricitet

För att skydda installationerna från statisk elektricitet är det noga att komponenthantering sker med tillräckligt skydd mot uppladdning. Normalt sett finns dessa krav ställda i tillverkarledens anvisningar men man bör försäkra sig om detta vid föreskrift om apparatval. Som exempel kan nämnas europanormen EN 61340-5-2 /4/ som anger skyddsanvisningar för alla led i elektroniktillverkningskedjan.

Ingrepp i elektroniksystem medför alltid risk för urladdning mot komponenter eller driftkort. Dessa arbeten skall utföras med erforderligt ESD-skydd. Man bör också sträva efter att hålla fuktigheten över 50% RF (dock ej över 60% på grund av korrosionsrisk) då uppladdningen av personer är måttlig. Ovanstående gäller generellt men framför allt i teknikrum för telesystem.

5.8 Skydd mot EMP – Elektromagnetisk puls från kärnvapen

Skydd mot EMP omfattar ett väl samordnat system av åtgärder som berör den generella systemplaneringen, yttre kommunikationer, byggnadskonstruktion och inre installationer. Genom en systematisk uppbyggnad med konsekvent genomförd skärmning, jordning och isolering skapar man zoner med bestämd elektromagnetisk miljö. En sådan zon kan utgöras av en hel byggnad, ett enstaka rum, ett installationsskåp, en apparatkapsling etc. Den utrustning som installeras i respektive zon skall vara funktionsduglig i zonens miljö.

Gränserna mellan zonerna formas av EMP-skärmar av olika kvalitet. Homogena metallskärmar, till exempel stål eller kopparplåt, ger hög dämpning, likaså fina metallnät eller metallväv. Armeringsstänger speciellt arrangerade kan också tjäna som en skärm fast med sämre dämpningsegenskaper.

Kontroll måste hållas på alla genomgångar genom en zongräns (skärm). Kablar förses med transientskydd för innerledare. Kabelmantlar och andra långa ledare, till exempel rörledningar och jordlinor som kan fungera som antenner i ett EMP-fält ansluts till skärmen. Öppningar förses med specialdörrar eller vågfällor av samma kvalitet som skärmen i övrigt.

Val av komponenter liksom installationstekniken påverkar också EMP-skyddet i en anläggning. Störningståliga komponenter, icke-elektriska system (mekaniska, pneumatiska, optiska), tillgång till reservmateriel ökar tåligheten hos installationen och uthålligheten hos anläggningen. Förläggning av kablar i metalliska kabelrännor anslutna

till ändutrustningarnas stativ eller apparatskåp begränsar uppkomst och spridning av störningar i anläggningen.

Utformningen av installationerna måste ägnas särskild uppmärksamhet om den strukturella skärmningen är mindre god.

5.9 Skydd mot HPM

Skydd mot HPM-vapen kan erhållas genom att bygga mycket täta skärmar. Skärmverkan för en metallisk skärm begränsas inte av metallens egenskaper eller tjocklek utan av otätheter i skärmen såsom kontaktdon, skarvar, skruvar etc.

Anläggningar för räddningstjänst ges normalt inget skydd mot HPM (High Power Microwaves)

5.10 Skydd mot RÖS

RÖS-skydd av utrustningar kan erhållas genom att dessa konstrueras så att emission av RÖS elimineras eller begränsas. Alternativt kan utrustningar placeras i RÖS-skyddade rum där skalskyddet eliminerar eller begränsar de röjande signalerna.

Anläggningar för räddningstjänst ges normalt inget skydd mot röjande signaler-RÖS.

6 INSTALLATIONSANVISNINGAR

6.1 Installation

6.1.1 Allmänt

Installationen har en stor inverkan vid utformning för en bra elmiljö. I oskärmade byggnader binder man ihop olika metalliska strukturer, stativ och apparatskåp med ett inre jordlinesystem (ofta kallad inre ringledare) för att därigenom åstadkomma en potentialutjämning. Låginduktiva förbindelser i form av exempelvis metalliska kabelrännor och kabelstegar bör utnyttjas för att förbättra potentialutjämningen. De hopkopplade metalliska strukturerna blir en del av den generaliserade skärm, som skall skydda installationen.

Anläggningens elkraftsinstallation bör basera sig på ett 5-ledarsystem med skyddsjordledare och nolledare definierade från första kopplingslådan i anläggningens huvudcentral.

Ett 5-ledarsystem innebär en trädformig struktur på elnätet. Nolledaren ingår inte i några jordslingor, vilket förhindrar uppkomsten av vagabonderande strömmar. För kontroll av att 5-ledarsystemet inte förstörs, det vill säga att nolla och skyddsjord inte är hopkopplade i någon annan punkt än i huvudcentral, krävs i allmänhet en övervakningsutrustning.

Signal- och kraftkablar bör förläggas utefter metalliska strukturer/ledare, som förbinder ändutrustningarnas apparatskåp eller stativ på ett så låginduktivt sätt som möjligt. De metalliska strukturerna/ledarna verkar som en slags skärm för kablaget och minskar störningsströmmar på kablaget. Ett rekommenderat förläggningssätt är i metalliska kabelrännor. Viktigt är att kablaget, och då speciellt signalkablaget, förläggs så att det inte ensamt skapar nya, stora jordslingor.

6.1.2 Krav på utrustning

Utrustning som skall installeras i anläggningar med sambands- och ledningsfunktioner skall uppfylla EU-krav på emission och immunitet enligt Generic Standard EN 61 000-6-4 /11/ respektive EN 61 000-6-1 /12/.

Om relevant produktstandard finns, gäller den framför alla bestämmelser i den generiska standarden.

Det åligger utrustningsleverantörerna att visa att utrustningen uppfyller ovanstående krav och projektör/entreprenör att tillse att dokumentation av detta finns tillgänglig i erforderlig omfattning för godkännande.

6.1.3 Placering av utrustning

I de åtgärder som krävs för att uppnå en god elmiljö, ingår att placera utrustning på ett ur elmiljöperspektiv gynnsamt sätt. Nedan ges några generella råd om hur placering av utrustning skall utföras.

- Undvik placering nära kabelintag.
  Inkommande störningar på ledningar koncentreras runt intagsdelarna vilket betyder att störningsfälten också ökar i motsvarande grad.
- Placera utrustning så långt från öppningar i skärmen som möjligt. Alla öppningar för dörrar och luckor utgör försvagningar i skärmen
- Ta hänsyn till internt genererade störningar.

Tillse att nivåer på elektriska och magnetiska fält begränsas där människor stadigvarande vistas.

Utrustning och apparater som kan störa varandra får inte tillhöra samma elmiljözon. Vid analys måste man räkna med både funktions- och hjälpsystem. Störningsgenererande apparater såsom exempelvis växelriktare, tyristorregleringar, radiosändare, digital elektronikutrustning, lysrör mm. kräver extra uppmärksamhet. Antingen måste de placeras utanför zonen eller också får de avstöras, vilket betyder att man runt störningskällan skapar en ny elmiljözon med tillhörande skal i form av skärm eller fysiskt avstånd.

6.1.4 Kablar

Optokablar kan med fördel användas för att överföra information mellan olika grenar i ett system uppbyggt i trädform. En sammankoppling av dessa grenar skulle innebära att s.k. jordslingor bildas och inducerade strömmar på delsystemens skärmar ökar. Fiberoptik överför information utan att det skapas någon elektrisk kontakt.

Skärmningskraven på delsystemen blir lägre om fiberoptisk förbindelse används istället för till exempel koaxialkabel, som lätt skapar en otillåten jordslinga.

Nedan anges generella direktiv beträffande kablar:

- Kablar som installeras bör om möjligt vara skärmade.
  Om skärmade kablar ej kan användas tillämpas kabelseparation.
- En balanserad signalöverföring är mindre känslig för störningar än en obalanserad överföring.
- Man bör undvika en så kallad gemensam signalnolla och istället bygga varje signalkrets med två särskilda signalledare.
- Tvinnade tvåledarkablar bör användas för att förhindra induktiv och kapacitiv överhörning.
- Signalkretsarnas signalnollor skall inte anslutas till apparat- och kabelskärm (lokal jord) i mer än en punkt.

6.1.5 Kabelförläggning

Kabelförläggningen påverkar hela systemets funktion och utgör därför en viktig del av installationen. Detta medför höga krav på planering vid förläggning av kablar för att skapa eller vid modifieringar och kompletteringar vidmakthålla befintliga elmiljözoner.
Nedanstående generella förläggningsråd kan användas i alla tillämpningar.

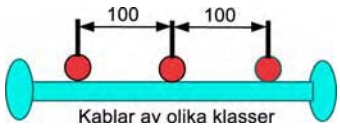
- Ordnad kabelförläggning i välplanerad kanalisation i rännor eller på stegar.
- Kabelrännor och kabelstegar skall bilda en sammanhängande metallkonstruktion och anslutas i båda ändar till de stativ i vilka ändutrustning för kablarna finns.
- Välskärmade kablar, som tillhör samma elektromagnetiska zon, kan förläggas tätt tillsammans.

I de fall oskärmat eller dåligt skärmat kablage används, rekommenderas på erfarenhetsmässiga grunder en kabelseparering enligt följande:

- Kablage indelas i tre klasser:
  - kraft- och relämatningskablar
  - signalkablar
  - antennkablar
- Särskilt störande eller känsliga kablar i en klass skall vara av skärmat utförande.
- Kablar tillhörande samma klass kan samförläggas i knippen.
- Kablar/kabelknippen tillhörande olika klasser förläggs med ett separationsavstånd på 150 mm.

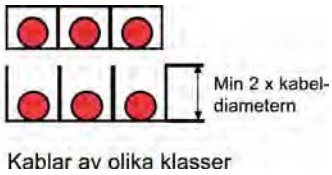
En effektivare elektromagnetisk separation mellan olika kategorier kablar kan fås genom att förlägga kablarna utefter olika installationsskärmar såsom kabelstegar och kabelrännor med väl förbundna sektioner. Installationsskärmarna skall vara väl anslutna till ändutrustningens apparatstativ. Följande avstånd rekommenderas:

- Vid förläggning på kabelstegar bör separationsavståndet mellan kablar/kabelknippen tillhörande olika klasser vara 100 mm.



- Vid förläggning i kabelrännor och utefter sammanhängande plåtstrukturer bör separationsavståndet mellan kablar/kabelknippen tillhörande olika klasser vara 50 mm.

- Vid förläggning i kabelrännor med skärmande fack behövs inget ytterligare separationsavstånd mellan olika kategorier kablar än vad förläggningen i de olika facken medför. Vid öppna kabelrännor förutsätts härvid att skärmväggarna mellan facken är åtminstone dubbelt så höga som den största kabel- /kabelknippediametern.

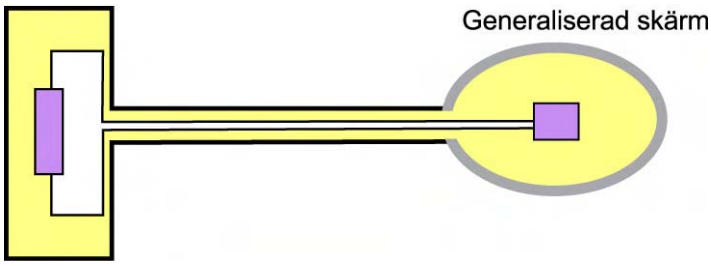


Vid installation i anläggningar är det viktigt att kabelseparation dokumenteras och åtföljs av tydliga anvisningar om tillåten kabelförläggning.

6.1.6 Anslutning av kabelskärmar

En allmängiltig regel säger att alla generaliserade skärmar ska vara slutna. Detta medför att alla kabelskärmar måste vara *slutna i båda ändar*.

Observera att detta inte är liktydigt med att alla kabelskärmar måste anslutas i båda ändar. Skärmen kan vara sluten utan att vara ansluten. Om kabelskärmen sluts med hjälp av en metallåda sker slutningen med hjälp av anslutning till lådan, men om den generaliserade skärmen består av en isolering (= ett avstånd till andra metallföremål) kan skärmen inte anslutas utan att isoleringen förstörs. Ett exempel på hur en kabelskärm kan vara sluten utan att vara ansluten visas i figuren nedan.



Anslutning kabelskärm

I figuren är en liten isolerad givare ansluten till enbart innerledarna i en skärmad kabel. Givaren sticker visserligen ut utanför skärmen, men den elektromagnetiska kopplingen till den lilla antenn som givaren utgör är så liten att den kan försummas. Den generaliserade skärmen är sluten runt givaren utan att kabelskärmen är ansluten.

Genom att isolera en kabels innerledare med hjälp av isolationselement som transformatorer, speciella ”isoleringsförstärkare” eller optokopplare kan man skapa en sluten skärm utan att kabelskärmen ansluts.

Anslutning av kabelskärm i båda ändar

Det vanligaste fallet är att kabelns innerledare *inte* har så pass försumbar koppling till metallföremål i omgivningen att de kan betraktas som isolerade. Då måste kabelns skärm anslutas i båda ändar.

Om änden på en kabel är ansluten måste kabelskärmen vara tät utefter hela sin längd. En dålig anslutning av en kabelskärm ger ökad koppling genom den generaliserade skärmen. En avbruten eller avklippt kabelskärm ger största möjliga koppling för *alla frekvenser*. Det gäller alltså även lågfrekvent brum. Om störningen ökar när kabelskärmen ansluts bör man se över skärmningen i hela den struktur där den generaliserade skärmen ingår som en del.

Isolering av kabelanslutning i ena eller båda ändarna

Genom att isolera en apparatlåda som är ansluten till en kabel kan man ibland minska systemets topologiska storlek och förbättra den generaliserade skärmningseffektiviteten för låga frekvenser. Därigenom undviks att en slinga (”jordslinga”) bildas och skärmströmmen minskar. Om inte lådan kan isoleras finns ibland möjlighet att göra en isolerad anslutning av kabeln. För att undvika lågfrekventa (=50 Hz) cirkulerande strömmar kan kondensatorer ge tillräcklig isolering medan högre frekvenser kräver optokopplare.

Man bör undersöka om slingan kan brytas upp på något fördelaktigare ställe, till exempel genom att strömförsörjningen får ske med hjälp av en isolertransformator.

En *otillåten* isoleringsåtgärd är att bryta upp kabelskärmen.

6.1.7 Korskoppling

Matarledningar och spridningsledningar skall där så är möjligt enbart anslutas till skärmade platsutrustningar.

Korskoppling mellan dessa platsutrustningar utförs med skärmat ”patchkablage”.

I de fall där matarledning eller spridningsledning ansluter till oskärmade platsutrustningar (plintar mm) skall ledningarnas skärmar anslutas 360° mot jord och plintar eller plintgrupper skall förses med kåpa av metall.

För att undvika att korskoppling, mellan exempelvis plintar i fält, bryter upp kabelskärmen skall ledningssystemet konstrueras på ett sätt som säkerställer att korskopplingen följer den metallstruktur som ingår i/utgör det förgrenade jordplanet. Korskoppling inom samma linjalposition skall alltid eftersträvas.

6.1.8 Kabelintag, filter och transientskydd

Om skärmen är tät måste transientskydd och kabelskärmar anslutas runtomkretsande till skärmen med god kontakt runt hela periferin. Ansluts ett transientskydd med en ledning eller fläta förändras skyddets egenskaper. Ledningen eller flätan representerar en ömsesidig induktans som framför allt fördärvar högfrekvensdämpningen.

Transientskydd, till exempel ventilavledare och avkopplingskondensatorer, installeras ibland mot en gles skärm, som inte är avsedd att skydda mot höga frekvenser. Skydden bör då anslutas med särskild jordledare till den glesa skärmen. Kopplingsbegränsning erhålls då endast för så låga frekvenser att man kan försumma den extra reaktiva impedans som jordanslutningen tillför.

Där det finns risk för transienter med hög amplitud (exempelvis på ledningar som kan drabbas av åsknedslag) bör man använda spänningsbegränsande transientskydd i kombination med filter. Ventilavledare anslutna till kraftförsörjningsledningar och gasurladdningsrör till teleledningar ger en säker begränsning av transienter förutsatt att installationen är gjord med lågimpeditiv anslutning till intagsplåten. Vid själva slutningsögonblicket, när avledaren börjar fungera,

alstras en mycket brant transient störning som kan vara besvärande för efterföljande elektronisk utrustning. Därför är det en god regel att alltid sätta filter efter en spänningsbegränsare.

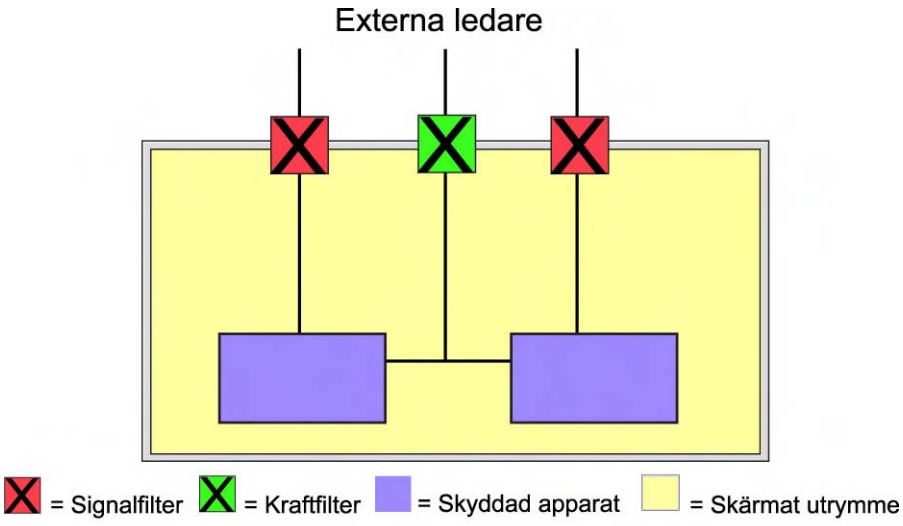
Den skyddande funktionen hos transientskydd kan ibland övertas av en kabelskärm. Genom att ansluta kabelskärmen till zongränsen, som till exempel utgörs av utrustningsskärmen, utvidgas zonen till att innefatta volymen inuti kabelskärmen. Om kabeln även ansluts i andra änden kommer utrustningen i kabelns båda ändar att tillhöra samma zon. Samma elmiljö råder inuti hela zonen, varför alla förbindelser i princip kan göras utan skyddskomponenter. Kravet på kabelskärmen består av två delar. Dels skall skärmanslutningarna ha tillräckligt låg impedans, dels skall kabelskärmens överföringsimpedans vara tillräckligt liten.

I många sammanhang används fiberoptiska förbindelser för signalöverföring mellan zoner. Vid intaget till en skyddad zon kan då den elektriskt oledande optokabeln tillåtas passera zongränsen på valfri plats och utan skyddsåtgärder.

Anslutna kablar kan ha mycket stor utsträckning på båda sidor om skärmen. Det medför att det kan uppstå ström- och laddningskoncentrationer i och omkring intagsplåten. Ju svagare skärmen är, desto viktigare är det att samla alla ledare till en intagsplåt i skärmen.

Filtren i intagslådorna ska dimensioneras så att kopplingen via filtren inte blir högre än den via andra ofullkomligheter i skärmen. Man har då fått balans i skärmningsåtgärderna. Det är bortkastat att montera högkvalitativa filter i en gles skärm, och man förstör en tät skärm genom att använda filter med sämre prestanda än skärmen.

Filtren måste placeras i zongränsen i enlighet med nedanstående bild. Detta innebär också att en skärm ska kunna identifieras vid ett filter eller transientskydd för att de ska kunna anslutas med riktig funktion.



Sluten skärm med hjälp av filter

Vad skydden kan ge är en begränsning av spänningen mellan de olika ledarna i elkabeln. Om utrustningen är ansluten till en annan ledare, som exempelvis en telekabel, ger skyddet ingen säker begränsning av spänningen mellan de två kablarna. Genom att ordna en intagspunkt dit skydd på båda kablarna kopplas kan en riktig zongräns skapas.

6.2 El-miljöåtgärder, Åtgärdsnivåer

I analogi med tidigare handböcker utgivna av Räddningsverket definieras fem nivåer beträffande insatser för skydd mot elektromagnetiska störningar. Med hänsyn till ekonomiska ramar kan man i allmänhet ej genomföra ett komplett skydd för alla funktioner och anläggningar utan torde ibland bli tvingad att acceptera större eller mindre nedgång i vissa funktioner efter verkan från större yttre elektromagnetiska störningar.

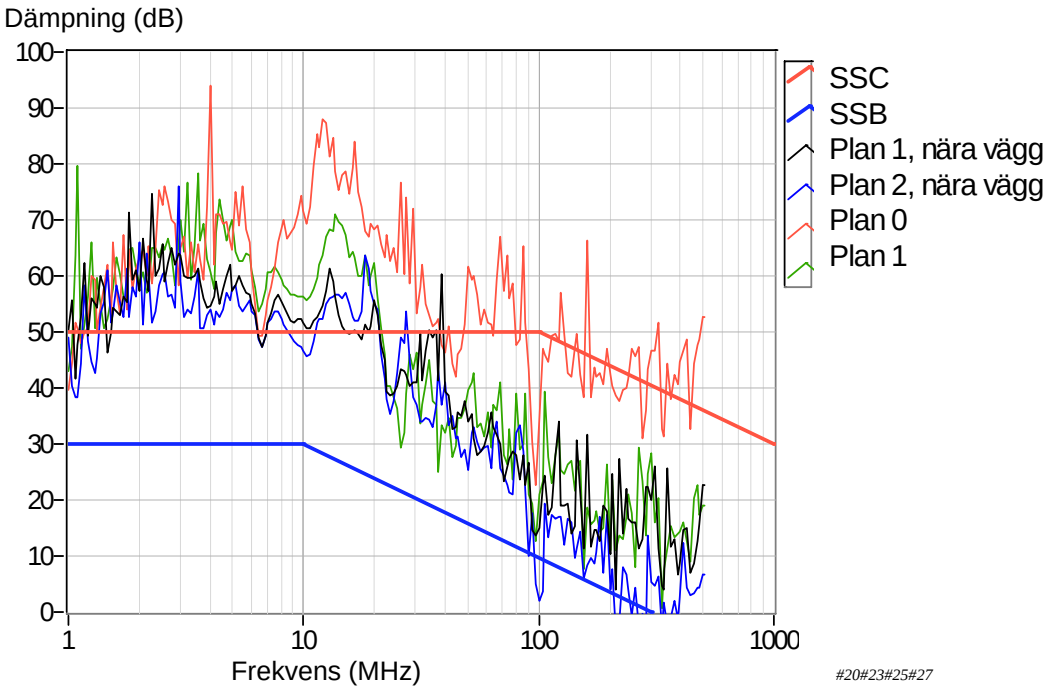
Respektive nivå definierar ett samordnat system av åtgärder som bedömts tekniskt och ekonomiskt motiverade och som ger stegvis förbättrat skydd. Avsikten är att man därmed lättare skall kunna ange en inriktning av skyddet vid projektstart. Nivåerna framgår av avsnitt *6.3*.

Omfattningen av åtgärder för skydd baseras på prioritering av de system som skall skyddas. För vissa system kan nedgång i funktion godtas efter verkan från större yttre elektromagnetiska störningar, utan att anläggningens funktion i stort äventyras.

Utformningen av skyddsnivå anges i av Räddningsverket upprättat förstudie/åtgärdsförslag efter det att taktiska och ekonomiska överväganden beträffande aktuell anläggning beaktats.

De lägre åtgärdsnivåerna kan innebära att man tvingas godta en reducerad funktion hos anläggningen. Åtgärderna inriktas på att ge anläggningen en sådan skadetålighet att avsedd verksamhet är möjlig om än med nedsatt kapacitet och i vissa fall under sämre arbetsförhållanden för personalen.

En typlösning har utarbetats för hur ett effektivt skalskydd med utnyttjande av armering kan byggas. Speciella krav ställs dels på armeringsskärmens utformning, dels på installationssätt. Nedan redovisas mätresultat från utförda dämpningsmätningar på en räddningscentral i Helsingborg. Resultat visar att vid detta utförande, som formellt är att hänföra till klass SS_B, erhålls ett skalskydd som för frekvenser upp till några tiotal MHz uppfyller dämpningskraven enligt SS_C. I praktiken innebär detta att om man enbart ser till effekt av EMP fås en miljö där utrustning med en tålighet enligt Generic Standard EN 50082-2, anses klara sig utan ytterligare skärmning.



Figur 22. Planvågsdämpning i jämförelse med dämpningskrav enligt skalskyddsklasserna SS_B och SS_C.

Mätningar och beräkningar av skärmningsegenskaperna redovisas i SRV`s publikationer B 54-224/02/2/ och B 54-225/02/3/.

6.2.1 Byggnadsåtgärder

Specificerade åtgärder för de olika åtgärdsnivåerna framgår av avsnitt 6.3. Allmänt kan sägas att nivå 1 och 2 erfordrar minimala byggåtgärder och används vid komplettering i befintliga byggnader. Nivå 5 medför mycket omfattande arbeten då en homogen plåtskärm skall utföras och denna åtgärd används bara i mycket speciella anläggningar eller där byggnadskonstruktionen ändå utgörs av homogen metall som vid containermontage. Nivå 3 används normalt inte då nivå 4 oftast är billigare att utföra. Nivå 4 är den vanligaste åtgärden vid nyproduktion av räddningscentraler som skall ha skydd mot elektromagnetiska störningar.

För att uppnå skalskydd, som minst uppfyller dämpningskraven enligt SS_B som krävs vid en grundskyddad räddningscentral (nivå 4), anpassas armeringen så den utgör en skärm. Genomföringar för kablar rör och kanaler utförs så de ej leder in elektromagnetiska störningar samt dörrar och fönster utförs med skärmverkan.

6.2.2 Åtgärder ventilation- och röranläggning

För samtliga nivåer gäller att ställdon utformas så att manuell driftmöjlighet finns vid automatikfel.

Åtgärder omfattar framförallt på att ordna korrekta anslutningar, vågfällor och jordningar till skärmen.

För att uppnå skalskydd som minst uppfyller dämpningskraven enligt SS_B som krävs vid en grundskyddad räddningscentral (nivå 4) skall kanaler och rör dras via intagsplåten där de ansluts till skärmen. Är detta ej möjligt skall rör och kanaler som passerar skärmen utföras med vågfällor och metalliskt avbrott. Rör och kanaler ansluts till armeringsskärm. På utsida vägg accepteras en längd av maximalt 1,5 meter innan avbrott utförs. Avbrottet skall vara minst 0,2 meter. Ett sätt att utföra en skyddad kanalgenomföring är att låta armeringsskärmen dras obruten förbi öppningen.

Vid rörgenomföringar är det mycket viktigt att det används rätt typ av packningssatser som är metalliskt ledande.

6.3 El-miljö, åtgärdsnivåer med kortfattad beskrivning av omfattning

Följande beskrivningar bygger på ett zontänkande och redovisar indelning i zoner betecknade 0-4. Zon 0 betecknar den yttre omgivning. Zoner med högre nummer har genom skyddsåtgärder fått en successivt

bättre miljö. I figurerna är zonerna inte numrerade i "kronologisk" ordning utan betecknade så att man får en indikation på elmiljön i respektive zon. Generellt gäller att utrustningars tålighet förutsätts uppfylla krav enligt ovan och att skyddskomponenter, till exempel transientskydd, i zongräns anpassas till elmiljön i den zon som skall skyddas.

Respektive nivå definierar ett samordnat system av åtgärder som bedömts tekniskt och ekonomiskt motiverade och som ger stegvis förbättrat skydd mot verkan från större yttre elektromagnetiska störningar. Avsikten är att man därmed lättare skall kunna ange en inriktning av skyddet vid projektstart.

De fem nivåerna sammanfattas i tabell 1.

Tabell 1. El-miljö, Åtgärdsnivåer med kortfattad teknisk beskrivning

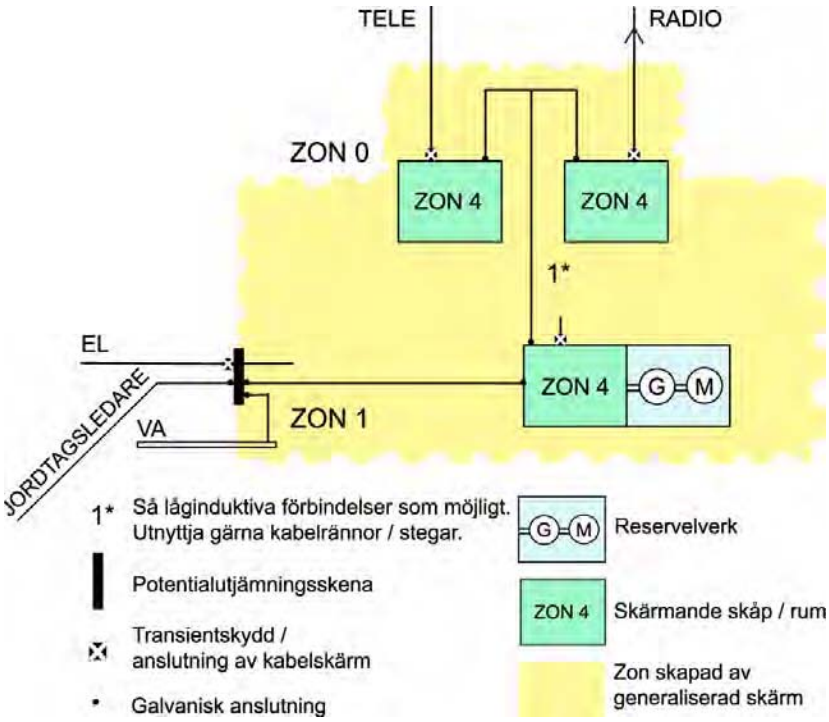
Nivå	Omfattning
1	**Enkelt skydd** Begränsade åtgärder, till exempel transientskydd vid viss utrustning samt potentialutjämning. (Används vid kompletteringar av befintliga byggnader med lägre prioritet.)
2	**Gemensam intagspunkt/plåt, zonindelning** Eftersträva anslutning av långa ledare till gemensam intagspunkt/plåt, transientskydd, potentialutjämning, ev. lokal skärmning av vissa objekt eller vissa rum. En inre zon skapas ev. för viss prioriterad utrustning, till exempel data/sambandsutrusning och automatik för reservkraftaggregat. (Denna nivå används vid ombyggnader av befintliga byggnader där installationen skall ges ett gott åskskydd.)
3	**Partiell skärmning + intagsplåt** Anslutning av långa ledare till gemensam intagsplåt, transientskydd, potentialutjämning, lokal skärmning av vissa objekt eller vissa rum. Åtgärderna ger en kombination av skalskydd som bör uppfylla dämpningskraven enligt SS_A resp SS_C. (Nivå 3 bör väljas endast i undantagsfall då det har visat sig att nivå 4 är billigare att genomföra i de flesta fall.)
4	**Skärmad anläggning** I Skärm av armeringsstål omfattande huvuddelen av anläggningen, transientskydd, potentialutjämning, intagsplåt, eventuellt lokal tilläggsskärmning av vissa objekt. Åtgärderna ger ett skalskydd som åtminstone bör uppfylla dämpningskraven enligt SS_B.
5	**Skärmad anläggning** II Skärm av homogen plåt eller tät nätskärm omfattande huvuddelen av anläggningen, transientskydd i alla genomföringspunkter. Åtgärderna ger ett skalskydd som bör uppfylla dämpningskraven enligt SS_C. (Den-

na nivå används endast vid speciella anläggningar eller där konstruktionen ger detta utförande till exempel vid en relästation placerad i en stålcontainer.)

6.3.1 Åtgärdsnivå 1. Enkelt skydd

Åtgärdsnivån är att betrakta som ett i efterhand kompletterat åskskydd och syftar till att begränsa verkan av ledningsbundna transienter genom lämpliga punktvisa avlednings- och potentialutjämningsåtgärder.

Figuren motsvarar en situation där inkommande ledningsstråk har ett bestämt läge, till exempel vid ombyggnad av befintlig anläggning. Då möjlighet finns att förlägga kablar och ledningar till en gemensam intagspunkt skall detta eftersträvas.



Enkelt skydd

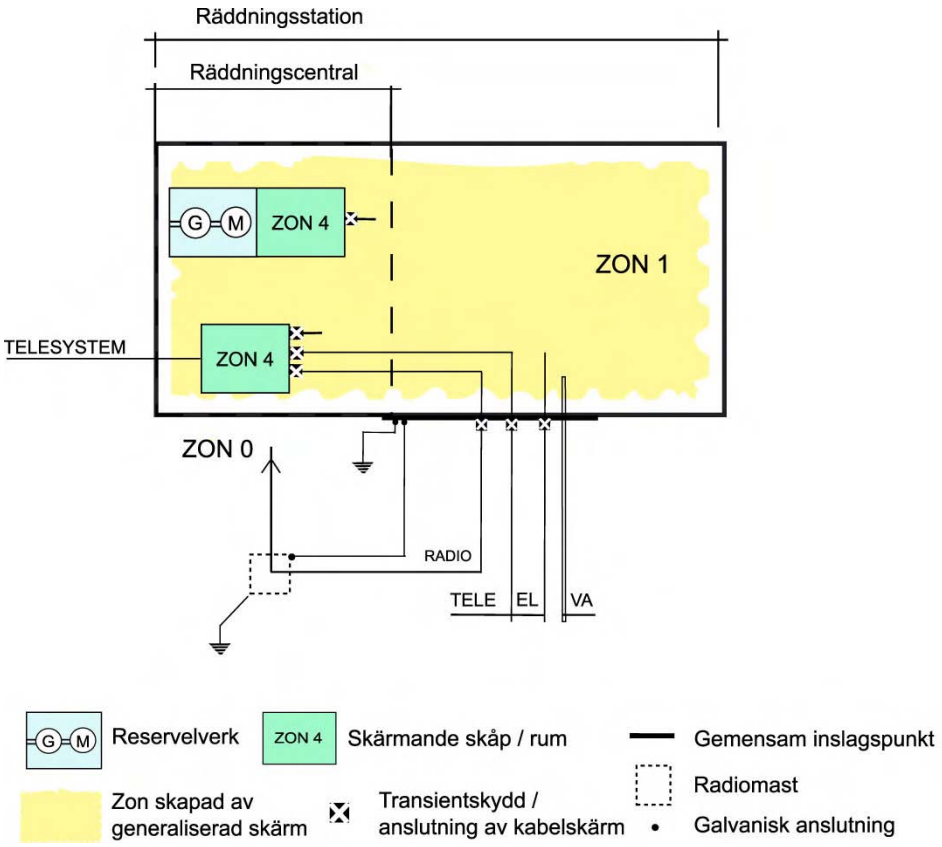
Omfattning

Bygg	Normalt vidtas inga åtgärder.
VVS	Normalt vidtas åtgärder i mindre omfattning. Installationer för funktions- och försörjningssäkerhet skall kunna köras manuellt vid bortfall av eventuell känslig styrutrustning. Nya installationer för yttre ledningar utförs med icke ledande material (plaströr).

El	Transientskydd monteras vid intaget till zon 1. För reservkraftaggregat monteras transientskydd i vissa fall för automatikutrustning som en inre zongräns. Potentialutjämning utförs i enlighet med SEK handbok 413 **/7/** och SS 436 40 00 /9/.
Telesystem	Koaxialkabelskärmar ansluts runtomkretsande (360°) vid intag till skåp för utrustning och kan vid behov även förses med transientskydd. Parkabelskärmar ansluts runtomkretsande (360°) vid intag till skåp för utrustning och förses dessutom alltid med transientskydd. Optokabel utan skärm ansluts direkt mot utrustning och optokabel med skärm ansluts på samma sätt som en koaxialkabel. Skåp förbinds så låginduktivt som möjligt med anläggningens potentialutjämningssystem. Ev. skärmade skåp alternativt skärmade rum utförs enligt bilaga 2.1 och 2.2.

6.3.2 Åtgärdsnivå 2. Gemensam intagspunkt/plåt, zonindelning

Viss utrustning, till exempel för data/sambandssystem och reservkraftsystem, placeras i en inre zon. Åtgärdsnivån tillämpas när det ej är ekonomiskt möjligt att hänföra anläggningen som helhet till en skyddad zon men där man vill öka uthålligheten för data/sambandssystem och elförsörjning. Vid nyproduktion anordnas en gemensam intagspunkt för ledningar. Till denna intagspunkt ansluts jordtag, ringledare, armeringsjärn m m.



Gemensam intagspunkt/plåt, zonindelning

Omfattning

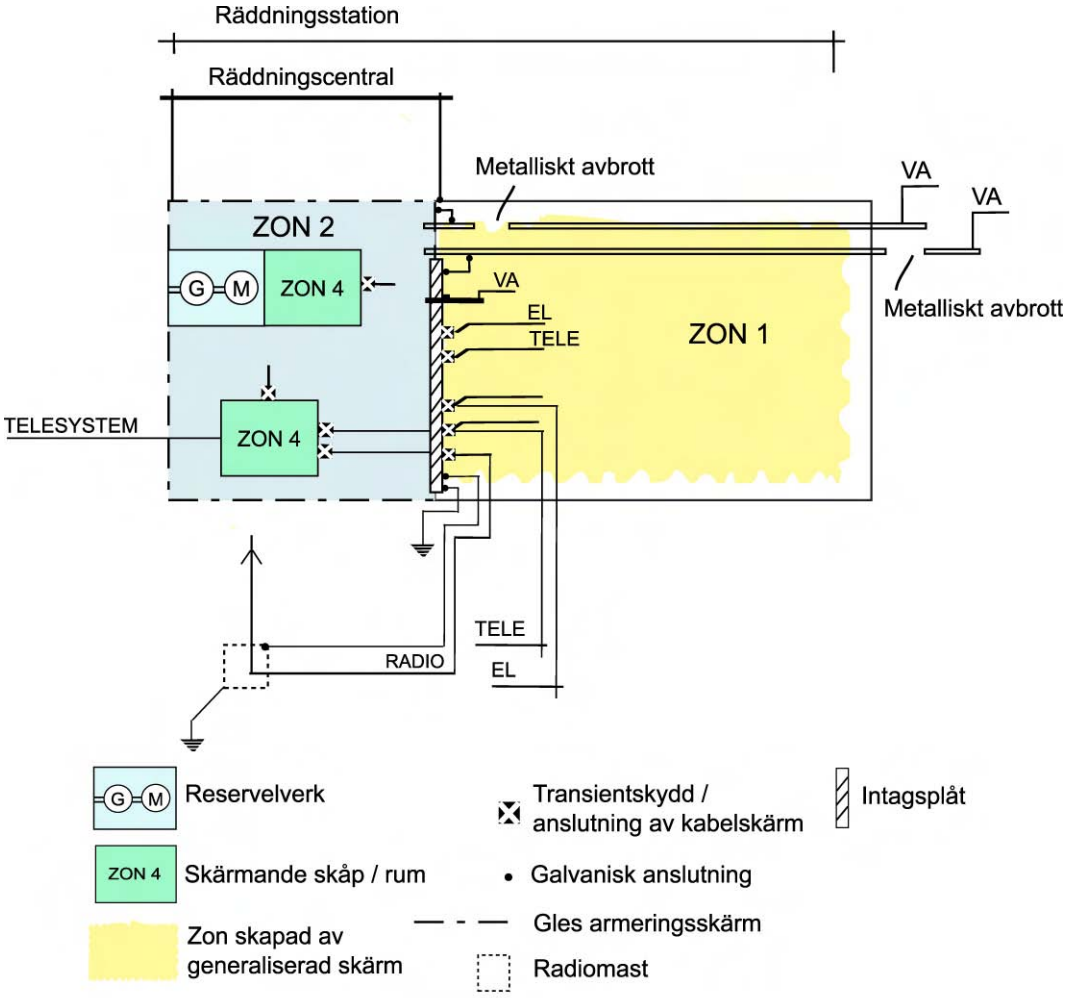
Bygg	Näraliggande armering ansluts till jordsystem vid gemensam intagspunkt/plåt. I övrigt utförs normalt inga åtgärder.
VVS	Yttre ledningar ansluts till intagspunkt eller utförs med icke ledande material (plaströr eller motsvarande). Installationer för funktions- och försörjningssäkerhet skall kunna köras manuellt vid bortfall av eventuell känslig styrutrustning.
El	Transientskydd installeras i zongränser. Potentialutjämning utförs i enlighet med SEK handbok 413 /7/ och SS 436 40 00 /9/.
Telesystem	Koaxialkabelskärmar ansluts runtomkretsande (360°) till intagspunkt och till skåpets/stativets avledarenhet och kan vid behov även förses med transientskydd. Parkabelskärmar ansluts runtomkretsande (360°) till intagspunkt och till skåpets/stativets avledarenhet samt förses med transientskydd i zongränser.

Optokabel utan skärm ansluts utan åtgärder och optokabel med skärm ansluts på samma sätt som en koaxialkabel.
Ev. skärmade skåp alternativt skärmade rum utförs enligt bilaga 2.1 och 2.2.

6.3.3 Åtgärdsnivå 3. Partiell skärmning + intagsplåt

Inkommande ledningar samlas till ett gemensamt intagsställe där kabelskärmar och metalliska ledare ansluts till en intagsplåt. Partiell skärmning utförs för delar av anläggningen som innehåller telesystem, reservkraftaggregat och eventuellt ytterligare utrymmen med känsliga utrustningar.

Transientskydd installeras i zongräns, det vill säga. i intagsplåt och i skärmen till skärmade objekt.



Partiell skärmning + intagsplåt

Omfattning

Bygg

Intagsplåt utförs enligt principritningar i BILAGA 1.

Intagsplåt ansluts till närliggande armering, som normalt ej är skärmningsanpassad.

Elektriskt ledande anslutning av metallrör och andra ledare till intagsplåt utförs. Specialgenomföringar utförs för kablar.

VVS

Ställdon utformas så att manuell driftmöjlighet finns vid automatikfel.

Rörledningar som passerar armeringsskärm anpassas och ansluts till skärmen.

Följande principer kan tillämpas:

- Långa (utifrån kommande) ledningar ansluts till intagsplåt
- Korta ledningar, till exempel avgasrör, ansluts till armering om sådan finns.
- Långa (utifrån kommande) rör och kanaler som inte kan anslutas till intagsplåt utförs med metalliskt avbrott på utsida zongräns. Rör och kanaler på insida vägg ansluts till armering eller PUS.

El

Transientskydd installeras i zongränser.
Potentialutjämning utöver normala åskskyddsjordningar utförs genom ytterligare anslutning av metallföremål m m.
Sammankoppling av närliggande metallföremål, interna rörstråk, ventilationskanaler och ledningsrännor utförs till elektriskt sammanhängande system.
Reservkraftaggregat utförs med skyddat utförande nivå 4.
Kabelskärmar ansluts runtomkretsande vid automatikskåp, metallkapslade apparater m m.
Viss, särskilt känslig utrustning kan behöva ytterligare skydd.

Telesystem

Skärmade skåp/rum installeras för centralutrustning.
Koaxialkabelskärmar ansluts runtomkretsande (360°) till intagsplåt och till det skärmade skåpets avledarenhet och kan vid behov även förses med transientskydd i det skärmade skåpets avledarenhet.
Parkabelskärmar ansluts runtomkretsande (360°) till intagsplåt och till det skärmade skåpets avledarenhet samt förses med transientskydd i zongränser.

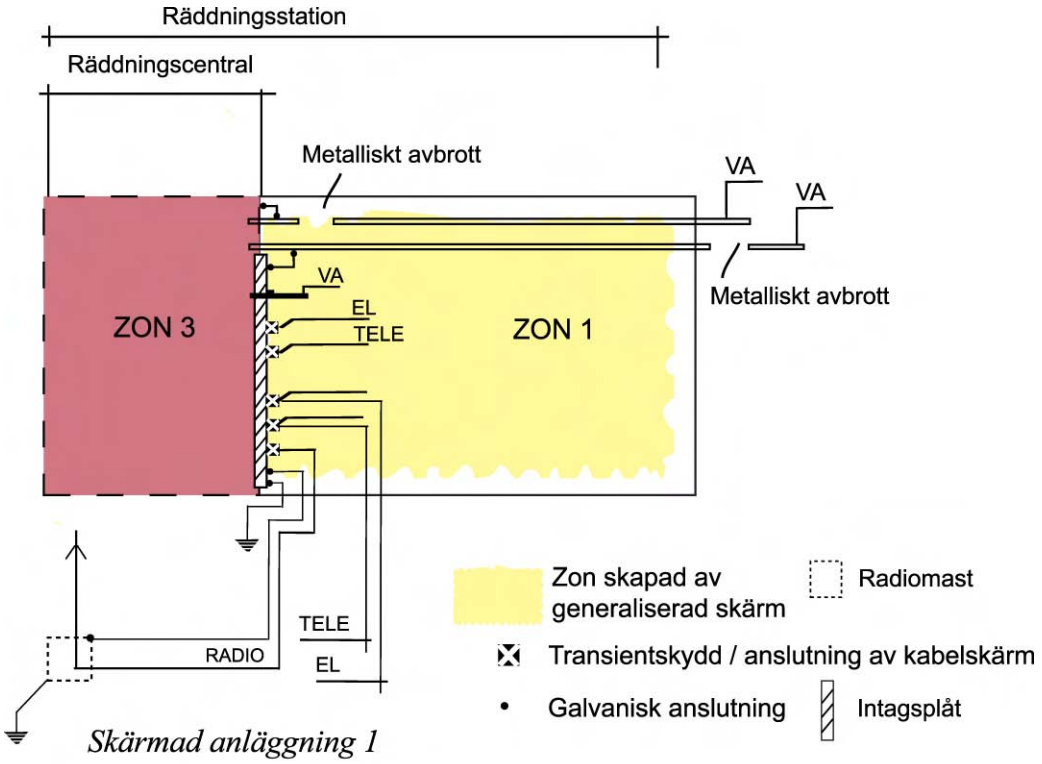
Optokabel utan skärm ansluts via vågfälla i det skärmade skåpets avledarenhet och optokabel med skärm ansluts på samma sätt som en koaxialkabel
Skärmade skåp alternativt skärmade rum utförs enligt bilaga 2.1 och 2.2.

6.3.4 Åtgärdsnivå 4. Skärmad anläggning I

I detta utförande anpassas armering som normalt finns i betongkonstruktioner för att åstadkomma god skärmande effekt och för fördelning och utjämning av på inkommande ledningar inducerade strömmar.

Dämpningskrav vid detta utförande är att minst skalskyddsklass SS_B uppfylls.

Vid utformning av armeringsskärm enligt typlösning behövs för räddningscentraler ingen kompletterande skärmning, jfr**/2/.**



Skärmad anläggning 1

Omfattning

Bygg — Speciell armeringsskärm, utförs enligt principritningar i BILAGA 1.1. Anpassningen innebär bl a speciella krav på kontinuitet, skarvning, täthet m m.

Intagsplåt utförs enligt principritningar i BILAGA 1.1. Intagsplåt för kablar ansluts till armeringsskärmen. Utförande och montage av intagsplåt framgår av ritningar 3P-10-8 t.o.m. 3P-10-12. Till intagsplåten skall samtliga rör och kanaler av metall samt alla el-, tele- och radiokablar anslutas. Kan metalliskt avbrott anordnas får kanaler och rör dras in annan väg. Plåten placeras så att avstånd till öppning i väggen (dörr, fönster etc.) är minst öppningens bredd.

Rörledningar av metall ansluts runtomkretsande till intagsplåt omsorgsfullt ansluten till armeringsskärmen.
Dörrar och fönster skall vara av utförda med skärmningsegenskaper och vara anslutna till skärmen. Dörrar och fönster skall uppfylla dämpningskrav enligt skalskyddsklass SS_C
Ventilationsöppningar utförs med dämpning motsvarande armeringsskärmens dämpning. Kanalgenomförning ansluts till armeringsskärmen.
Vid permanenta öppningar för ventilation etc. görs ett metalliskt avbrott vid passage genom skärmen och armeringskärmen dras igenom obruten.

VVS

Långa metalliska rörledningar anpassas och ansluts till intagsplåt. Enstaka korta rörledningar ansluts till armeringsskärmen. Rör och kanaler som dras genom intagsplåt ansluts enligt ritning 3P-10-13. Kanaler förses med vågfälla enligt ritning 3P-10-14.
Långa ledningar som ej kan anslutas enligt ovan utförs med metalliskt avbrott på utsida zongräns. Rör och kanaler på insida vägg ansluts till armeringsskärm. För rör och kanaler där metalliskt avbrott utförs gäller att genomföringarna ansluts till armeringsskärmen från insida vägg. På utsida vägg anordnas det metalliska avbrottet. På utsida vägg accepteras en längd av maximalt 1,5 meter innan avbrott utförs. Avbrottet skall vara minst 0,2 meter. Även här gäller att kanaler förses med vågfälla som ansluts till skärmen om ej armeringsskärmen dragits igenom obruten.
Anpassning och ledande anslutning av ventilationskanaler till skärmar utförs. Vågfälla eller annat skydd som motsvarar respektive skärms dämpning utförs i genomföringspunkter. Exempelvis kan armeringsskärmen dras obruten förbi öppningen.

Ställdon utformas så att manuell inställning av luftbehandling, fläktar, pumpar m m kan utföras vid automatikfel.
Genomföringar som används för rör och kanalgenomföringar skall vara avsedda för sitt ändamål och anslutas till armeringsskärmen enligt ritning 3P-10-6. Det är mycket viktigt att det används rätt typ av packningssatser som är metalliskt ledande.

El

Transientskydd installeras vid intagsplåt.
Potentialutjämning utöver normala åskskyddsjordningar utförs genom ytterligare anslutning av metallföremål, ventilationskanaler m m samt armeringsskärm.
Kabelskärmar ansluts vid automatikskåp, metallkapslade utrustningar och apparater.

Telesystem

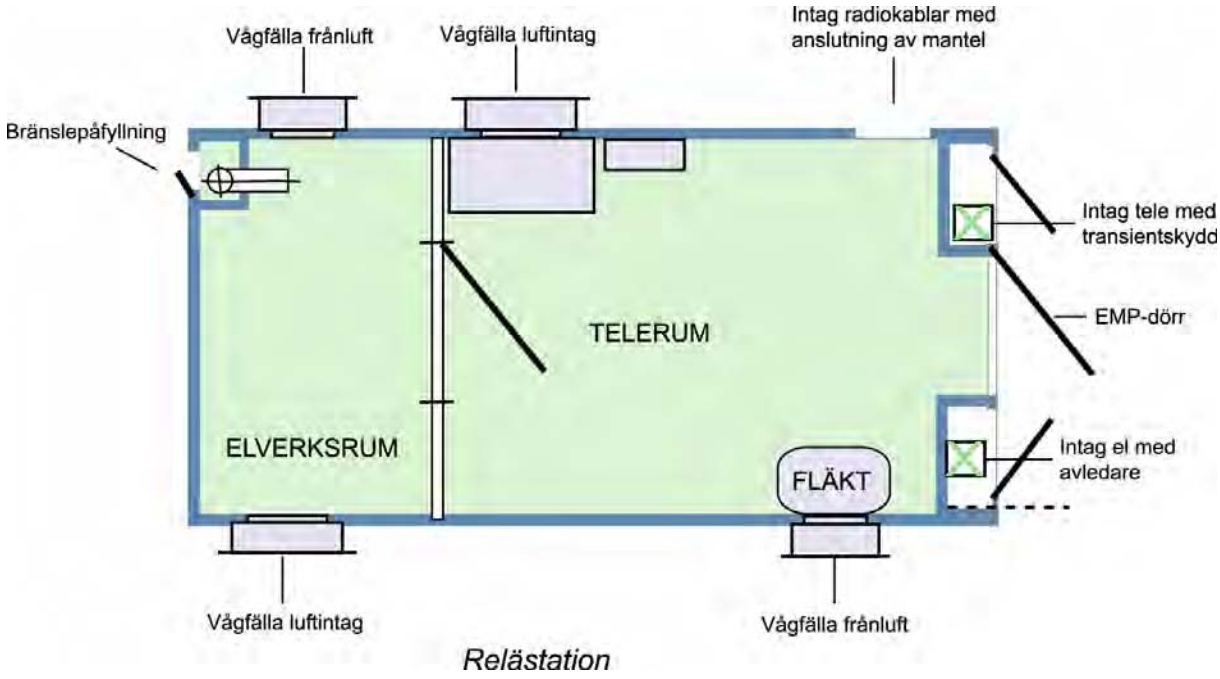
Koaxialkabelskärmar ansluts runtomkretsande (360°) till zongränser och kan vid behov även förses med transientskydd i anslutning till zongräns.
Parkabelskärmar ansluts runtomkretsande (360°) och förses med transientskydd i zongränser.
Optokabel utan skärm ansluts via vågfälla i zongränser och optokabel med skärm ansluts på samma sätt som en koaxialkabel.

6.3.5 Åtgärdsnivå 5. Skärmad anläggning II

Denna nivå avser skyddsnivå med hög säkerhetsmarginal. Skärmning med homogen skärm utförs i princip av alla i anläggningen ingående utrymmen. Genomföringar genom skärmen skyddas med transientskydd, genom fiberoptik, etc.

Särskild intagsplåt erfordras inte av elmiljö-skäl. Av praktiska skäl, till exempel för att få tillräcklig mekanisk hållfasthet i anslutningspunkter utförs dock ofta en eller flera intagsytor av stabil plåt.

Med hänsyn till inriktningen på nuvarande anläggningsproduktion torde denna nivå, utöver redan utförda anläggningar, för närvarande vara aktuell endast för speciella fall, exempelvis radioannex och relästationer.



Omfattning

Bygg	Homogen skärm av plåt eller tät nätskärm som uppfyller krav för SS_C utförs för hela anläggningen. Se ritning 3P-10-1; -2. Skärmade dörrar och luckor eller vågfällor utförs i öppningar. Inkommande rörledningar, ventilationskanaler m m ansluts till skärmen. Skärmade kanaler exempelvis stålrör utförs mellan olika skärmade anläggningsdelar.
VVS	Rörledningar som passerar skärmvägg anpassas och ansluts. Vågfällor utförs i öppningar. Ställdon utformas så att manuell inställning av luftbehandling, fläktar, pumpar m m kan utföras vid automatikfel.
El	Transientskydd installeras i zongräns.
Telesystem	Koaxialkabelskärmar ansluts runtomkretsande (360°) till zongräns och kan vid behov även förses med transientskydd i anslutning till zongräns. Parkabelskärmar ansluts runtomkretsande (360°) och förses med transientskydd i zongräns. Optokabel som saknar skärm ansluts via vågfälla i zongräns.

En optokabel med skärm hanteras som en koaxialkabel, det vill säga skärmen ansluts runtomkretsande till zongränsen.

7 VERIFIERING

7.1 Krav på projekteringen

Projekteringen syftar till att skapa elmiljöer där den utrustning som krävs för anläggningens funktion kan fungera på avsett sätt med hänsyn till interna störkällor och utifrån kommande störningar. Utgångspunkten skall vara den inriktning som i programunderlag anges på nivå av skydd och åtgärder.

Projekteringen skall utgå från en strukturering av anläggningen i zoner. Zonindelningen skall vara en väl beskriven utgångspunkt för samordning mellan olika projektörer och utformning av åtgärder för respektive fack. En huvudansvarig samordnare skall svara för att en sådan struktur skapas i projekteringens inledningsskede och kontrollera att den tillämpas genom hela projekteringen.

De ansvariga för respektive fack skall ha tillräckliga kunskaper i elmiljöfrågor för att korrekt välja lösningar. Detta innebär specialkunskaper utöver vad som normalt erfordras för vanliga byggnader och anläggningar, speciellt avseende el- och teleprojekteringen.

Vid komplicerade projekt skall projektörer med dokumenterad erfarenhet och kunskap väljas. Detta är speciellt viktigt avseende samordningsfunktion.

Ritningar och beskrivningar skall entydigt redovisa komponentval och installationssätt antingen genom anvisning av godkända produkter och metoder eller klara funktionskrav.

Utrustningen skall specificeras med elmiljökrav anpassade till de miljöer där de skall fungera och med hänvisningen till EU-standard. Projektörerna skall ha ett av beställaren godtaget system för kvalitetssäkring. Där zon- utformad anläggning utförs skall en kontrollplan upprättas, lämpligen som en del av anläggningens drift- och skötselinstruktion.

7.2 Krav på entreprenörens kvalitetssäkring och egenkontroll

Entreprenör skall ha av beställaren godkänt system för kvalitetssäkring. Entreprenören skall redovisa en plan för kvalitetssäkring i projektet som speciellt redovisar åtgärder för egenkontroll avseende installationernas zonindelning och skydd. Kvalitetskänsliga produkter

och arbetsmoment skall beaktas. Beställarens kontrollplan skall vara inarbetad.

Entreprenören skall utse en samordningsansvarig för elmiljö och skydd, lämpligen installationssamordnaren.

Entreprenören skall av beställaren informeras om bakgrund och principer för zonindelning och skydd mm och hur handlingarna byggts upp i detta avseende. Entreprenören skall svara för att berörda installatörer får motsvarande information och har tillräcklig kompetens.

Under entreprenadtiden skall minst följande dokumentation redovisas fortlöpande för beställaren:

- Kontroll av delar som blir inbyggda och ej kan kontrolleras senare. Exempelvis armeringsutförande, anslutningar till armeringsskärm.
- Milliohmmätning av antennkablagets skärmanslutning till intagsplåten.
- Resistansmätning mellan jordplintar och korskopplingsstativ.
- Vald utrustning med hänsyn till elmiljö och skydd om den avviker från entreprenadhandlingarna eller om de ej specificerats i handlingarna. Typgodkännande eller verifikation av prestanda skall finnas.
- Att zonindelningen behålls.
- Utförd egenkontroll och kvalitetssäkring.

7.3 Provning och besiktning

Behov av provning och besiktning anpassas beroende på respektive anläggnings komplexitet. Byggherren svarar för att erforderlig kontroll, provning och besiktning blir genomförd av sakkunnig med tillräcklig kompetens i elmiljöfrågor.

Samtliga dokumentationer som redovisats under byggtiden, protokoll från utförda provningar, relationshandlingar och DU-instruktioner för installerad utrustning redovisas till Räddningsverkets ersättningsbesiktning.

Kontroll av skärmars dämpning utförs när man har anledning misstänka att föreskrivna byggmetoder inte följts eller ifråga om skärmning

etc, när leverantören inte redovisat trovärdig dokumentation av produktens prestanda.

Räddningsverket lämnar förslag på lämpliga provningsmetoder. Beträffande skyddskomponenter åligger det leverantören att prestera erforderliga typgodkännanden eller verifikation av prestanda.

Räddningsverket utför provning av prototypanläggningar i form av CW-mätningar på anläggningar med kompletta installationer.

CW-mätningarna innebär att en anläggning utsätts för yttre påverkan av sinusformade elektromagnetiska fält av mycket låg, för installationen ofarlig nivå. Effekterna i anläggningen mäts och översätts via matematiska modeller till förväntad effekt om anläggningen utsätts för typhotpuls för t.ex. EMP.

CW-mätningarna syftar till att verifiera att valda konstruktionsmetoder och installationssystem ger acceptabel elmiljö för aktuellt hot. Mätmetodiken finns beskriven i /2/.

Besiktning utförs som fortlöpande besiktning av delar av skyddet som "byggs in" och inte blir åtkomliga vid slutbesiktning.

Räddningsverket utför ersättningsbesiktning med kompetenta besiktningsmän för godkännande av anläggningen inför slutreglering av statlig ersättning.

Kontraktsenlig slutbesiktning av entreprenaden bör planeras så att resultat från Räddningsverkets besiktning av elmiljåtgärder blir utnyttjade.

7.4 Fortlöpande kontroll under driftperioden. Drift- och skötselinstruktion.

Anläggningens ägare är skyldig att tillse att det skydd som byggts hålls intakt och funktionsdugligt på projekterad nivå. Erforderliga resurser skall budgeteras.

Räddningsverket har som tillsynsmyndighet ett övergripande ansvar.

Anläggningens ägare bör utse namngiven skyddsansvarig som har erforderlig kunskap om skyddets utformning och funktion. Ansvarig skall bland annat tillse:

- att drift och underhåll sker enligt fastställda instruktioner,

- att installationsändringar och ombyggnader sker med iakttagande av zonindelning, föreskrivna åtgärder i zongränser och i övrigt så att skyddet inte äventyras,
- att relationshandlingar och drift- och skötselinstruktion hålls uppdaterade,
- att kontroll genomförs enligt drift- och skötselinstruktion i föreskrivna intervall och att eventuellt föreskrivna mätningar och speciella kontroller genomförs.

Räddningsverket utför kontroll i samband med återkommande länsvisa funktionskontroller. Kontrollen omfattar:

- genomgång med anläggningsansvarig av samt dokumentation av åtgärder enligt ovanstående punkter,
- egna stickprovskontroller och mätningar,
- information till Elmiljö-ansvarig beträffande erfarenheter, förändringar i anvisningar etc, som kan motivera förändringar i instruktioner och rutiner för anläggningen.

8 REFERENSER

/1/ **Elektromagnetisk miljö användarhandbok - EMMA, Utgåva 2**
Försvarets materielverk, 2002, M7773-000750 del 1-5

/2/ **Armering som EMP-skärm. Mätning på Rc Helsingborg**
SRV Publ. B54-224/02

/3/ **Beräkning av skärmningsegenskaperna hos armeringsbur**
SRV Publ. B54-225/02

/4/ **EN 61340-5-2 Elektriska urladdningar(ESD) Del 5-2 Skydd av elektronik vägledning**

/5/ **IEC 61312-1. Protection against lightning electromagnetic impulse Part 1. General principles (1995-03)**

/6/ **SS 487 01 10. Åskskydd för byggnader (Svensk standard 1978)**

/7/ **Svenska Elektriska Kommissionen SEK handbok 413 utgåva 3**

/8/ **Elsäkerhetsverkets föreskrifter ELSÄK-FS 2004:1**

/9/ **Svenska Elektriska Kommissionen (SEK) utgivna elinstallationsreglerna SS 436 40 00.**

/10/ **SS 421 18 11 ”Spänningsgodhet i lågspänningsnät för allmän distribution”.**

/11/ **Generic Standard EN 61 000-6-1 Utgåva 1, Elektromagnetisk kompabilitet. Generella fordringar – Immunitet hos utrustning i bostäder, kontor och liknande miljöer.**

/12/ **Generic Standard EN 61 000-6-4 Utgåva 1, Elektromagnetisk kompabilitet. Generella fordringar - Emission från utrustning i industrimiljö**.

BILAGA 1

ELMILJÖ I ANLÄGGNINGAR FÖR RÄDDNINGSTJÄNST

Tekniska lösningar

---

1 TEKNISKA LÖSNINGAR 3

1.1 Orientering 3

1.2 Ritningsförteckning 5

1.3 Beskrivningsförteckning 7

1 TEKNISKA LÖSNINGAR

1.1 Orientering

Tidigare redovisade principer är omsatta i praktiska lösningar för anläggningar för räddningstjänst. De tekniska lösningarna presenteras på ritningar, BILAGA 1.1 och i tekniska beskrivningar, BILAGA 2.1-2.2.

Ritningsmaterialet är redigerat fackvis på Bygg, VVS, El, Tele.
Som tidigare påpekats är de lösningar som här presenteras främst principlösningar som kräver anpassning för respektive anläggning. Sammanställningen gör heller inte anspråk på att behandla alla problem som måste lösas. Därför krävs kunskaper i frågor angående elektromagnetisk miljö och omdöme beträffande tillämpning av de angivna lösningarna hos dem som svarar för projekteringen. Materialet kommenteras kortfattat i det följande.

De åtgärder som innefattar byggnadskonstruktioner har främst att göra med tillskapande av skärmade utrymmen. För god skärmning krävs homogen plåt med omsorgsfullt utförd fogning. Vid tätsvetsade skärmar kan en dämpning av 80-100 dB uppnås.
Olika möjligheter har skisserats att platsbygga skärmade rum. Därutöver finns på marknaden monteringsfärdiga skärmade rum av olika fabrikat.
Dörrar till skärmade rum är specialkonstruktioner med skärmverkan verifierad genom provning, typgodkännande eller motsvarande.
Dämpning av elektromagnetiska fält uppnås i en armerad betongbyggnad. Utformas armeringen som ett elektriskt slutet skal kan dess skärmverkan tillgodoräknas vid utformning av skyddet. En dämpning av 20-50 dB beroende på armeringsmängder och dess utformning m m kan uppnås.
Utifrån kommande långa ledare samlas till gemensam intagspunkt och ansluts till intagsplåt. Denna kan utgöra del av homogen skärm eller vara en separat plåt som omsorgsfullt ansluts till skärm. I icke skärmade anläggningar används intagsplåten för sammankoppling av långa inkommande ledare.

Åtgärder på VVS-sidan har främst till syfte att förhindra att inducerade strömmar på långa rörledningar av metall fortplantar sig in i anläggningen. Åtgärder för ökad tålighet mot störningar hos fläktar, pumpar och övrig VVS-utrustning vidtas också. Av praktiska skäl redovisas många av dessa åtgärder i Bygg- respektive El-handlingar.
Vid utformningen av ledningssystemet i stort beaktas ovanstående genom val av icke elektriskt ledande rörmaterial där så är möjligt, och genom att metalliska rör dras till samma gemensamma intagspunkt som inkommande kablar.

Ventilationsöppningar till skärmade rum skyddas med vågfällor.

Förläggning av kanaler samordnas med kanalisation för ledningsstråk, kabelstegar, kabelrännor m m för att underlätta potentialutjämning. Inriktningen skall vara att skapa elektriskt sammanhängande system som kan leda och fördela inducerade strömmar. Inom skärmat utrymme med god dämpning kan installation utföras utan sådana hänsyn.
Åtgärder för skydd av fläktar och apparater redovisas främst på elsidan i form av olika typer av transientskydd, kapslingar, skåp etc för automatik- och styrutrustning. Vid VVS-projekteringen kan tåligheten höjas genom val av tåligare utrustning.

Åtgärder för El- och reservkraftsystem syftar främst till att minska risken för sådana funktionsstörningar eller skador på utrustningar att anläggningen inte kan fungera på acceptabelt sätt efter påverkan av överspänningar.
Vid kanalisation beaktas att ledningar samlas till gemensam intagspunkt.
Anläggningar som inte i sin helhet är skärmade kräver omsorg vid utformning av den interna kanalisationen.
Inkommande kablar förses med lämpliga skydd med hänsyn till ledningsbundna transienter. Lämpliga skydd vid utrustningar anordnas om fullständig skärmning saknas. Vilken utrustning som skall skyddas och i vilken omfattning är beroende av vald åtgärdsnivå.
Genom ett väl utformat potentialutjämningssystem tillses att all utrustning inom anläggningen erhåller samma potential. Till systemet ansluts större metallföremål, rör, kabelstegar, cisterner, metalldörrar, ventilationskanaler etc.
Tillämpningen av ovanstående principer på de system som normalt finns i anläggningar för räddningstjänst framgår av systemritningar avseende åtgärdsnivåerna 1-5. Ritningarna är översiktliga och avser att illustrera i första hand system som förekommer i ledningscentraler.
Vid elprojekteringen måste vidare samordningsfrågor vad gäller kanalisation, kraftförsörjning, potentialutjämning m m som hänger samman med skyddet av radio-, tele- och datoranläggningarna lösas.

Radio-, Tele- och Varningssystemen är känsliga för elektromagnetiska störningar, likaså utrustning och nät för datakommunikation. För anläggningar med ledningsfunktion måste tillfredsställande samband uppehållas efter påverkan från yttre störningar som t.ex. överspänningar.
Vilka åtgärder som skall vidtas beror på vald åtgärdsnivå för anläggningen och tåligheten hos utrustningarna.
Skyddet säkerställs främst av åtgärder som förhindrar att av inducerade strömmar fortplantar sig i kablar in i anläggningen, åtgärder för potentialutjämning samt åtgärder som reducerar störningar från överspänningar från direktinfallande fält.

1.2 Ritningsförteckning

Ritn.nr	Ritn. Benämning	Ritn.datum	Rev. datum
	BYGG		
3P-10-1	Skärmat rum för sambands-installation. Översikt. Principritning.	1996-04-10	2008-09-05
3P-10-2	Skärmat rum. Utförandekrav och konstruktion. Principritn.	1996-04-10	2008-09-05
3P-10-3	Armeringsskärm. Principritn.	1996-04-10	2008-09-05
3P-10-4	Armeringsskärm. Armeringsprinciper. Anslut-ning av ingjutningsgods.	1996-04-10	2008-09-05
3P-10-5	Armeringsskärm. Intag av kablar och rör. Principritning.	1996-04-10	2008-09-05
3P-10-6	Armeringsskärm. Intag av enstaka kablar och rör. Detaljer.	1996-04-10	2008-09-05
3P-10-7	Armeringsskärm Nätarmering, principritning.	2005-05-05	2008-09-05
3P-10-8	Kabelintag genom skärmplåt. Typdetaljer.	1996-04-10	2008-09-05
3P-10-9	Intagsplåt. Funktion. Exempel på disponering.	1996-04-10	2008-09-05
3P-10-10	Intagsplåt ansluten till arme-ringsskärm. Principexempel.	1996-04-10	2008-09-05
3P-10-11	Armeringsskärm Intag av kablar och rör. Principritning	2005-05-05	2008-09-05
3P-10-12	Intagsplåt ansluten till arme-ringsskärm. Kabel- och rörge-nomföringar. Principexempel.	1996-04-10	2008-09-05

Ritn.nr	Ritn. Benämning	Ritn.datum	Rev. datum
	RÖR		
3P-10-13	Anslutning av mediarör till intagsplåt. Typdetaljer.	1996-04-10	2008-09-05
	VENTILATION		
3P-10-14	Vågfälla för ventilationsanslutning till skärmat rum. Principritning.	1996-04-10	2008-09-05
	EL OCH TELE		
3P-10-21	Åtgärdsnivå 1 El- och teleanläggningar Översikt systemritning	1996-04-10	2008-09-05
3P-10-22	Åtgärdsnivå 1 Elanläggningar jordningssystem Systemritning	1996-04-10	2008-09-05
3P-10-23	Åtgärdsnivå 2 El- och teleanläggningar Översikt systemritning	1996-04-10	2008-09-05
3P-10-24	Åtgärdsnivå 2 Elanläggningar jordningssystem Systemritning	1996-04-10	2008-09-05
3P-10-25	Åtgärdsnivå 3 El- och teleanläggningar Översikt systemritning	1996-04-10	2008-09-05
3P-10-26	Åtgärdsnivå 3 Elanläggningar jordningssystem Systemritning	1996-04-10	2008-09-05
3P-10-27	Åtgärdsnivå 4 El- och teleanläggningar Översikt systemritning	1996-04-10	2008-09-05

Ritn.nr	Ritn. Benämning	Ritn.datum	Rev. datum
3P-10-28	Åtgärdsnivå 4 Elanläggningar jordningssystem Systemritning	1996-04-10	2008-09-05
3P-10-29	Åtgärdsnivå 5 El- och teleanläggningar Översikt systemritning	1996-04-10	2008-09-05
3P-10-30	Åtgärdsnivå 5 Elanläggningar jordningssystem Systemritning	1996-04-10	2008-09-05
3P-10-31	Anläggnings- och mast-jordning. Stagad mast	1996-04-10	2008-09-05
3P-10-32	Anläggnings- och mast-jordning. Ostagad mast	1996-04-10	2008-09-05
3P-10-36	Skärmade skåp typ 1 principexempel uppbyggnad	1996-04-10	2008-09-05
3P-10-37	Skärmade skåp typ 2 principexempel uppbyggnad	1996-04-10	2008-09-05
3P-10-38	Skärmade skåp typ 3 principexempel uppbyggnad	1996-04-10	2008-09-05
3P-10-39	Skärmade skåp typ 4 principexempel uppbyggnad	1996-04-10	2008-09-05
3P-10-40	Skärmade skåp principschema	1996-04-10	2008-09-05

1.3 Beskrivningsförteckning

Skärmade apparatskåp Bilaga 2:1

Kravspecifikation

Prefabricerat skärmat rum Bilaga 2:2

Funktionskrav, upphandlingsunderlag

Exempel

Bilaga 2.1

ELMILJÖ I ANLÄGGNINGAR FÖR RÄDDNINGSTJÄNST

Skärmade apparatskåp. Kravspecifikation

Tillhörande ritningar:
Ritn nr 3P-10-36
3P-10-37
3P-10-38
3P-10-39
3P-10-40

KRAVSPECIFIKATION FÖR SKÄRMADE APPARATSKÅP (EMP-SKÅP)

Allmänt

På ritningar 3P-10-36--40 visade skärmade skåp skall vara sammanfogade och utförda så att föreskriven skärmning och dämpning erhålls.

Krav på dämpning

Skärmade skåp skall garanterat ge en HF-dämpning av min 50 dB inom frekvensområdet
100 KHz - 100 MHz för H- resp. E-fält enligt MIL-STD-285**.**

Skärmade skåp

Dörr till skärmade skåp skall vara försedd med espanjolettlås med låsinsats samt ventilationsfilter.
Ventilationsfilter skall uppfylla dämpningskrav samt ha dammfilter.
Dubbla ventilationsfläktar monteras, där respektive ventilationsfläkt skall hålla önskat klimat med hänsyn till avgiven värmeeffekt i skåpet.
Respektive ventilationsfläkt skall vara dimensionerad så att temperaturen i skåpet hålls under +25°C.
Fläktar skall starta vid +25°C.
Vid +40°C skall larm utgå.
Ljudnivå vid skåpet får ej överstiga 40 dBA.
Fläktar skall uppfylla EU:s EMC-krav på emission och immunitet.
På skåpet skall intagsplåt och avledarenhet monteras.
I skåpet skall möjlighet finnas att montera en hel montageplåt samt övrig erforderlig materiel (t.ex. svängram, hylla, bärskenor och 19″-skenor) för montage av sambands- och varningsutrustningar.
Flera skåp skall kunna sammanbyggas om större utrymme för sambands- och varningsutrustningar krävs.
I dessa fall skall sidogavel mellan skåpen ej monteras.
Skåp skall monteras på sockel.
Effektiva gummistötdämpare skall monteras på varje sockel.

Avledarenhet

På det skärmade skåpet monteras avledarenhet.
Avledarenhetens funktion är att utgöra intagspunkt för in- och utgående kablage.
I zongräns skall erforderliga transientskydd monteras.
Dörr/lucka till avledarenhet behöver ej vara HF-tät.
På skåpets intagsplåt monteras monteringsplåt med hål för transientskydd.

Hålens storlek i monteringsplåten anges av den fabrikant som levererar transientskydden.
Täckplåt monteras över hål som ej utnyttjas för transientskydd.

Övrigt

Skärmat skåp, avledarenhet, dörrar, gavlar och sockel skall vara ytbehandlade på utsidan.
Ytor i zongräns, som skall ha god elektrisk kontakt, skall vara fria från färg.
Dörrarna skall på gångjärnssidan vara förbundna med skåpet med minst ett jordningsband.
Zongräns i avledarenhet skall vara elförzinkad så god elektrisk kontakt erhålls till monterade transientskydd.
Montageanvisning för hopsättning av moduler (för att erhålla HF-tätning) skall levereras från leverantör.
Skåptillverkaren skall bifoga protokoll från utförda prov och mätningar samt intyg alternativt typgodkännande som visar att skåpen uppfyller dämpningskraven enligt MIL-STD-285.

ELMILJÖ I ANLÄGGNINGAR FÖR RÄDDNINGSTJÄNST

Prefabricerat skärmat rum. Exempel

Tillhörande ritningar:
Ritn nr 3P-10-1
3P-10-2
3P-10-8
3P-10-13
3P-10-14

Följande text visar ett exempel (mall) av beskrivning för funktionsupphandling av prefabricerat skärmat rum. Beskrivningen skall anpassas till respektive objekt och inarbetas i förfrågnings- och bygghandlingar.

KONSTRUKTIONER AV MONTERINGSFÄRDIGA ELEMENT I HUS

På ritningar visat utrymme skall omslutas av golv, väggar och tak sammanfogade och utförda så att föreskrivet skydd och dämpning erhålls. Principutformning av skärmat rum se ritning 3P-10-1 och 3P-10-2.

Krav på dämpning

Rummet skall garanterat ge en HF-dämpning av min 50 dB inom frekvensområdet 100 kHz-100 MHz för H- respektive E-fält enligt MIL-STD-285**.**

MATERIAL- OCH VARUFÖRESKRIFTER

Golv, tak och väggar

Inbyggnaden utförs fristående med monteringsfärdiga plåtelement speciellt utformade för skärmade utrymmen.

Dörrar

Specialdörr för skärmade rum som uppfyller dämpningskrav enligt ovan. Dagermått min 700 x 1900.

Genomföringar

Rummet skall ha erforderliga genomföringar för el, tele, rör och ventilation utformade enligt ritningar 3P-10-8, -13 och-14. Placering och dimensioner utförs enligt av beställaren tillhandahållen ritning.
Rummet skall ha hål och monteringsytor utförda för montage av avledarenheter/lådor eller enstaka transientskydd placerade enligt av beställaren tillhandahållen ritning.
Monteringsyta skall ha erforderlig stadga och vara förberedd med skruvhål, kontaktytor etc enligt av beställaren tillhandahållen specifikation.
I leveransen kan ingå avledarenheter och skydd enligt av beställaren tillhandahållen specifikation.

Hål som vid leverans ej är utnyttjade för transientskydd skall vara försedda med täckplåt.
Anslutning av avledarenheter, transientskydd och täckplåtar skall uppfylla krav enligt ritning 3P-10-8.

Rostskydd

Ytskikt skall uppfylla krav för miljöklass M2 enligt BSK 94.
Förzinkade ytor täckmålas ej. Skärytor genom förzinkad plåt bättringsmålas med zinkrik färg.
Montage på betonggolv skall utföras med luftat skikt mellan plåt och betonggolv (regelkonstruktion eller räfflad matta typ Platon).

KVALITETSKRAV PÅ FÄRDIGA KONSTRUKTIONER

För toleranser gäller SS-ISO 3443/5
Angivna toleranser är absolutvärden som inte får överskridas.

Toleranstabeller

Golv

– buktighet vid 0,25 m mätlängd högst	± 3 mm
– buktighet vid 2 m mätlängd högst	± 5 mm
– lutning vid 2 m mätlängd högst	± 8 mm

Väggar

– buktighet vid 0,25 m mätlängd högst	± 5 mm
– buktighet vid 2 m mätlängd högst	± 8 mm
– lutning vid 2 m mätlängd högst	± 8 mm
– avstånd mellan väggar vid 2 m mätlängd högst	± 8 mm

Tak

– buktighet vid 0,25 m mätlängd högst	± 5 mm
– buktighet vid 2 m mätlängd högst	± 8 mm
– lutning vid 2 m mätlängd högst	± 8 mm
– lutning från vägg – vägg vid 2 m mätlängd högst	± 8 mm

Mekanisk hållfasthet

Konstruktionen skall ha erforderlig stabilitet enligt BSK 99 med hänsyn till egenvikt och utrustningsmontage.
I vapenverkansskyddade anläggningar skall konstruktionen därutöver dimensioneras med hänsyn till horisontella och vertikala accelerationer vid vapenverkan. Konstruktionen är godtagbar om den motstår en belastning motsvarande 5 g (5 ggr egenvikten) i godtycklig riktning. Konstruktionen skall uppfylla dämpningskraven efter en sådan belastning.
Utrustningar som belastar tak eller väggar framgår av beställarens specifikation.

Inredning

Golv av min 21 mm plywood belagd med en plastmatta i ljus färg ingår i leveransen. Läggning enligt fabrikantens anvisningar.
Plywoodskivorna skruvas till träreglar 50 x 100 mm lagda på lågkant.

Tillhandahållande av handlingar och uppgifter

Tillverkaren av skärmat rum skall tillhandahålla:

- Arbetsritning över rummets utförande redovisande mått, modulindelning, dimension och läge av genomföringar m m.
- Beskrivning över systemet och levererade utrustningar samt dokumentation av skärmningsegenskaper hos system och komponenter t ex i form av värden från mätningar på referensobjekt.
- Verifierande beräkningar eller annan dokumentation som styrker konstruktionens hållfasthet.
- System för kvalitetssäkring.

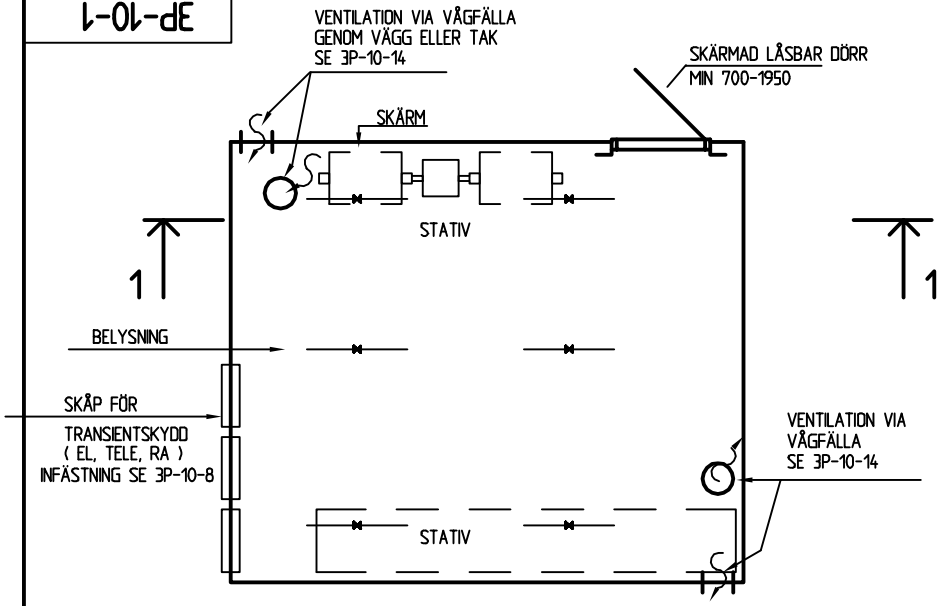
Handlingarna skall levereras till och godkännas av beställaren före montage.

Märkning, provning, dokumentation m m

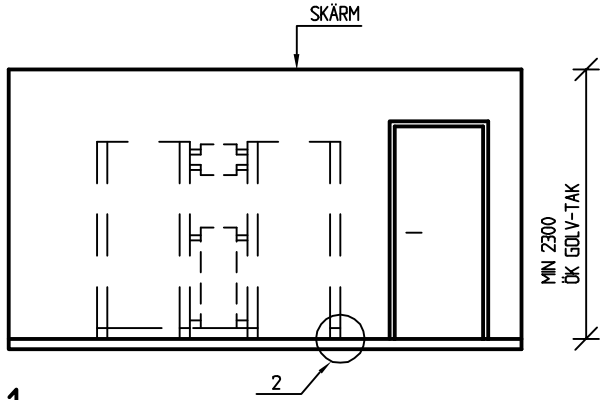
I det färdiga rummet skall leverantören av rummet i kontrollantens närvaro utföra "läcksökning" avseende inläckande E-fält genom fogar, dörr och skåp för transientskydd före montage av kablar.

Lämplig mätmetod för läcksökningen väljs och bekostas av leverantören. Protokoll från mätningen förs och eventuella erforderliga justeringar av konstruktionen utförs och dokumenteras.
Räddningsverket utför, om man anser påkallat i samband med sin besiktning av anläggningen, mätningar som avser att verifiera att uppställda krav på dämpning av E-fält uppfylls.
Entreprenören skall lämna underlag för relationshandlingar samt dokumentation av leverantörens mätningar.

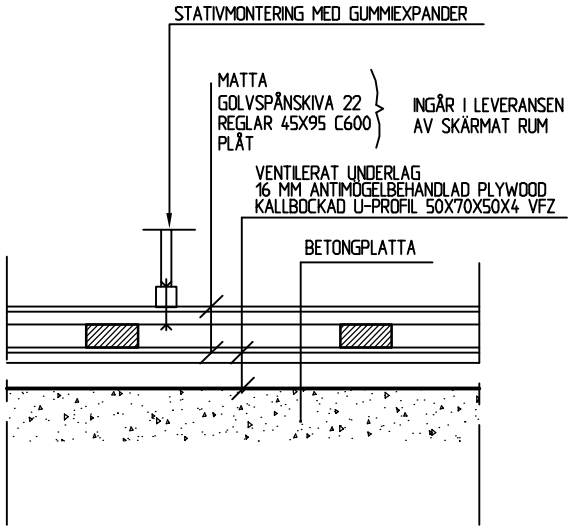
3P-10-1



PLAN



1—1



2 GOLVDETALJ, EXEMPEL

FUNKTIONKRAV

PLÅTSKÄRM MED MINST 50 dB DÄMPNING
INOM INTERVALLET 100 kHz-100MHz I GODTYCKLIG
MÄTPUNKT. DÖRR MED OVANSTÅENDE DÄMPNINGSKRAV.

ALLA GENOMFÖRINGAR FÖR EL-RA OCH TELEKABLAR, VENTILATIONSKANALER ETC FÖRSES MED SKYDD SOM GER ERFORDERLIG DÄMPNING.

UTFÖRANDE

ALT. 1 PLATSBYGGT HELSVETSAT RUM ENLIGT BILAGA 2:2 I ELMILJÖ I ANLÄGGNINGAR FÖR RÄDDNINGSTJÄNST

ALT. 2 PREFABRICERADE RUM AV TILLVERKARE GODKÄNDA AV SRV ENLIGT KRAVSPECIKILATION I BILAGA 2:2 I ELMILJÖ I ANLÄGGNINGAR FÖR RÄDDNINGSTJÄNST

DISPONERING OCH INSTALLATION SAMORDNAS MED RA-. TELE-, VVS- OCH ELPROJEKTÖRER.

DIMENSIONERING

ERFORDERLIG STABILITET MED HÄNSYN TILL EGENVIKT OCH UTRUSTNINGSMONTAGE I FREDSTID ENLIGT NYBYGGNADSREGLER.
DIMENSIONERNG ENLIGT BSK 99 FÖR OLYCKSFALL.

STÅLKVALITET

KORROSIVITETSKLASS INOMHUS :	C 1
AVSEDD ANVÄNDNINGSTID :	100 ÅR
MATERIAL :	S275JR
SVETSELEKTRODER :	Rm 510 B

KONTROLL OCH PROVNING

UTFÖRS ENLIGT KAP 7 OCH BILAGA 2:2 I "ELMILJÖ I ANLÄGGNINGAR FÖR RÄDDNINGSTJÄNST".

HÄNVISNINGAR

SKÄRMAT RUM FÖR SAMBANDSINSTALLATIONER.
UTFÖRANDE OCH KONSTRUKTION RITNING 3P-10-2
VÅGFÄLLA FÖR VENTILATION SE 3P-10-14
KABELINTAG GENOM SKÄRMPLÅT SE 3P-10-8

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	SIGN	DATUM
C		ALLMÄN REVIDERING		08-09-05
B		ALLMÄN REVIDERING		04-10-01
A		ALLMÄN REVIDERING		02-06-18

RÄDDNINGS VERKET

RITAD/KONSTRUERAD AV	GRANSKAD AV	DATUM
LA	MC	96-04-10

GODKÄND AV
LARS BERG

ELMILJÖ I ANLÄGGNINGAR FÖR RÄDDNINGSTJÄNST

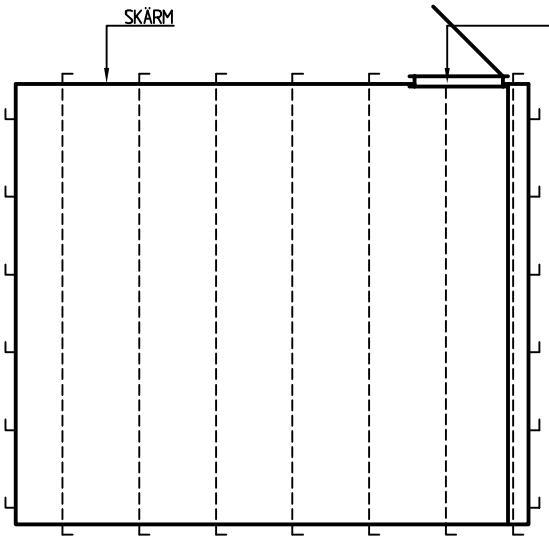
SKÄRMAT RUM FÖR SAMBANDSINSTALLATION
ÖVERSIKT
PRINCIPRITNING

SKALA

RITNINGSNUMMER 3P-10-1

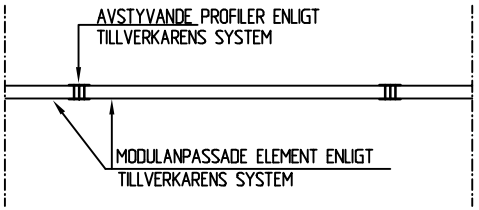
ÄNDR BET C

3P-10-2

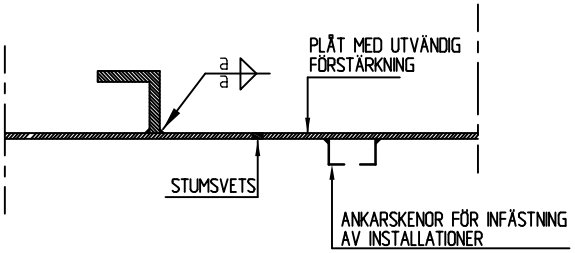


PLAN

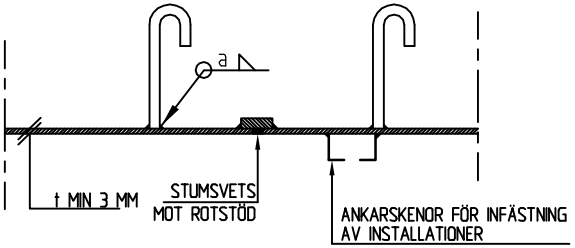
PRINCIPSEKTION
PREFABRICERAT RUM



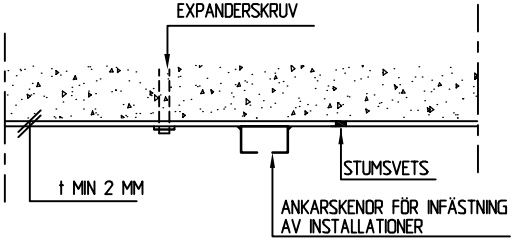
PRINCIPSEKTIONER
PLATSBYGGDA RUM



ALT. 1 FRIBÄRANDE KONSTRUKTION



ALT. 2 MOTGJUTEN KONSTRUKTION



ALT. 3 INHÄNGD KONSTRUKTION

PLATSBYGGDA RUM

MATERIAL

STÅL S235 JRG2 MED TJOCKLEK SOM MEDGER UTFÖRANDE AV KRAFTUPPTAGANDE SVETS.

BETRÄFFANDE UTFÖRANDE SE BILAGA 2:2 "ELMILJÖ I ANLÄGGNINGAR FÖR RÄDDNINGSTJÄNST"

PREFABRICERADE RUM

FUNKTIONSUPPHANDLADE FRÅN, AV SRV GODKÄND, TILLVERKARE.
EXEMPEL PÅ KRAVSPECIFIKATION, SE BILAGA 2:2. "ELMILJÖ I ANLÄGGNINGAR FÖR RÄDDNINGSTJÄNST"

SKÄRMAD DÖRR

SPECIALDÖRR MED EGENSKAPSREDIVISNING (DÄMPNINGSKURVA) OCH TILLVERKARGARANTI VAD AVSER DÄMPNINGSKRAV ANGIVNA PÅ RITNING 3P-10-1.

GENOMFÖRINGAR KABLAR OCH VENTILATION

UTFÖRANDE ENL. RITN. 3P-10-1

HÄNVISNINGAR

SKÄRMAT RUM FÖR SAMBANDSINSTALLATIONER, ÖVERSIKT, SE RITN. 3P-10-1

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	SIGN	DATUM
C		ALLMÄN REVIDERING		08-09-05
B		ALLMÄN REVIDERING		04-10-01
A		ALLMÄN REVIDERING		02-06-18

RÄDDNINGS VERKET

RITAD/KONSTRUERAD AV	GRANSKAD AV	DATUM
LA	MC	96-04-10

GODKÄND AV
LARS BERG

ELMILJÖ I ANLÄGGNINGAR FÖR RÄDDNINGSTJÄNST

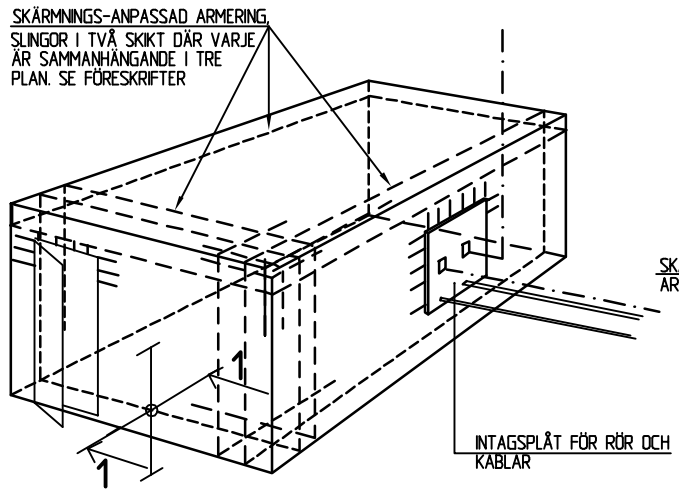
SKÄRMAT RUM FÖR SAMBANDSINSTALLATIONER
UTFÖRANDE OCH KONSTRUKTION
PRINCIPRITNING

SKALA

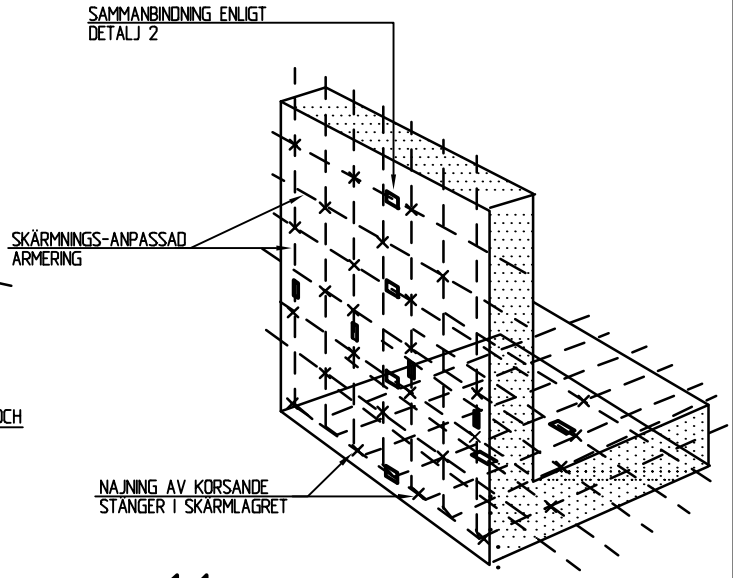
RITNINGSNUMMER 3P-10-2

ÄNDR BET C

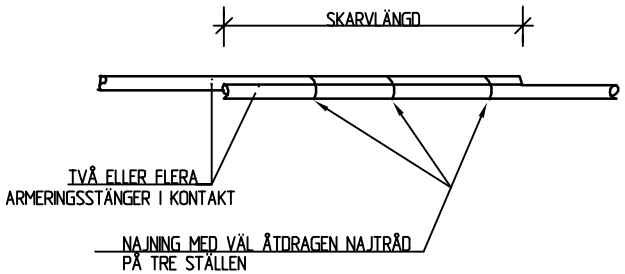
3P-10-3



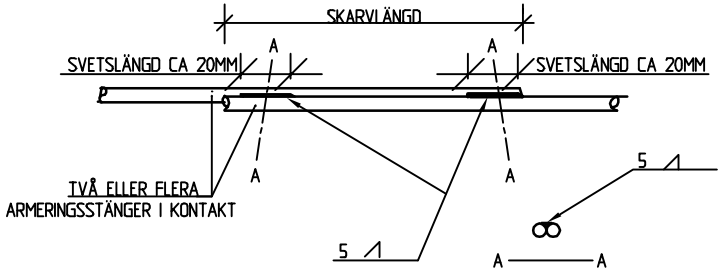
SKÄRMAD ANLÄGGNING ELLER DEL AV ANLÄGGNING



1-1
DETALJ AV ARMERINGSSKÄRM



SKÄRNINGSANPASSAD ARMERINGSSKARV, SVETSAD NAJAD



SKÄRNINGSANPASSAD ARMERINGSSKARV, SVETSAD

FÖRESKRIFTER

SKÄRMNINGSANPASSAD ARMERING

DEN DUBBLA ANPASSADE ARMERINGSKONSTRUKTIONEN UTNYTTJAS SOM SKÄRM OCH UTGÖR ZONGRÄNSER.

DE BÅDA ARMERINGSSKIKTEN I TAK, VÄGGAR OCH GOLV UTFÖRS SOM SAMMANHÄNGANDE SLINGOR OCH BILDAR PÅ SÅ SÄTT EN OMSLUTEN SKÄRM.

SKÄRMEN UTGÖRS I UT- OCH INSIDA AV ARMERINGSSTÄNGER MED c MAX 150 MM SOM GENOM SÄRSKILD SKARVNING BILDAR SLINGOR.
DESSA SLINGOR OMSLUTER ANLÄGGNINGEN I TRE MOT VARANDRA VINKELRÄTA PLAN. ALLA SKARVAR INOM ENSKILD SLINGA UTFÖRS ENLIGT DETALJ 2.

ARMERINGEN I VARJE SKÄRMLAGER SAMMANFOGAS MED NORMAL NAJNING I CA 5 STYCKEN KORSNINGSPUNKTER/M ^{2}

ARMERING SOM GÅR IGENOM SKÄRMEN SKALL ANSLUTES TILL SKÄRMEN ENLIGT RITNING 3P-10-4.

VID ARMERING MED NÄT REDOVISAS UTFÖRANDE PÅ RITN. 3P-10-7

ÖPPNINGAR

ÖPPNINGAR FÖRSES MED DÖRRAR, VÅGFÄLLOR ETC MED DÄMPNING MOTSVARANDE ARMERINGSKÄRMENS.
KRAV PÅ DÖRRARNAS DÄMPNING ENL. SKALSKYDDSKLASS SSc.

HÄNVISNINGAR

ANSLUTNING AV INGJUTNINGSGODS	RITNING 3P-10-4
INTAG AV KABLAR OCH RÖR	RITNING 3P-10-5 RITNING 3P-10-11 RITNING 3P-10-12
INTAG AV ENSTAKA KABLAR OCH RÖR	RITNING 3P-10-6
NÄTARMERING	RITNING 3P-10-7

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	SIGN	DATUM
C		ALLMÄN REVIDERING		08-09-05
B		ALLMÄN REVIDERING		04-10-01
A		ALLMÄN REVIDERING		02-06-18

RÄDDNINGS VERKET

RITAD/KONSTRUERAD AV | GRANSKAD AV | DATUM

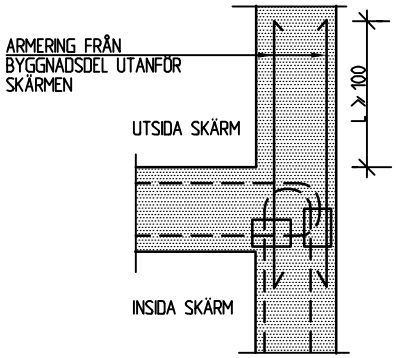
GODKÄND AV
LARS BERG

ELMILJÖ I ANLÄGGNINGAR FÖR RÄDDNINGSTJÄNST

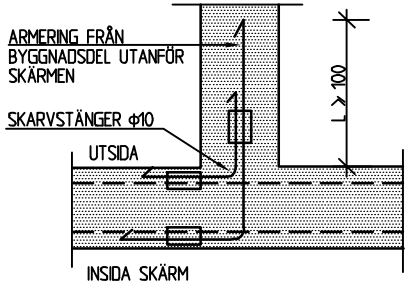
ARMERINGSSKÄRM
PRINCIPRITNING

SKALA | RITNINGSNUMMER 3P-10-3 | ÄNDR BET C

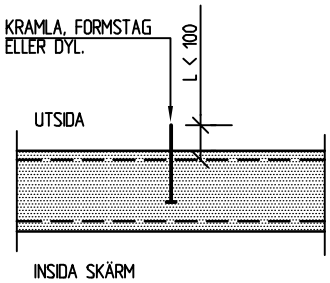
ARMERINGSPRINCIPER



1

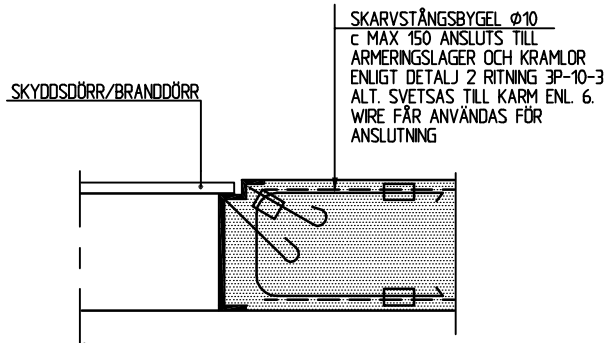


2

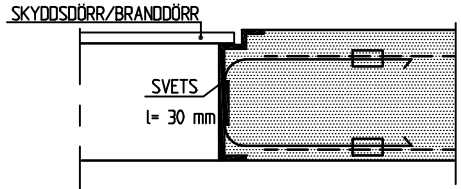


3

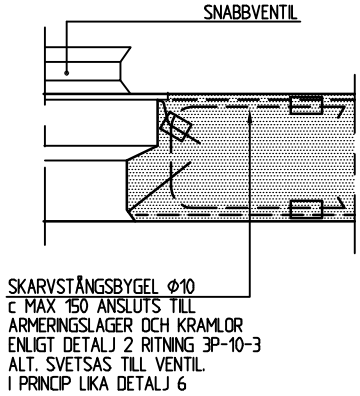
ANSLUTNING TILL INGJUTNINGSGODS



4



6



5

FÖRKLARINGAR

ARMERINGSSKÄRM

SKARV ENLIGT DETALJ 2,
RITNING 3P-10-3

FÖRESKRIFTER

ARMERING SOM GÅR IGENOM ELLER HAR KONTAKT MED SKÄRMEN SKALL ANSLUTAS TILL SKÄRMEN.
ANSLUTNINGEN KAN SKE DIREKT ELLER VIA SKARVSTÄNGER Φ10. SE PRINCIPDETALJER 1-2

SAMMANBINDNING MED SKÄRMEN SKALL SKE MED SKARV ENLIGT DETALJ 2, RITNING 3P-10-3.

KRAMLOR, FORMSTAG ELLER DYL UTSTICKANDE MINDRE ÄN 10 CM BEHÖVER INTE ANSLUTAS TILL SKÄRMEN.
SE DETALJ 3.

INGJUTNINGSGODS (DÖRRAR, LUCKOR, SNABBVENTILER, RÖR) ANSLUTS TILL YTTRE OCH INRE ARMERINGSLAGER VIA ORDINARIE FÖRANKRINGSKRAMLOR ELLER EXTRA PÅSVETSADE KRAMLOR OCH SKARVSTÄNGER MIN Φ8 Ks500ST, ALT. 19-TRÅDIG STÅLLINA FZ Φ9 MM, ENLIGT PRINCIPDETALJER 4-6, SÅ ATT AVSTÅNDET MELLAN FÖRANKRINGARNA BLIR HÖGST 150 MM. SAMMANBINDNING MED SKÄRMEN GÖRS ENLIGT DETALJ 2, RITNING 3P-10-3.
(FZ=1 STD-WTF)

HÄNVISNINGAR

ARMERINGSSKÄRM, PRINCIPRITNING 3P-10-3
ARMERINGSSKÄRM, NÄTARMERING, PRINCIPRITNING 3P-10-7

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	SIGN	DATUM
C		ALLMÄN REVIDERING		08-09-05
B		ALLMÄN REVIDERING		04-10-01
A		ALLMÄN REVIDERING		02-06-18

RÄDDNINGS VERKET

RITAD/KONSTRUERAD AV | GRANSKAD AV | DATUM 96-04-10

GODKÄND AV
LARS BERG

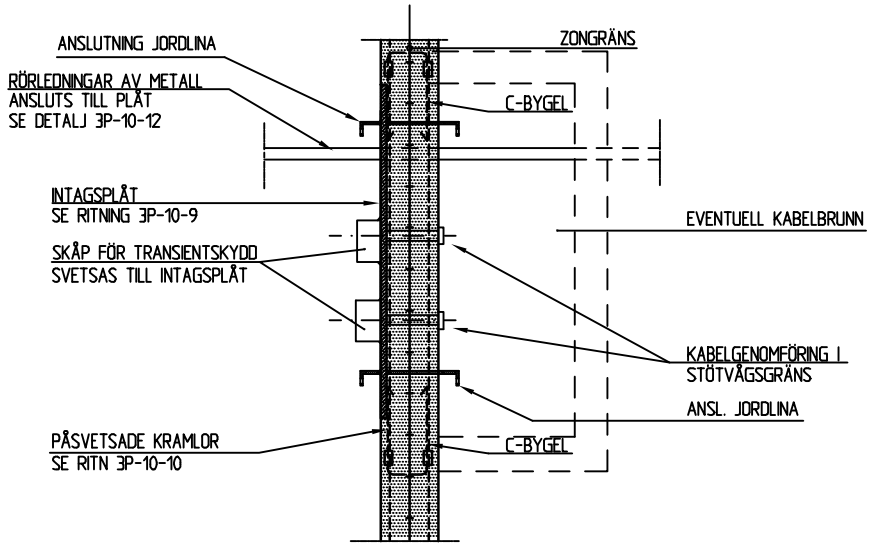
ELMILJÖ I ANLÄGGNINGAR FÖR RÄDDNINGSTJÄNST

ARMERINGSSKÄRM
ARMERINGSPRINCIPER
ANSLUTNING AV INGJUTNINGSGODS

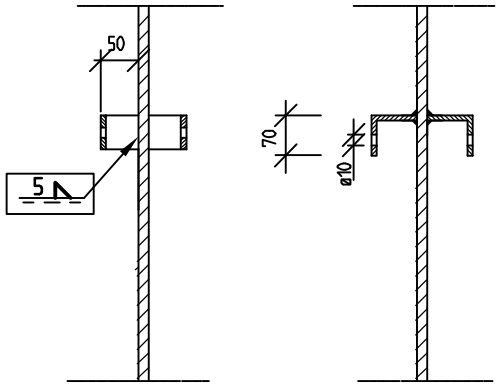
SKALA | RITNINGSNUMMER 3P-10-4 | ÄNDR BET C

3P-10-5

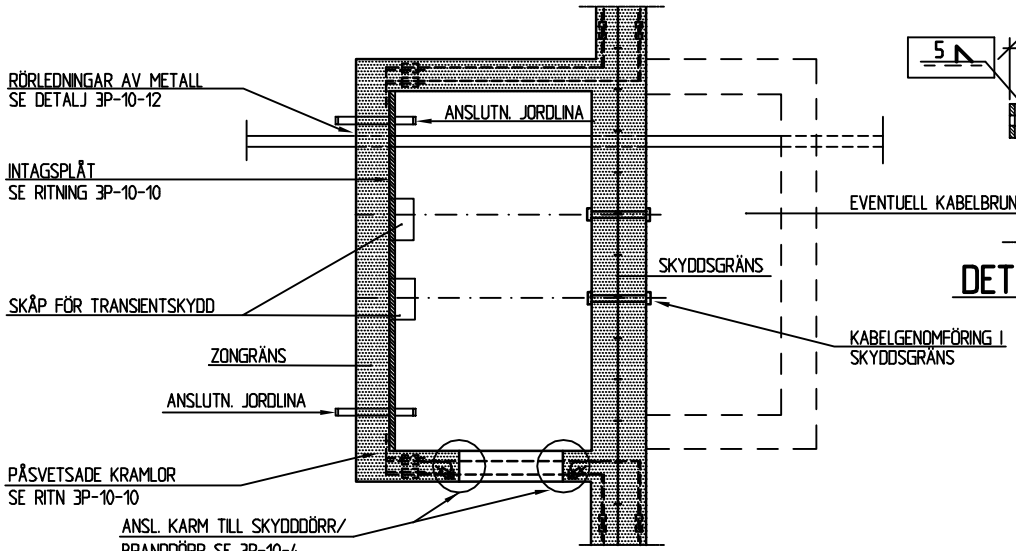
INTAG AV KABLAR OCH RÖR VIA INTAGSPLÅT



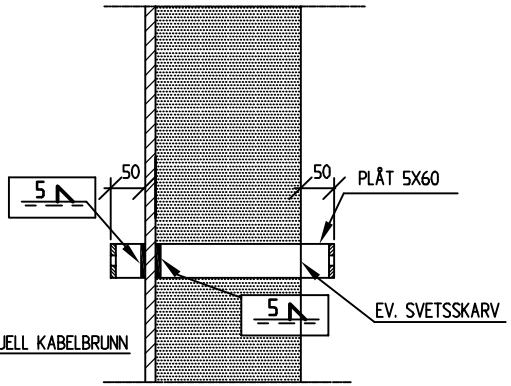
ALT. 1 UTAN KABELRUM



DETALJ ANSL. JORDLINA EJ MOTGJUTEN



ALT. 2 MED SKÄRMAT KABELRUM



DETALJ ANSL. JORDLINA

FÖRKLARINGAR

ARMERINGSLAGER I ARMERINGSSKÄRM

SKARV ENLIGT DETALJ 2 RITNING 3P-10-3.

FÖRESKRIFTER

INKOMMANDE KABLAR OCH RÖR SAMLAS FÖRE INPASSERING I ANLÄGGNINGEN SÅ ATT DE PASSERAR GENOM EN GEMENSAM INTAGSPLÅT, SE RITNING 3P-10-10.

OM INTE GEMENSAMT INTAG AV KABLAR OCH RÖR KAN ANORDNAS FÅR ENSTAKA KABELGENOMFÖRING ELLER RÖR ANSLUTAS TILL ARMERINGSSKÄRMEN VIA SEPARAT PLÅT, ALT. 1 ELLER RÖRFLÄNS, ALT. 2 ENLIGT RITNING 3P-10-6. DESSA LÖSNINGAR FÅR TILLÄMPAS VID RÖRLÄNGDER < 1,5 M UTANFÖR SKÄRM.

HÄNVISNINGAR

SKARVDETALJ 2	RITNING 3P-10-3
ANSLUTN. AV INGJ.GODS	RITNING 3P-10-4
INTAG AV ENSTAKA RÖR	RITNING 3P-10-6
INTAGSPLÅT	RITNING 3P-10-9, 3P-10-10
ALT. UTFÖRANDE AV INTAG KABLAR OCH RÖR	RITNING 3P-10-11
GENOMFÖRINGAR FÖR KABLAR OCH RÖR	RITNING 3P-10-12

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	SIGN	DATUM
C		ALLMÄN REVIDERING		08-09-05
B		ALLMÄN REVIDERING		04-10-01
A		ALLMÄN REVIDERING		02-06-18

RÄDDNINGS VERKET

RITAD/KONSTRUERAD AV	GRANSKAD AV	DATUM
LA	MC	96-04-10

GODKÄND AV
LARS BERG

ELMILJÖ I ANLÄGGNINGAR FÖR RÄDDNINGSTJÄNST

ARMERINGSSKÄRM
INTAG AV KABLAR OCH RÖR
PRINCIPRITNING

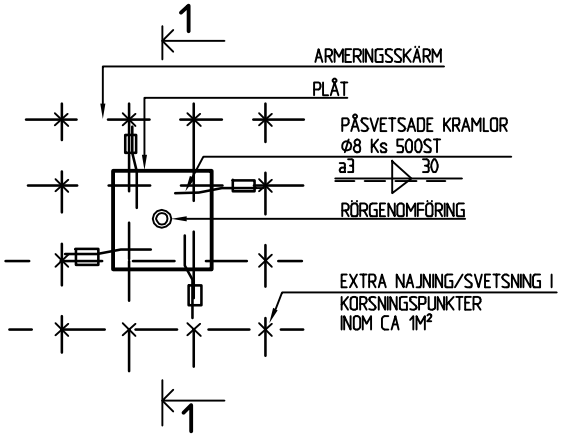
SKALA

RITNINGSNUMMER 3P-10-5

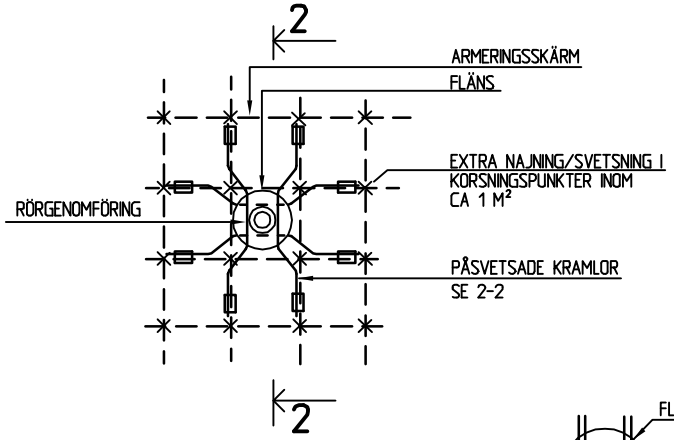
ÄNDR BET C

3P-10-6

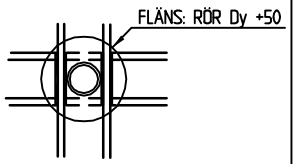
INTAG AV ENSTAKA KABELGENOMFÖRINGAR ELLER RÖR SOM EJ KAN GÅ VIA INTAGS-PLÅT



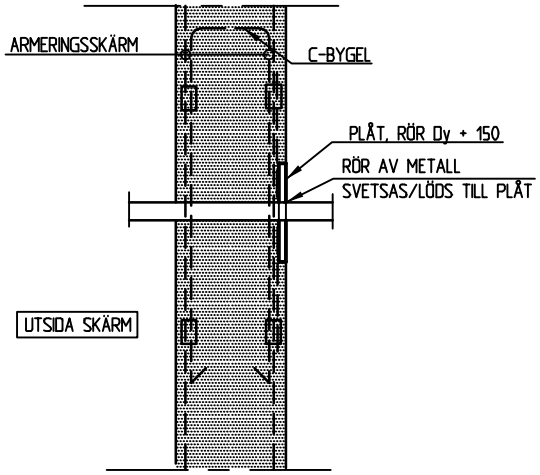
VY ALT. 1



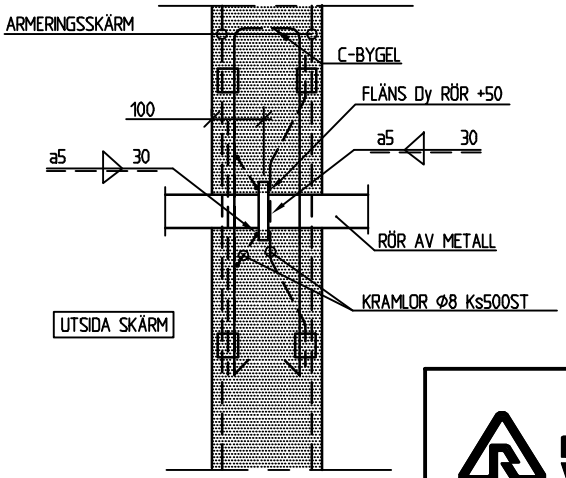
VY ALT. 2



VY, DETALJ



1-1



2-2

FÖRKLARINGAR

ARMERINGSLAGER I ARMERINGSSKÄRM

SKARV ENLIGT DETALJ 2
RITNING 3P-10-3

FÖRESKRIFTER

INTAG AV ENSTAKA KABLAR ELLER RÖR VIA SEPARAT INTAGSPLÅT FÅR TILLÄMPAS VID KABEL- ELLER RÖRLÄNGDER <1,5 METER UTANFÖR SKÄRM

HÄNVISNINGAR

ARMERINGSSKÄRM	RITNING 3P-10-3
ARMERINGSSKÄRM NÄTARMERING	RITNING 3P-10-7

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	SIGN	DATUM
C		ALLMÄN REVIDERING		08-09-05
B		ALLMÄN REVIDERING		04-10-01
A		ALLMÄN REVIDERING		02-06-18

RÄDDNINGS VERKET

RITAD/KONSTRUERAD AV	GRANSKAD AV	DATUM
LA	MC	96-04-10

GODKÄND AV
LARS BERG

ELMILJÖ I ANLÄGGNINGAR FÖR RÄDDNINGSTJÄNST

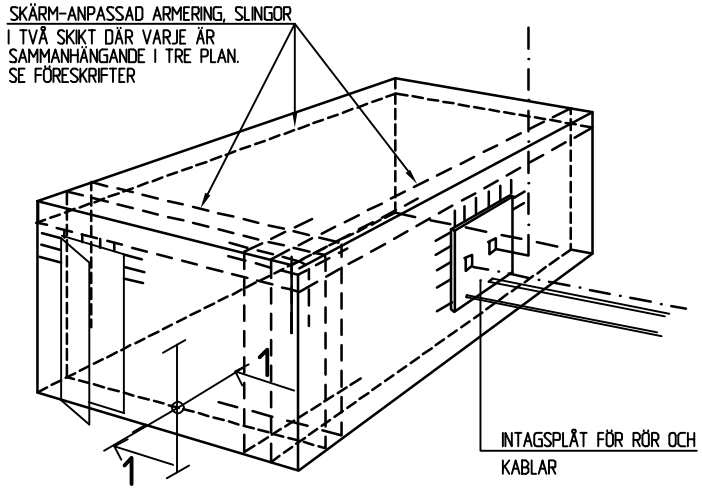
ARMERINGSSKÄRM
INTAG AV ENSTAKA KABLAR OCH RÖR
DETALJER

SKALA

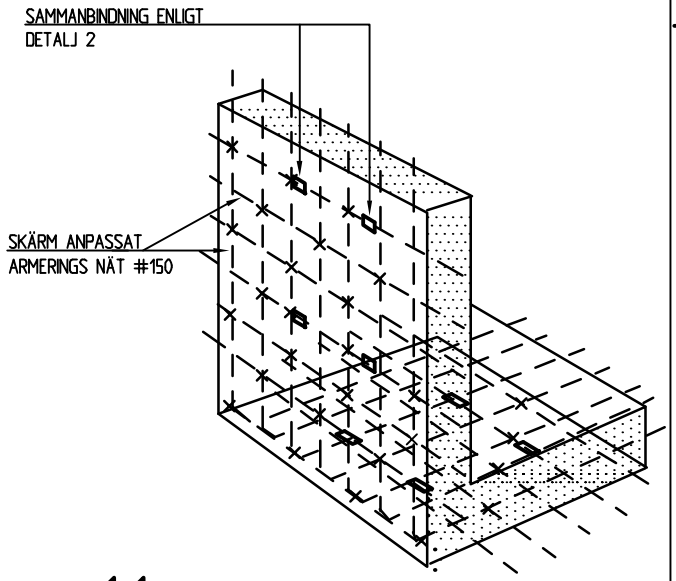
RITNINGSNUMMER 3P-10-6

ÄNDR BET C

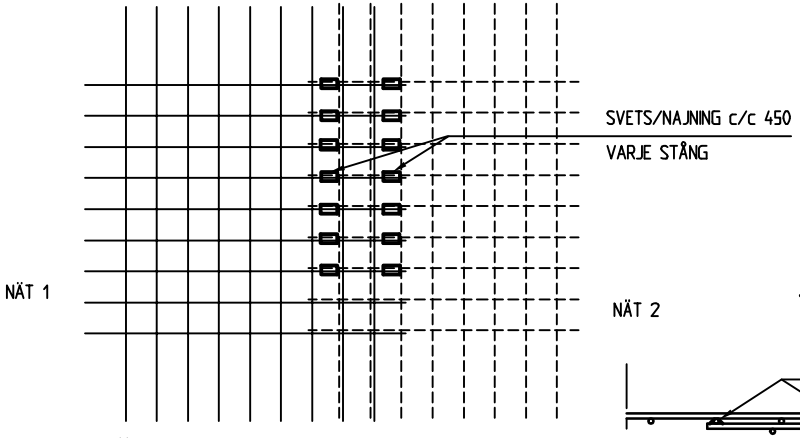
3P-10-7



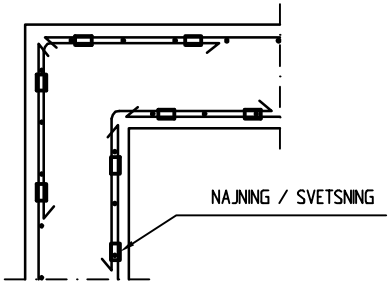
SKÄRMAD ANLÄGGNING ELLER DEL AV ANLÄGGNING



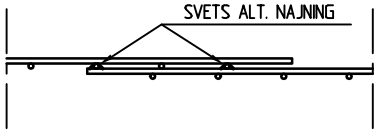
1-1
DETALJ AV ARMERINGSSKÄRM



SKÄRMNINGSANPASSAD ARMERINGS-SKARV MED ARMERINGSNÄT



DETALJ HÖRN



DETALJ NÄTSKARV

FÖRESKRIFTER

SKÄRMNINGSANPASSAD ARMERING

DEN DUBBLA ARMERINGSKONSTRUKTIONEN UTNYTTJAS SOM SKÄRM OCH UTGÖR ZONGRÄNS.

DE BÅDA ARMERINGSSKIKTEN I TAK, VÄGGAR OCH GOLV UTFÖRS SOM SAMMANHÄNGANDE SLINGOR OCH BILDAR PÅ SÅ SÄTT EN OMSLUTEN SKÄRM.

SKÄRMEN UTGÖRS I UT- OCH INSIDA AV ARMERINGSNÄT MED MAX s150 MM SOM GENOM SÄRSKILD SKARVNING BILDAR SLINGOR.
DESSA SLINGOR OMSLUTER ANLÄGGNINGEN I TRE MOT VARANDRA VINKELRÄTA PLAN. ALLA SKARVAR UTFÖRS ENLIGT DETALJ 2.

ARMERING SOM GÅR IGENOM SKÄRMEN SKALL ANSLUTES TILL SKÄRMEN ENLIGT RITNING 3P-10-4.

ÖPPNINGAR

ÖPPNINGAR FÖRSES MED DÖRRAR, VÄGFÄLLOR ETC MED DÄMPNING MOTSVARANDE ARMERINGSKÄRMENS.
KRAV PÅ DÖRRARNAS DÄMPNING ENL. SKALSKYDDSKLASS SSc.

HÄNVISNINGAR

ANSLUTNING AV INGJUTNINGSGODS	RITNING 3P-10-4
INTAG AV KABLAR OCH RÖR	RITNING 3P-10-5, 3P-10-11
INTAG AV ENSTAKA KABLAR OCH RÖR	RITNING 3P-10-6

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	SIGN	DATUM
A		ALLMÄN REVIDERING		08-09-05

RÄDDNINGS VERKET

RITAD/KONSTRUERAD AV | GRANSKAD AV | DATUM 04 10 01

GODKÄND AV
LARS BERG

ELMILJÖ I ANLÄGGNINGAR FÖR RÄDDNINGSTJÄNST

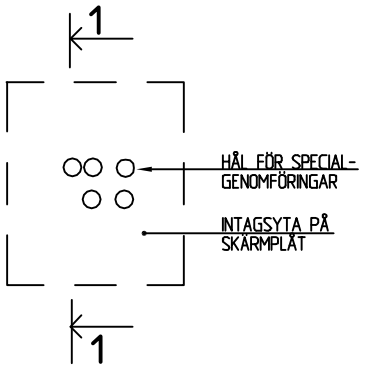
ARMERINGSSKÄRM, NÄTARMERING
PRINCIPRITNING

SKALA | RITNINGSNUMMER 3P-10-7 | ÄNDR BET A

3P-10-8

ALT. 1

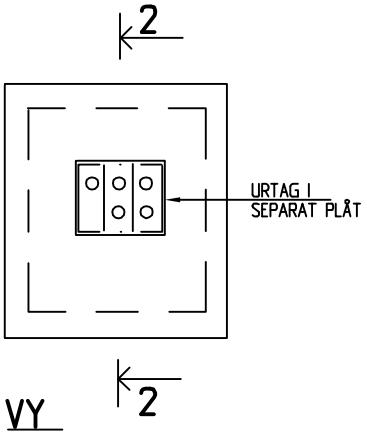
HÅL FÖR MONTAGE AV SKYDD BORRAS I SKÄRMPLÅTEN VID ELMONTAGET OM SKÄRMPLÅTEN HAR TILLRÄCKLIG TJOCKLEK.



VY

ALT. 2

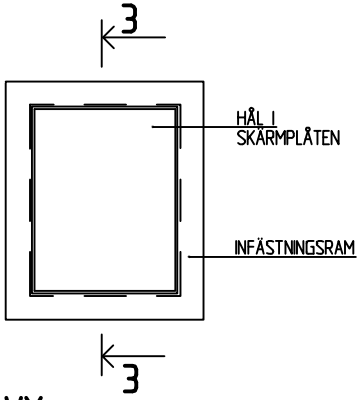
SPECIALGENOMFÖRINGAR MONTERAS I URTAG I SEPARAT PLÅT SOM MONTERAS MOT ETT STÖRRE HÅL I SKÄRMPLÅTEN.



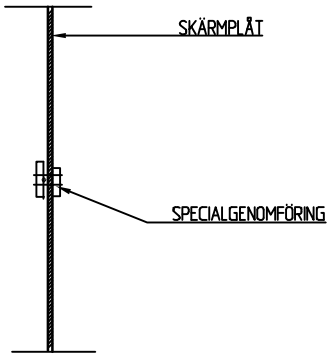
VY

ALT. 3

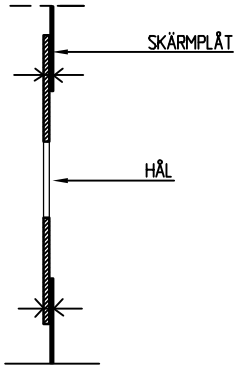
FÖR MONTAGE AV SKÄRMAT SPECIALSKÅP UPPTAS HÅL I SKÄRMPLÅTEN OCH ANSLUTS INFÄSTNINGSRAM TILL PLÅTEN.



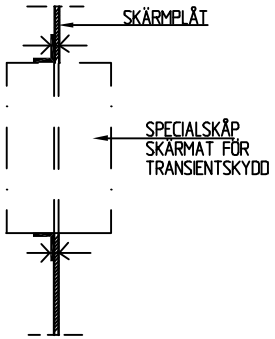
VY



1-1



2-2



3-3

FUNKTIONSKRAV

AVSER SKÄRM SOM EJ ÄR MOTGJUTEN

HÅL I SKÄRM UTFORMAS SÅ ATT DE PASSAR TILL ANVÄNDA SPECIALGENOMFÖRINGAR OCH TRANSIENTSKYDD FÖR KABLAR.

ANSLUTNING TILL SKÄRMEN SKER MED METOD SOM GER KONTINUERLIG ELEKTRISK KONTAKT RUNT OM OCH FÖRHINDRAR INLÄCKNING AV FÄLT.

GODTAGBARA ANSLUTNINGAR:

1. KONTINUERLIG SVETS
2. SKRUVFÖRBAND c 50 MM FÖRZINKADE KONTAKTYTOR.
3. SKRUVFÖRBAND c 50 MM. ELEKTRISKT LEDANDE PACKNING RUNT OM. ROSTFRIA KONTAKTYTOR.

HÄNVISNINGAR

SKÄRMAT RUM RITNING 3P-10-1, 3P-10-2

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	SIGN	DATUM
C		ALLMÄN REVIDERING		08-09-05
B		ALLMÄN REVIDERING		04-10-01
A		ALLMÄN REVIDERING		02-06-18

RÄDDNINGS VERKET

RITAD/KONSTRUERAD AV | GRANSKAD AV | DATUM 96-04-10

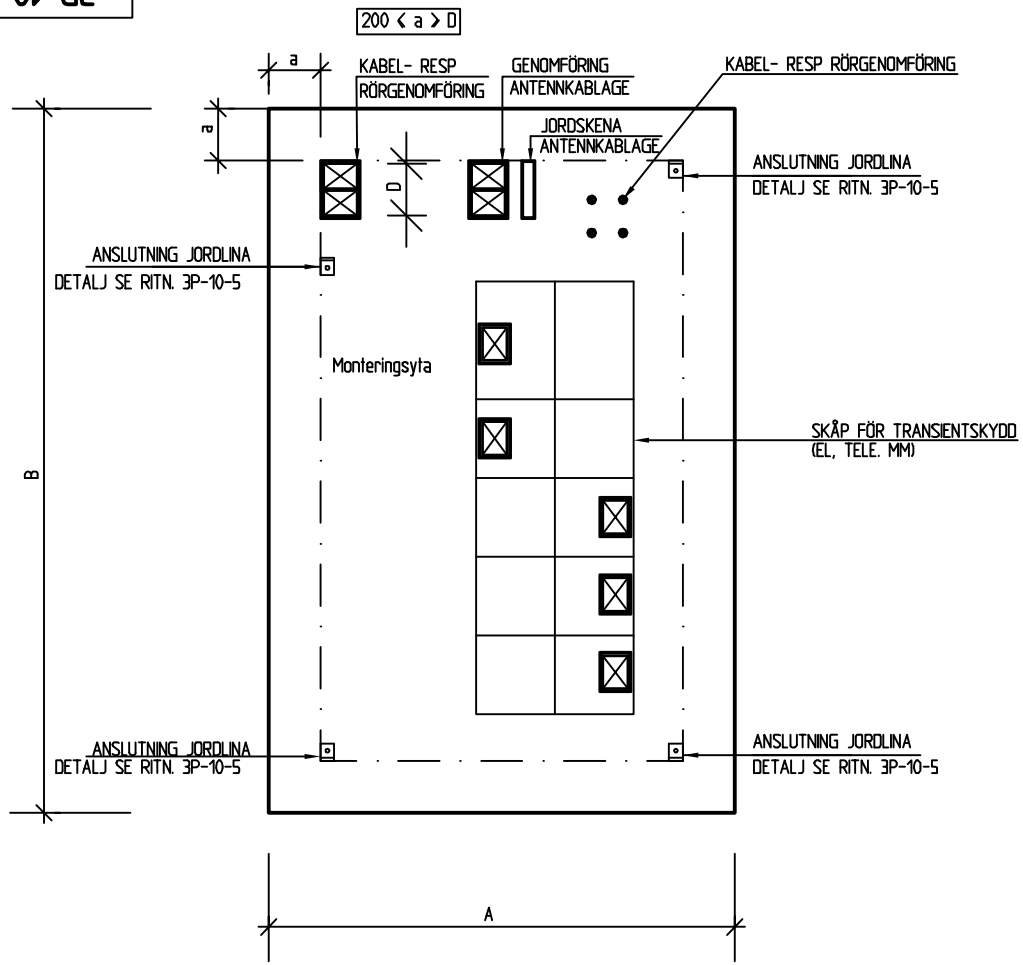
GODKÄND AV LARS BERG

ELMILJÖ I ANLÄGGNINGAR FÖR RÄDDNINGSTJÄNST

KABELINTAG GENOM SKÄRMPLÅT
TYPDETALJER

SKALA | RITNINGSNUMMER 3P-10-8 | ÄNDR BET C

3P-10-9



VY AV INTAGSPLÅT

DIMENSIONER, KANTAVSTÅND ETC

PLÅTENS STORLEK (A×B) ANPASSAS TILL BEHOVET AV MONTERINGSYTA. VID ANSLUTNING TILL ARMERINGSSKÄRM BÖR MONTERINGSYTAN VARA MINST EN ARMERINGSRUTA. KANTAVSTÅND (a) TILL MONTERINGSYTA BÖR VARA MINST EN ARMERINGSRUTA, DOCK MINST 200 MM.
SIDOFÖRHÅLLANDET (B/A) BÖR INTE VARA STÖRRE ÄN 2:1.
AVSTÅND TILL STÖRRE ÖPPNING I SKÄRMEN T EX DÖRR, BÖR VARA MINST ÖPPNINGENS MÅTT.

FUNKTION

ALT. 1 FRISTÅENDE PLÅT/MONTAGEPLATS FÖR TRANSIENTSKYDD

GEMENSAMT INTAGSSTÄLLE FÖR LÅNGA LEDARE (KABLAR, LINOR, METALLRÖR SKÄRMAR.).

LÅGIMPEDIV SAMMANKOPPLING AV LEDARNA FÖR POTENTIALUTJÄMNING.

ALT. 2 INTAGSPLÅT I GLES SKÄRM (ARMERINGSSKÄRM)

FUNKTION SOM I ALT. 1 SAMT FÖRDELNING OCH ÖVERFÖRING AV STRÖMMAR FRÅN LEDARE TILL SKÄRM.

ALT. 3 INTAGSPLÅT I TÄT SKÄRM.

FUNKTION SOM I ALT. 2, SAMT DEL AV DEN TÄTA SKÄRMEN.

OM FUNKTIONEN ÄR ENLIGT ALT. 1 OVAN KAN HELA PLÅTEN ANVÄNDAS SOM MONTAGEYTA (a=0)

HÄNVISNINGAR

INTAG AV KABLAR OCH RÖR	PRINCIPRITNING 3P-10-5, 3P-10-11
INTAGSPLÅT ANSLUTEN TILL ARMERINGSSKÄRM	RITNING 3P-10-10
ARMERINGSSKÄRM KABEL OCH RÖRGENOMFÖRINGAR PRINCIPEXEMPEL	RITNING 3P-10-12
ANSLUTNINGAR AV MEDIARÖR TILL INTAGSPLÅT	RITNING 3P-10-13

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	SIGN	DATUM
C		ALLMÄN REVIDERING		08-09-05
B		ALLMÄN REVIDERING		04-10-01
A		ALLMÄN REVIDERING		02-06-18

RÄDDNINGS VERKET

RITAD/KONSTRUERAD AV | GRANSKAD AV | DATUM 96-04-10

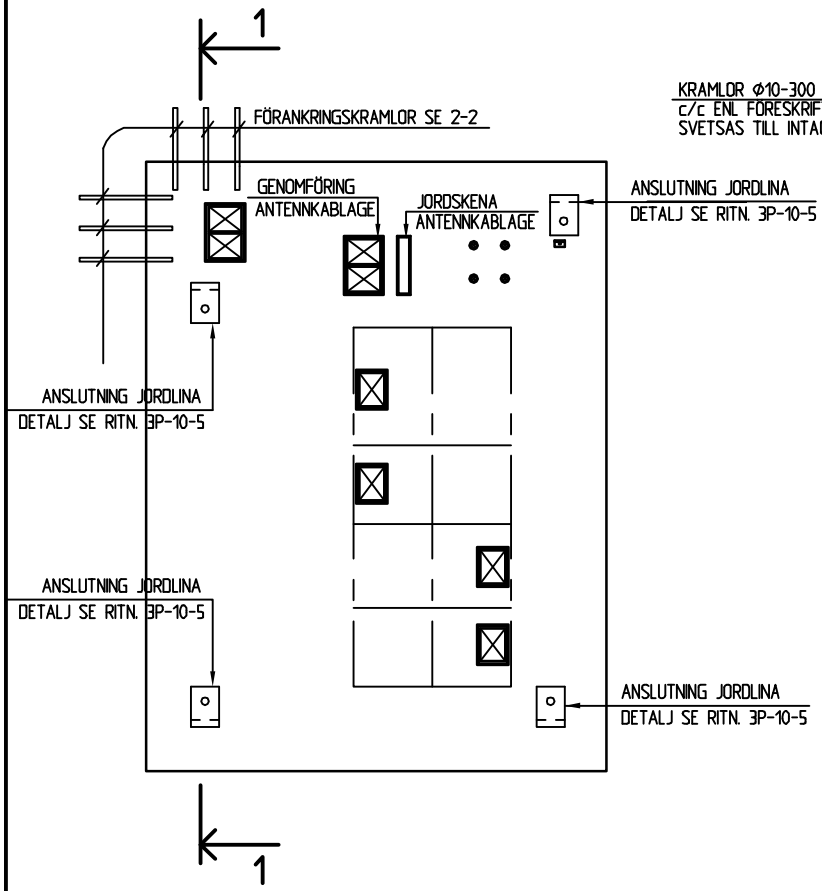
GODKÄND AV
LARS BERG

ELMILJÖ I ANLÄGGNINGAR FÖR RÄDDNINGSTJÄNST

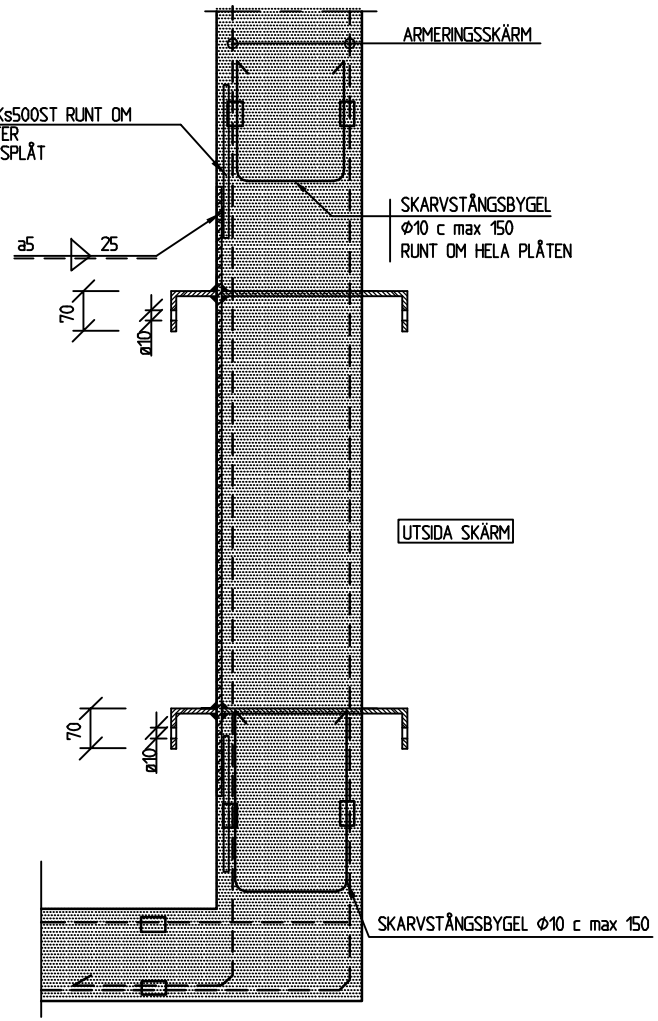
INTAGSPLÅT
FUNKTION, EXEMPEL PÅ DISPONERING

SKALA | RITNINGSNUMMER 3P-10-9 | ÄNDR BET C

3P-10-10



VY AV INTAGSPLÅT



1-1

FUNKTION

SE ALTERNATIV 2, RITNING 3P-10-9

FÖRESKRIFTER

— — — ARMERINGSLAGER I ARMERINGSSKÄRM

— — — SKARV ENL DETALJ 2 RITN 3P-10-3

INTAGSPLÅTEN ANSLUTS TILL ARMERINGSSKÄRMEN MED FÖRANKRINGAR Φ10 JÄMNT FÖRDELADE RUNT INTAGSPLÅTENS KANTER. ANSLUTNINGAR ANPASSAS TILL ARMERINGENS CENTRUMAVSTÅND. DOCK MINST 4 ST/SIDA OCH HÖGST 150 MM AVSTÅND

VARJE FÖRANKRING NÅJAS TILL ARMERINGSSTÅNG I INRE SKÄRMLAGER ENLIGT SKARVDETALJ 2 PÅ RITNING 3P-10-3. OM INTE TILLRÄCKLIGT ANTAL STÄNGER KORSAR INTAGSPLÅTEN, FÖRTÄTAS ARMERINGEN GENOM EXTRA ARMERINGSSTÄNGER SOM AVSLUTAS MINST 1 M FRÅN PLÅTENS KANT.
SKARVSTÅNGSBYGEL INLÄGGS c150 RUNT HELA PLÅTEN.

VID FÖRSKJUTNING MELLAN PLÅT OCH ARMERINGSSKÄRM STÖRRE ÄN EN ARMERINGSRUTA INLÄGGS KOMPLETTERANDE STÄNGER SÅ ATT SKÄRMEN BLIR KONTINUERLIG MED BIBEHÅLLEN MASKVIDD.

DIMENSIONER, KANTAVSTÅND ETC ENLIGT 3P-10-9.

HÄNVISNINGAR

INTAG AV KABLAR OCH RÖR	PRINCIPRITNING 3P-10-5, 3P-10-11
DIMENSIONER, KANTAVSTÅND ETC	RITNING 3P-10-9
SKARVDETALJ 2	RITNING 3P-10-3
GENOMFÖRINGAR FÖR KABLAR OCH RÖR	RITNING 3P-10-12

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	SIGN	DATUM
C		ALLMÄN REVIDERING		08-09-05
B		ALLMÄN REVIDERING		04-10-01
A		ALLMÄN REVIDERING		02-06-18

RÄDDNINGS VERKET

RITAD/KONSTRUERAD AV | GRANSKAD AV | DATUM 96-04-10

GODKÄND AV
LARS BERG

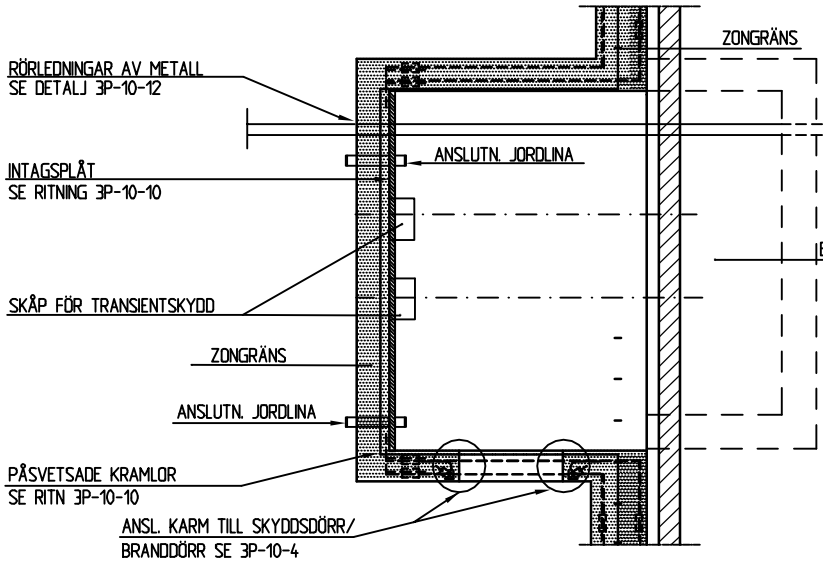
ELMILJÖ I ANLÄGGNINGAR FÖR RÄDDNINGSTJÄNST

INTAGSPLÅT ANSLUTEN TILL
ARMERINGSSKÄRM
PRINCIPEXEMPEL

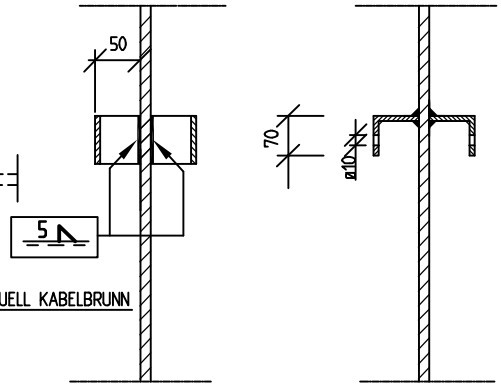
SKALA | RITNINGSNUMMER 3P-10-10 | ÄNDR BET C

3P-10-11

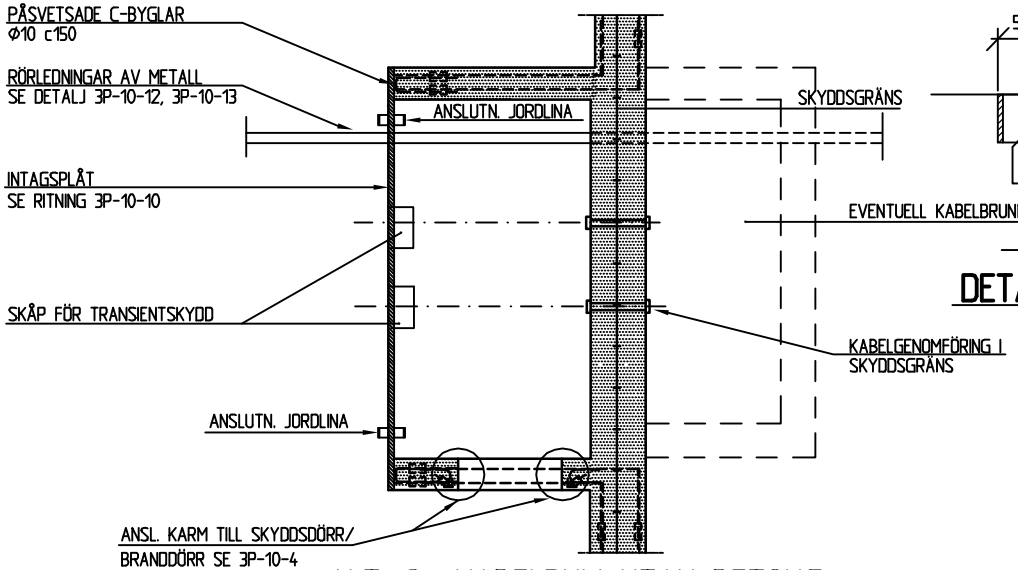
INTAG AV KABLAR OCH RÖR VIA INTAGSPLÅT



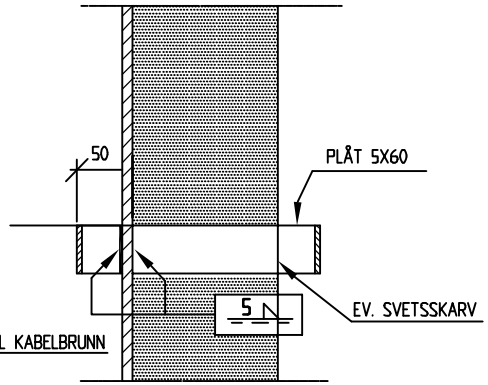
ALT. 1 KABELRUM MED BETONG



DETALJ ANSL. JORDLINA EJ MOTGJUTEN



ALT. 2 KABELRUM UTAN BETONG



DETALJ ANSL. JORDLINA

FÖRKLARINGAR

ARMERINGSLAGER I ARMERINGSSKÄRM

SKARV ENLIGT DETALJ 2 RITNING 3P-10-3.

FÖRESKRIFTER

INKOMMANDE KABLAR OCH RÖR SAMLAS FÖRE INPASSERING I ANLÄGGNINGEN SÅ ATT DE PASSERAR GENOM EN GEMENSAM INTAGSPLÅT, SE RITNING 3P-10-10.

OM INTE GEMENSAMT INTAG AV KABLAR OCH RÖR KAN ANORDNAS FÅR ENSTAKA KABELGENOMFÖRING ELLER RÖR ANSLUTAS TILL ARMERINGSSKÄRMEN VIA SEPARAT PLÅT, ALT. 1 ELLER RÖRFLÄNS, ALT. 2 ENLIGT RITNING 3P-10-6. DESSA LÖSNINGAR FÅR TILLÄMPAS VID RÖRLÄNGDER < 1,5 M UTANFÖR SKÄRM.

HÄNVISNINGAR

SKARVDETALJ 2	RITNING 3P-10-3
ANSLUTNING AV INGJUTNINGSGODS	RITNING 3P-10-4
ALT. UTFÖRANDE AV INTAG KABLAR OCH RÖR	RITNING 3P-10-5
INTAG AV ENSTAKA RÖR	RITNING 3P-10-6
INTAGSPLÅT	RITNING 3P-10-9
INTAGSPLÅT, ANSL. TILL ARM.SKÄRM	RITNING 3P-10-10
KABEL- OCH RÖRGENOMFÖRINGAR	RITNING 3P-10-12
RÖRGENOMFÖRINGAR	RITNING 3P-10-13

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	SIGN	DATUM
A		ALLMÄN REVIDERING		08-09-05

RÄDDNINGS VERKET

RITAD/KONSTRUERAD AV | GRANSKAD AV | DATUM 04-10-01

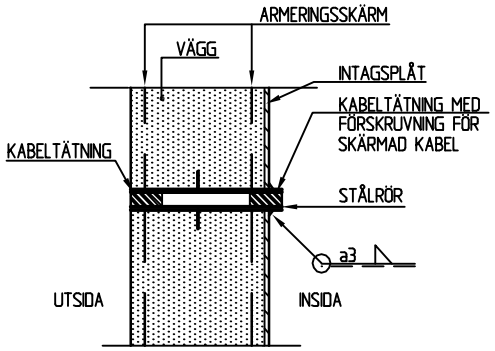
GODKÄND AV
LARS BERG

ELMILJÖ I ANLÄGGNINGAR FÖR RÄDDNINGSTJÄNST

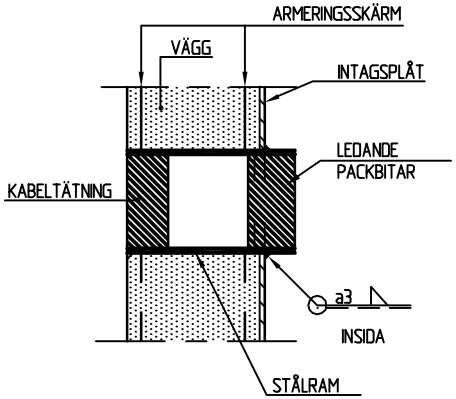
ARMERINGSSKÄRM
INTAG AV KABLAR OCH RÖR

SKALA | RITNINGSNUMMER 3P-10-11 | ÄNDR BET A

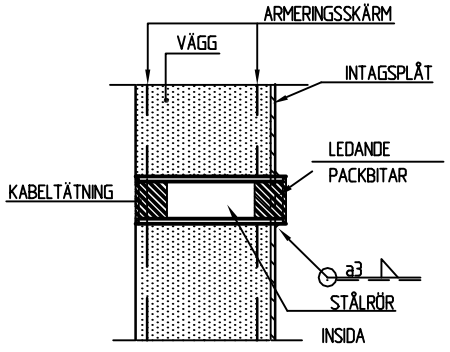
3P-10-12



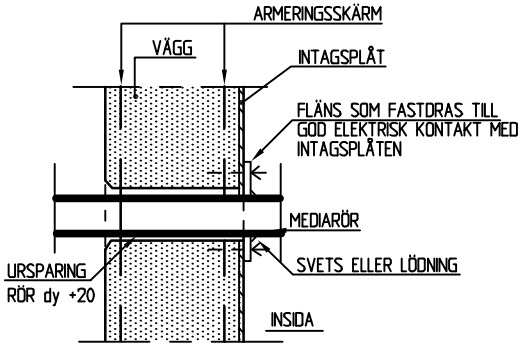
GENOMFÖRING KGHS-E ENL. SRV-RITN. NR. SR-G1-201



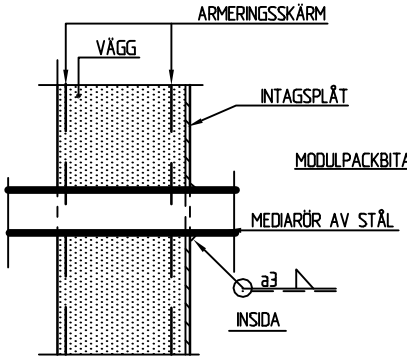
REKTANGULÄR GENOMFÖRING MED MODULPACKBITAR



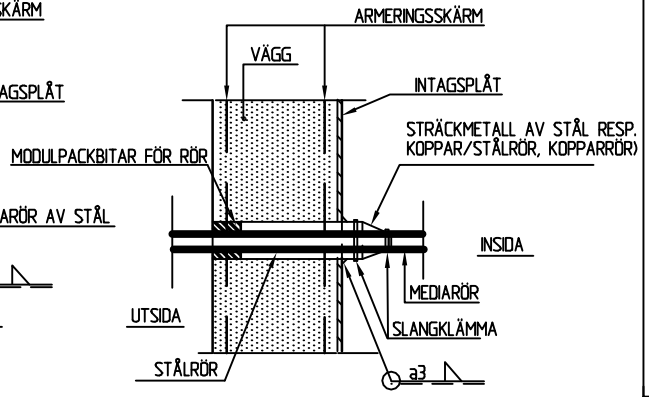
RUND GENOMFÖRING MED MODULPACKBITAR



RÖRGENOMFÖRING (URSPARNING)



RÖRGENOMFÖRING



RÖRGENOMFÖRING MED RÖRHYLSA

FÖRESKRIFTER

VID VAPENVERKANSKYDDAD ANLÄGGNING SKALL GODKÄNDA GENOMFÖRINGAR ANVÄNDAS

KABELTÄTNING OCH ANSLUTNING AV KABELSKÄRM ENLIGT TILLVERKARES ANVISNINGAR.
VID OLIKA MATERIAL I PLÅT OCH RÖR BEAKTAS RISKEN FÖR SPÄNNINGSKORROSION PÅ INTAGSPLÅTEN I FUKTIG MILJÖ.

VID MONTAGE PLÅT MOT PLÅT ALTERNATIVT METALLDUK MOT PLÅT TILLSES ATT YTORNA ÄR RENA OCH JÄMNA, SÅ GOD KONTAKT ERHÅLLS.

HÄNVISNINGAR

INTAGSPLÅT	RITNING 3P-10-9
INTAGSPLÅT ANSLUTEN TILL ARMERINGSSKÄRM PRINCIPEXEMPEL	RITNING 3P-10-10

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	SIGN	DATUM
C		ALLMÄN REVIDERING		08-09-05
B		ALLMÄN REVIDERING		04-10-01
A		ALLMÄN REVIDERING		02-06-18

RÄDDNINGS VERKET

RITAD/KONSTRUERAD AV | GRANSKAD AV | DATUM 96-04-10

GODKÄND AV
LARS BERG

ELMILJÖ I ANLÄGGNINGAR FÖR RÄDDNINGSTJÄNST

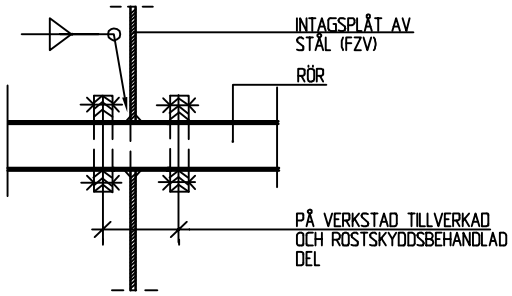
INTAGSPLÅT ANSLUTEN TILL ARMERINGSSKÄRM
KABEL- OCH RÖRGENOMFÖRINGAR
PRINCIPEXEMPEL

SKALA | RITNINGSNUMMER 3P-10-12 | ÄNDR BET C

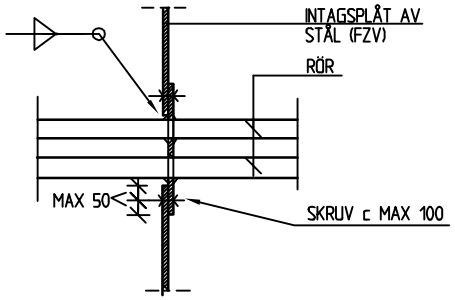
3P-10-13

AVSER EJ MOTGJUTEN PLÅT

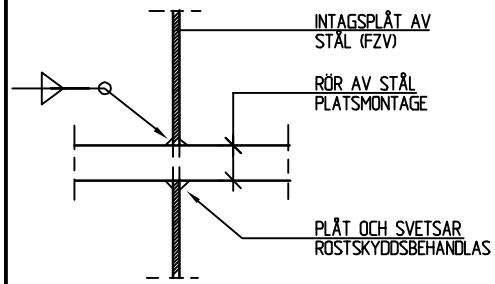
MEDIARÖR AV VARMFÖRZINKAT STÅL, ELLER AV ANNAT MATERIAL DÅ RISK FÖR SPÄNNINGSKORROSION EJ FÖRELIGGER:



1

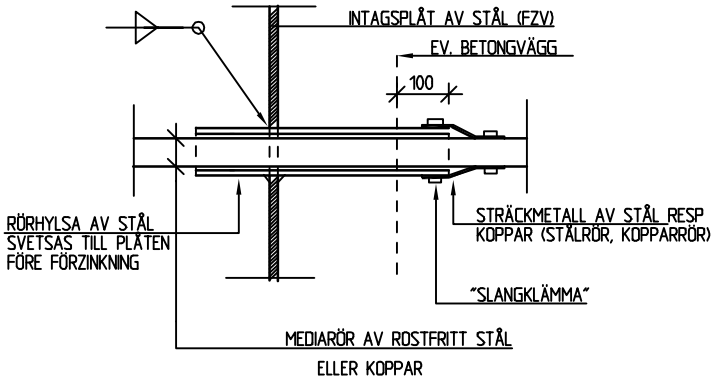


2

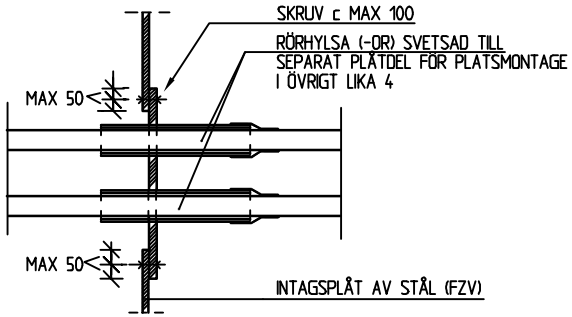


3

MEDIARÖR AV ROSTFRITT STÅL ELLER KOPPAR. RISK FÖR SPÄNNINGSKORROSION I FUKTIGA UTRYMMEN: (EV. BTG VÄGG)



4 EJ MOTGJUTEN ALT. MOTGJUTEN PLÅT
EJ KRAV PÅ LUFTTÄT GENOMFÖRING



5 EJ MOTGJUTEN PLÅT
EJ KRAV PÅ LUFTTÄT GENOMFÖRING

FUNKTIONSKRAV

MEDIARÖR AV STÅL ELLER ANNAN METALL GENOM INTAGSPLÅT ANSLUTS ELEKTRISKT LEDANDE TILL PLÅTEN.
VID OLIKA MATERIAL I PLÅT OCH RÖR BEAKTAS RISKEN FÖR SPÄNNINGSKORROSION PÅ INTAGSPLÅTEN I FUKTIG MILJÖ.

UTFÖRANDEKRAV

FÖR ATT UNDERLÄTTA HANTERING AV PLÅT, RÖRMONTAGE ETC FÅR SKARVAR UTFÖRAS. PLÅT OCH RÖRDELAR TILLVERKAS I LÄMPLIGA DELAR OCH ROSTSKYDDSBEHANDLAS FÖRE PLATSMONTAGE- EFTER EV. BEARBETNING, BORRNING OCH SVETSNING PÅ PLATSEN ÅTERSTÄLLS ROSTSKYDDET PÅ BEARBETADE YTOR.

VID MONTAGE PLÅT MOT PLÅT ALTERNATIVT METALLDUK MOT PLÅT TILLSES ATT YTORNA ÄR RENA OCH JÄMNA SÅ GOD KONTAKT ERHÅLLS.

ANM:
VID RÖRGENOMGÅNGAR TILL SKÄRMAT UTRYMME VÄLJS SÅDANA ANSLUTNINGAR SOM EJ GER FÄLTINLÄCKNING, FÖRETRÄDESVIS TÄTSVETS ELLER HÅRDLÖDNING.

HÄNVISNINGAR

INTAGSPLÅT	RITNING 3P-10-9
INTAGSPLÅT ANSLUTNING	RITNING 3P-10-10

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	SIGN	DATUM
C		ALLMÄN REVIDERING		08-09-05
B		ALLMÄN REVIDERING		04-10-01
A		ALLMÄN REVIDERING		02-06-18

RÄDDNINGS VERKET

RITAD/KONSTRUERAD AV | GRANSKAD AV | DATUM 96-04-10

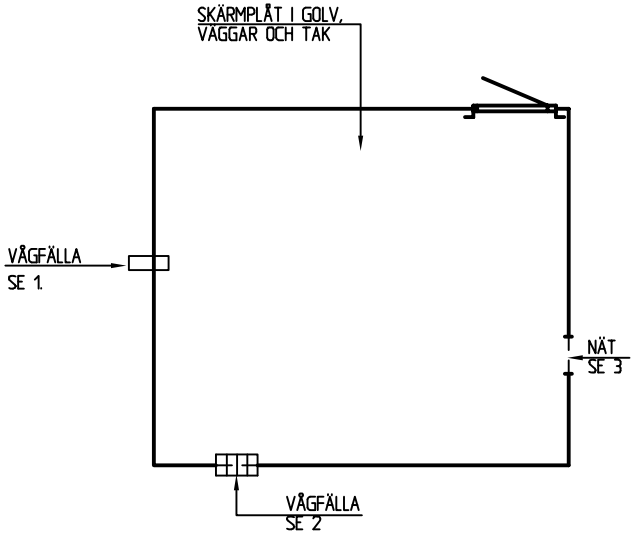
GODKÄND AV
LARS BERG

ELMILJÖ I ANLÄGGNINGAR FÖR RÄDDNINGSTJÄNST

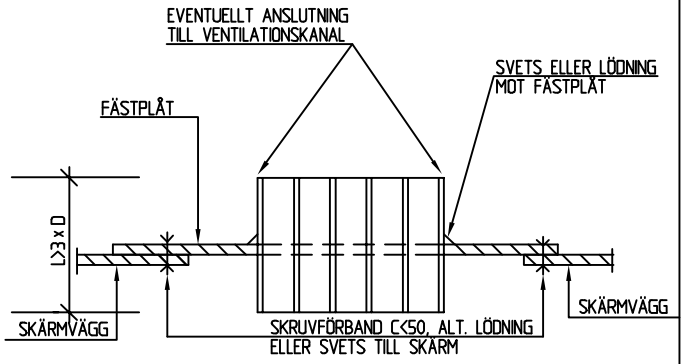
ANSLUTNING AV MEDIARÖR TILL INTAGSPLÅT, TYPDETALJER

SKALA | RITNINGSNUMMER 3P-10-13 | ÄNDR BET C

3P-10-14

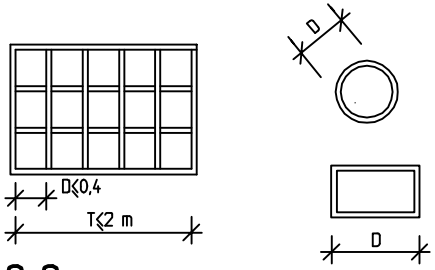


PLAN

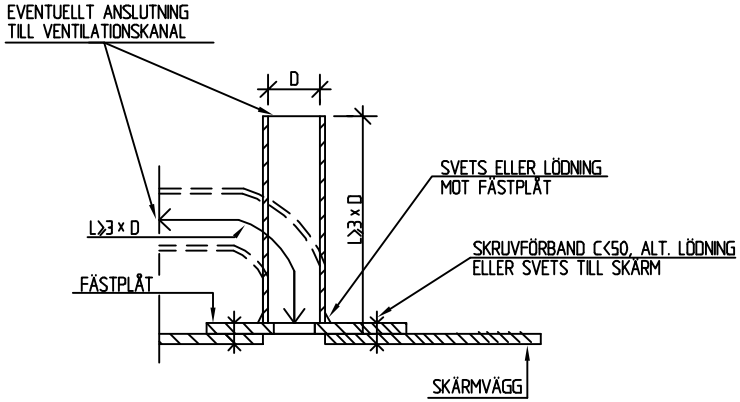


2 2

2 SAMMANSATT VÅGFÄLLA



2-2



1 ENKEL VÅGFÄLLA

3 NÄT

FUNKTIONSKRAV

ÖPPNINGAR I SKÄRMPLÅT SKALL SKYDDAS MED VÅGFÄLLA MED DÄMPNING MINST 50 dB I FREKVENSINTERVALLET 100 kHz-100 MHz.

FÖRESKRIFTER

VÅGFÄLLA MED D<0.4 M OCH L≥3xD GODTAS UTAN VIDARE UTREDNING.

D= VÅGFÄLLANS KARAKTERISTISKA MÅTT SE DETALJ 2-2

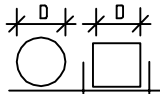
L= VÅGFÄLLANS LÄNGD SE DETALJ 1 OCH 2

FÄSTPLÅTEN SVETSAS ALTERNATIVT SKRUVAS MED SKRUV C50 MOT SKÄRMPLÅTEN.

VÅGFÄLLA SKARVAS I FÖREKOMMANDE FALL ELEKTRISKT LEDANDE TILL VENTILATIONSKANAL MOTSVARANDE SKARV I KANAL.

LÄGE FÖR VENTILATIONSÖPPNINGAR BESTÄMS I SAMRÅD MELLAN VENTILATIONS-OCH UTRUSTNINGSINSTALLATÖRER.

VÅGFÄLLA KAN ERSÄTTAS MED NÄT DIMENSIONERAT ENL. NEDAN



		MASKVIDD	TRÅDTJOCKLEK
<20 cm	<15cm	<(1,8*1,8)cm	>2 mm
<30 cm	<20cm	<(0,8*0.8)cm	>1,5 mm
<50 cm	<35cm	<(0,4*0,4)cm	>1 mm

OBS DRAGNING AV METALLISK LEDARE GENOM VÅGFÄLLA, HÅL ELLER NÄT FÅR INTE UTFÖRAS.

HÄNVISNINGAR

SKÄRMAT RUM RITNING 3P-10-2

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	SIGN	DATUM
C		ALLMÄN REVIDERING		08-09-05
B		ALLMÄN REVIDERING		04-10-01
A		ALLMÄN REVIDERING		02-06-18

RÄDDNINGS VERKET

RITAD/KONSTRUERAD AV | GRANSKAD AV | DATUM 96-04-10

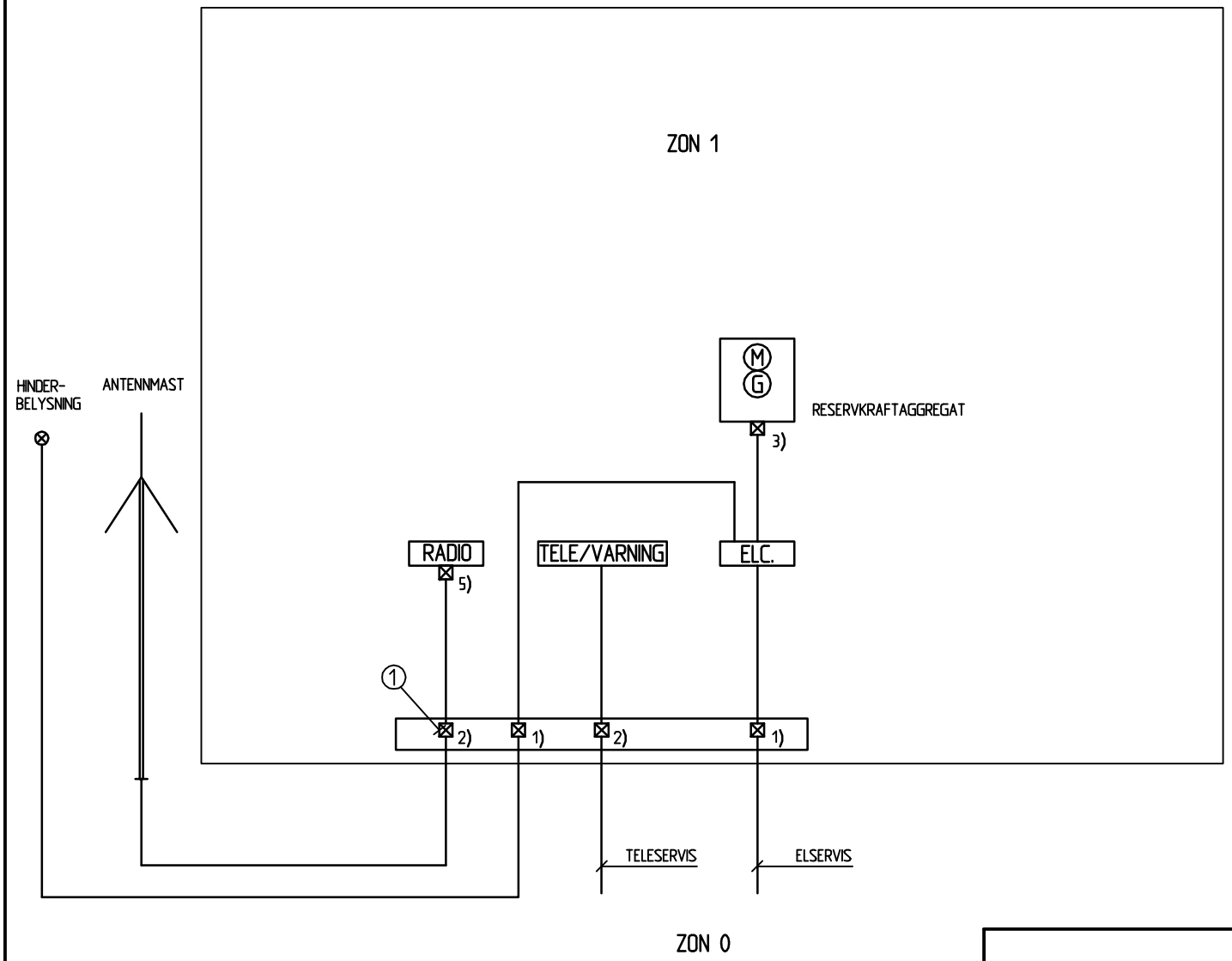
GODKÄND AV
LARS BERG

ELMILJÖ I ANLÄGGNINGAR FÖR RÄDDNINGSTJÄNST

VÅGFÄLLA FÖR VENTILATIONSANSLUTNING TILL SKÄRMAT RUM, PRINCIPRITNING

SKALA | RITNINGSNUMMER 3P-10-14 | ÄNDR BET C

3P-10-21



FÖRKLARINGAR

GENERELLT: SKÄRMADE LEDNINGAR

OM MÖJLIGT ANORDNAS GEMENSAM INTAGSPUNKT, SE PKT 6 . 2 . 1.

POTENTIALUTJÄMNINGSSKENA.

⊠ TRANSIENTSKYDD

⊠ 1) VENTILAVLEDARE

⊠ 2) GASURLADDNINGSRÖR

⊠ 3) ELKRAFTFILTER

⊠ 5) ANSLUTNING AV KABELSKÄRM

(1) ÖVER 50 MHz - MANTELANSLUTNING
UNDER 50 MHz - MANTELANSLUTNING OCH GASURLADDNINGSRÖR

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	SIGN	DATUM
B		ALLMÄN REVIDERING		2008-09-05
A		ALLMÄN REVIDERING		2004-05-25

RÄDDNINGS VERKET

RITAD/KONSTRUERAD AV	GRANSKAD AV	DATUM
RS / IA	IA	1996.04.10

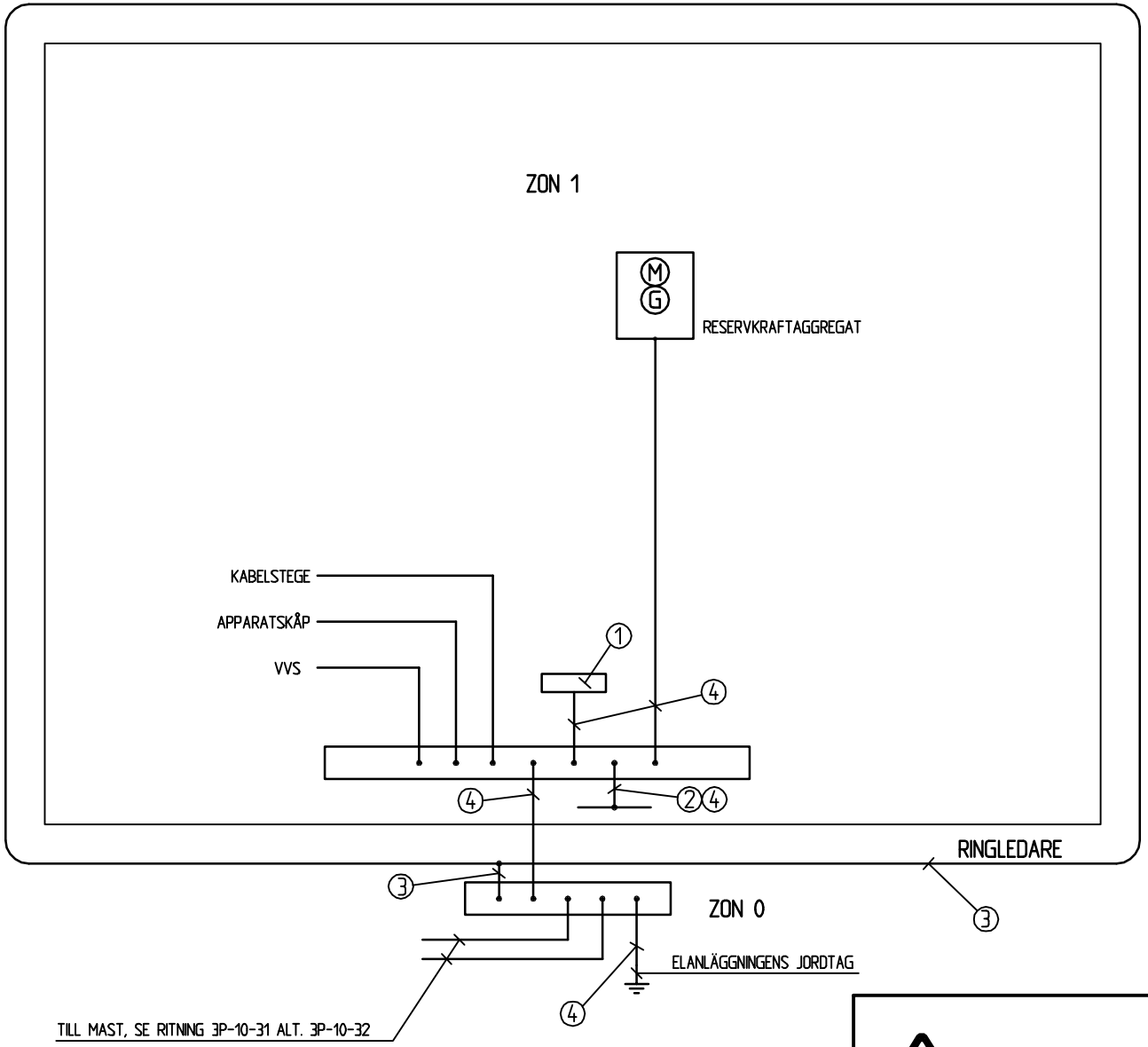
GODKÄND AV
LARS BERG

ELMILJÖ I ANLÄGGNINGAR FÖR RÄDDNINGSTJÄNST

ÅTGÄRDSNIVÅ 1
EL- OCH TELEANLÄGGNINGAR
ÖVERSIKT SYSTEMRITNING

SKALA	RITNINGSNUMMER	ÄNDR BET
-	3P-10-21	B

3P-10-22



FÖRKLARINGAR

OM MÖJLIGT ANORDNAS GEMENSAM INTAGSPUNKT.
JORDNINGSANLÄGGNINGEN UTFÖRS MED S.K. SLINGSTRUKTUR
OM INTE UTRUSTNINGSLEVERANTÖR KRÄVER TRÄDSTRUKTUR,
SE PKT 4 . 1 . 4.
JORDLEDARE MK 16 KVMM DÄR EJ ANNAT ANGES.

POTENTIALUTJÄMNINGSSKENA.

1 PE-SKENA I ELCENTRAL.

2 ANSLUTNING TILL ARMERING OM MÖJLIGT.

3 JORDLEDARE CU 35 KVMM.

4 JORDLEDARE CU 50 KVMM.

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	SIGN	DATUM
B		ALLMÄN REVIDERING		2008-09-05
A		ALLMÄN REVIDERING	BEm	2004-05-25

RÄDDNINGS VERKET

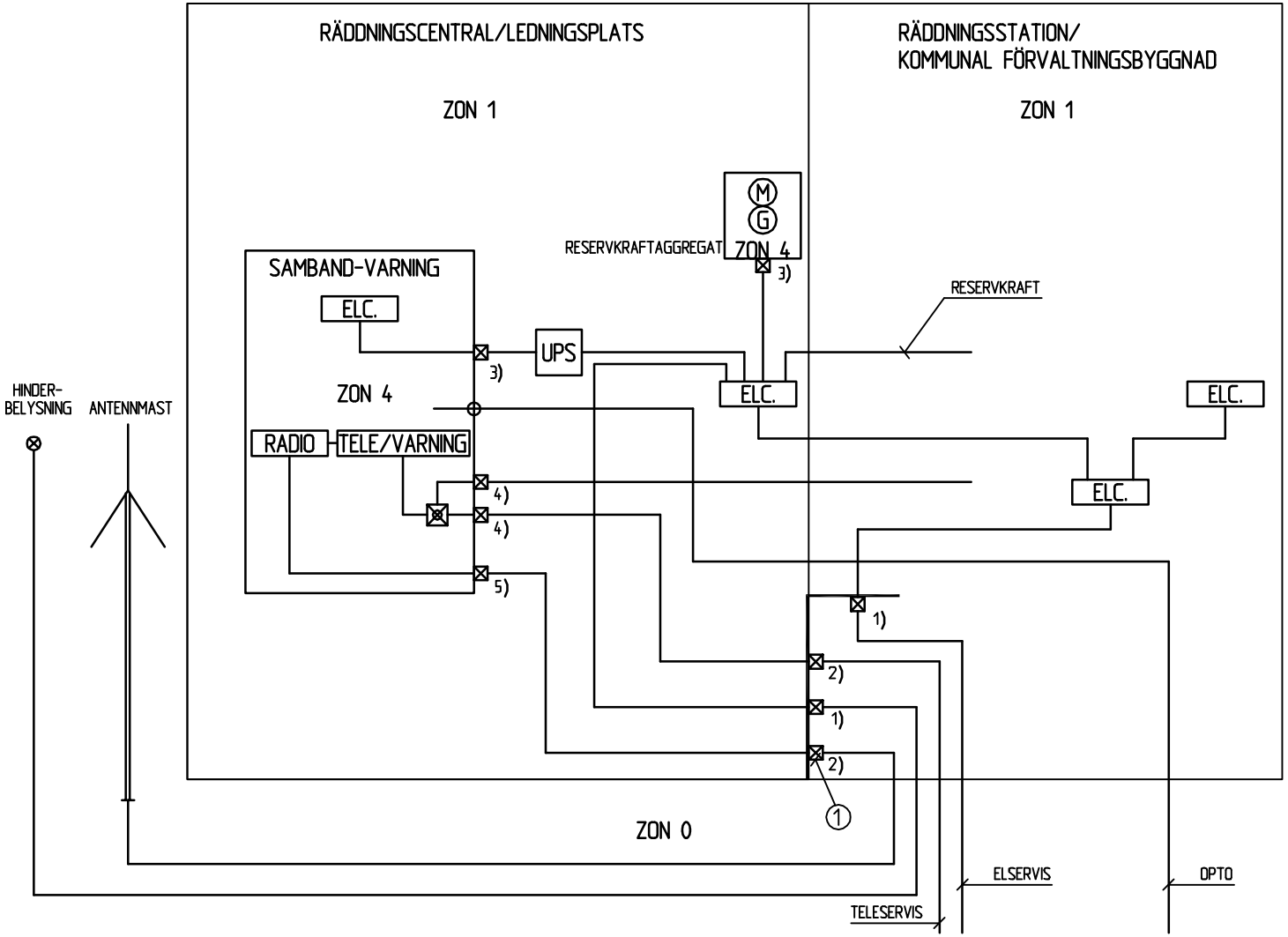
RITAD/KONSTRUERAD AV	GRANSKAD AV	DATUM
RS / IA	IA	1996.04.10

GODKÄND AV
LARS BERG

ELMILJÖ I ANLÄGGNINGAR FÖR RÄDDNINGSTJÄNST
ELMILJÖ I ANLÄGGNINGAR FÖR RÄDDNINGSTJÄNST
ÅTGÄRDSNIVÅ 1
ELANLÄGGNINGAR JORDNINGSSYSTEM
SYSTEMRITNING

SKALA	RITNINGSNUMMER	ÄNDR BET
–	3P-10-22	B

3P-10-23



FÖRKLARINGAR

GENERELLT: SKÄRMADE LEDNINGAR

———	GEMENSAM INTAGSPUNKT, INTAGSPLÅT ELLER POTENTIALUTJÄMNINGSSKENA
———	SKÄRM AV PLÅT
⊠ 1)	VENTILAVLEDARE
⊠ 2)	GASURLADDNINGSRÖR
⊠ 3)	KRAFTFILTER
⊠ 4)	HYBRIDSKYDD, TYP KRONSKYDD
⊠ 5)	ANSLUTNING AV KABELSKÄRM
—⊖—	OPTOKABEL MED VÅGFÄLLA
1	ÖVER 50 MHz - MANTELANSLUTNING UNDER 50 MHz - MANTELANSLUTNING OCH GASURLADDNINGSRÖR

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	SIGN	DATUM
B		ALLMÄN REVIDERING		2008-09-05
A		ALLMÄN REVIDERING	BEm	2004-05-25

RÄDDNINGS VERKET

RITAD/KONSTRUERAD AV	GRANSKAD AV	DATUM
RS / IA	IA	1996.04.10

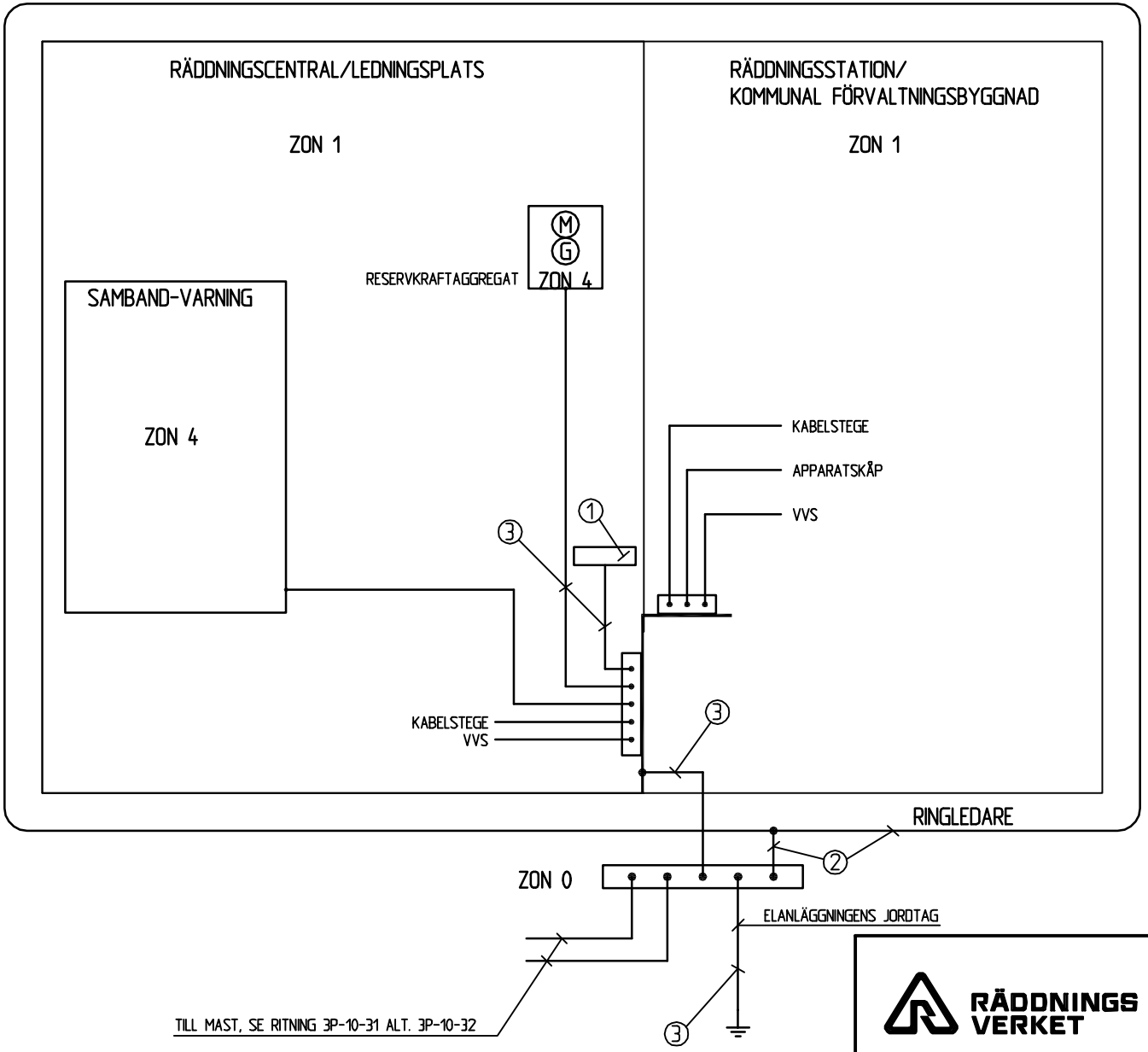
GODKÄND AV
LARS BERG

ELMILJÖ I ANLÄGGNINGAR FÖR RÄDDNINGSTJÄNST

ÅTGÄRDSNIVÅ 2
EL - OCH TELEANLÄGGNINGAR
ÖVERSIKT SYSTEMRITNING

SKALA	RITNINGSNUMMER	ÄNDR BET
–	3P-10-23	B

3P-10-24



FÖRKLARINGAR

JORDNINGSANLÄGGNINGEN UTFÖRS MED S.K. SLINGSTRUKTUR OM INTE UTRUSTNINGSLEVERANTÖR KRÄVER TRÄDSTRUKTUR, SE PKT 4 . 1 . 4.
JORDLEDARE MK 16 KVMM DÄR EJ ANNAT ANGES.

- GEMENSAM INTAGSPUNKT, INTAGSPLÅT ELLER POTENTIALUTJÄMNINGSSKENA
- SKÄRM AV PLÅT
- POTENTIALUTJÄMNINGSSKENA
- (1) PE-SKENA I ELCENTRAL
- (2) JORDLEDARE CU 35 KVMM.
- (3) JORDLEDARE CU 50 KVMM.

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	SIGN	DATUM
B		ALLMÄN REVIDERING		2008-09-05
A		ALLMÄN REVIDERING	BEm	2004-05-25

RÄDDNINGS VERKET

RITAD/KONSTRUERAD AV	GRANSKAD AV	DATUM
RS / IA	IA	1996.04.10

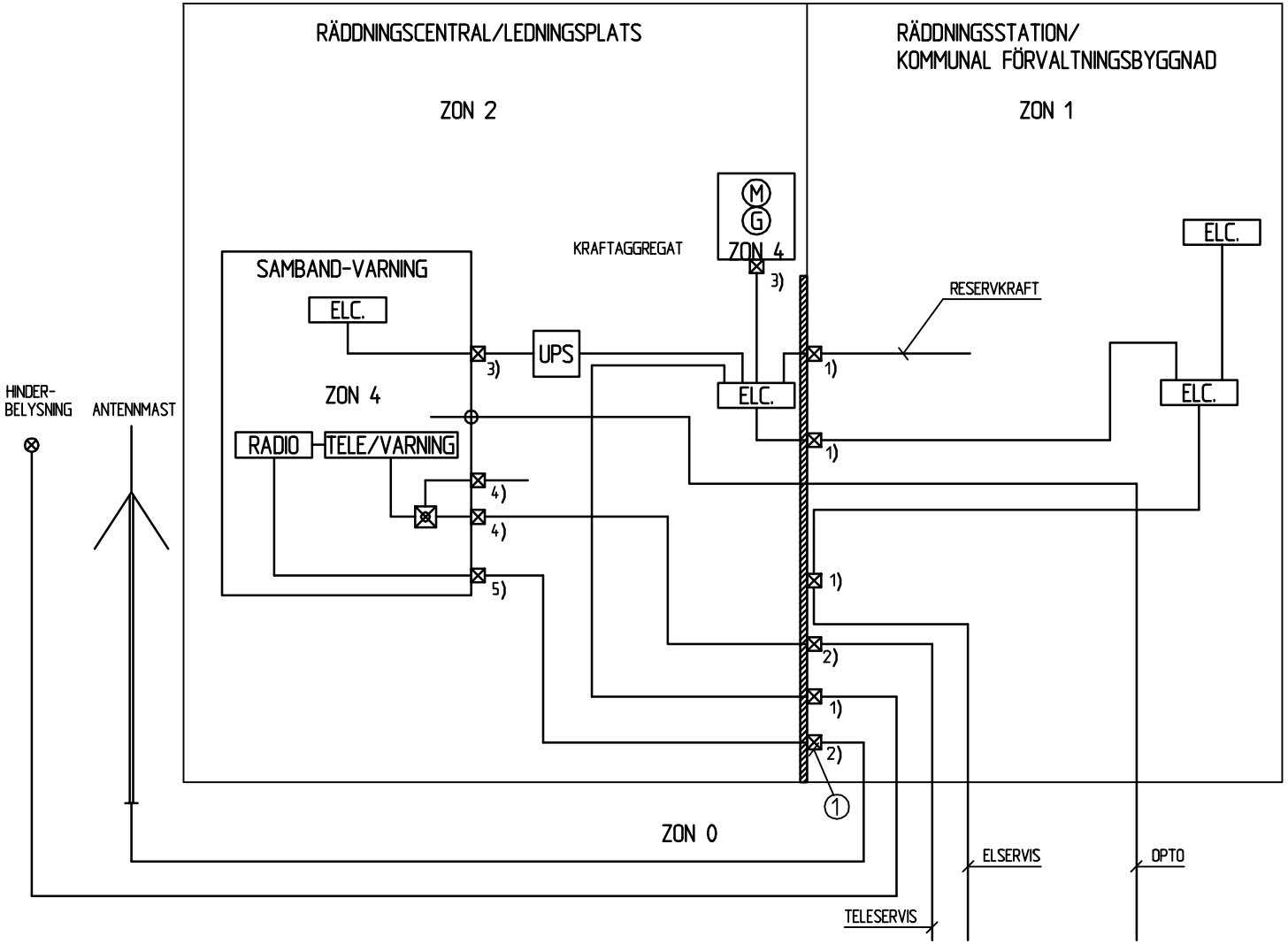
GODKÄND AV
LARS BERG

ELMILJÖ I ANLÄGGNINGAR FÖR RÄDDNINGSTJÄNST

ÅTGÄRDSNIVÅ 2
ELANLÄGGNINGAR JORDNINGSSYSTEM
SYSTEMRITNING

SKALA	RITNINGSNUMMER	ÄNDR BET
–	3P-10-24	B

3P-10-25



FÖRKLARINGAR

GENERELLT: SKÄRMADE LEDNINGAR

- INTAGSPLÅT
- SKÄRM AV PLÅT
- GLES ARMERINGSSKÄRM
- ⊠ 1) VENTILAVLEDARE
- ⊠ 2) GASURLADDNINGSRÖR
- ⊠ 3) KRAFTFILTER
- ⊠ 4) HYBRIDSKYDD, TYP KRONSKYDD
- ⊠ 5) ANSLUTNING AV KABELSKÄRM
- OPTOKABEL MED VÅGFÄLLA
- (1) ÖVER 50 MHz - MANTELANSLUTNING
  UNDER 50 MHz - MANTELANSLUTNING OCH GASURLADDNINGSRÖR

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	SIGN	DATUM
B		ALLMÄN REVIDERING		2008-09-05
A		ALLMÄN REVIDERING	BEm	2004-05-25

RÄDDNINGS VERKET

RITAD/KONSTRUERAD AV	GRANSKAD AV	DATUM
RS / IA	IA	1996.04.10

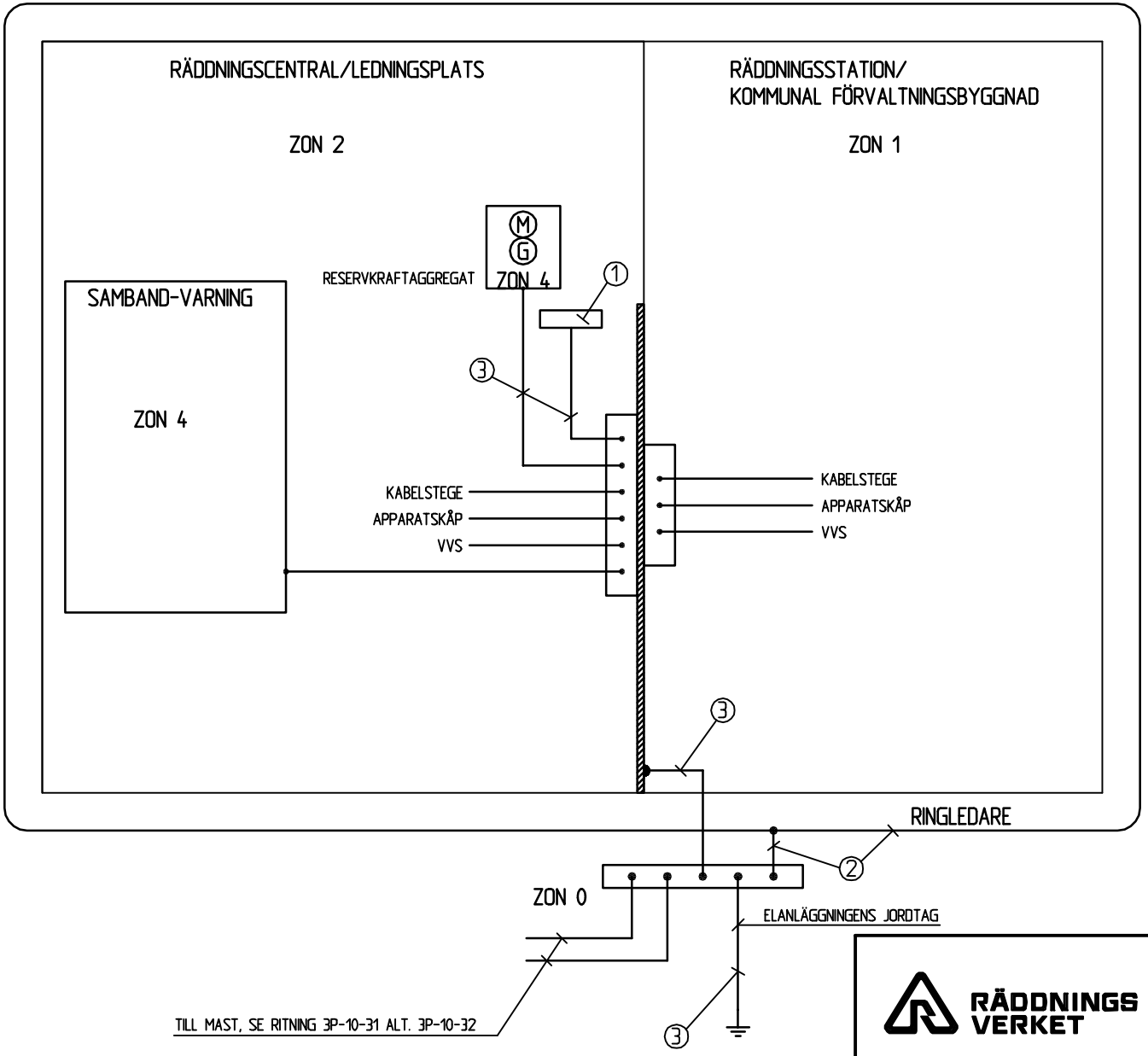
GODKÄND AV
LARS BERG

ELMILJÖ I ANLÄGGNINGAR FÖR RÄDDNINGSTJÄNST

ÅTGÄRDSNIVÅ 3
ELANLÄGGNINGAR JORDNINGSSYSTEM
SYSTEMRITNING

SKALA	RITNINGSNUMMER	ÄNDR BET
–	3P-10-25	B

3P-10-26



FÖRKLARINGAR

JORDNINGSANLÄGGNINGEN UTFÖRS MED S.K. SLINGSTRUKTUR OM INTE UTRUSTNINGSLEVERANTÖR KRÄVER TRÄDSTRUKTUR, SE PKT 4 . 1 . 4.
JORDLEDARE MK 16 KVMM DÄR EJ ANNAT ANGES.

- POTENTIALUTJÄMNINGSSKENA
- SKÄRM AV PLÅT
- GLES ARMERINGSSKÄRM
- INTAGSPLÅT
- (1) PE-SKENA I ELCENTRAL
- (2) JORDLEDARE CU 35 KVMM.
- (3) JORDLEDARE CU 50 KVMM.

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	SIGN	DATUM
B		ALLMÄN REVIDERING		2008-09-05
A		ALLMÄN REVIDERING	BEm	2004-05-25

RÄDDNINGS VERKET

RITAD/KONSTRUERAD AV	GRANSKAD AV	DATUM
RS / IA	IA	1996.04.10

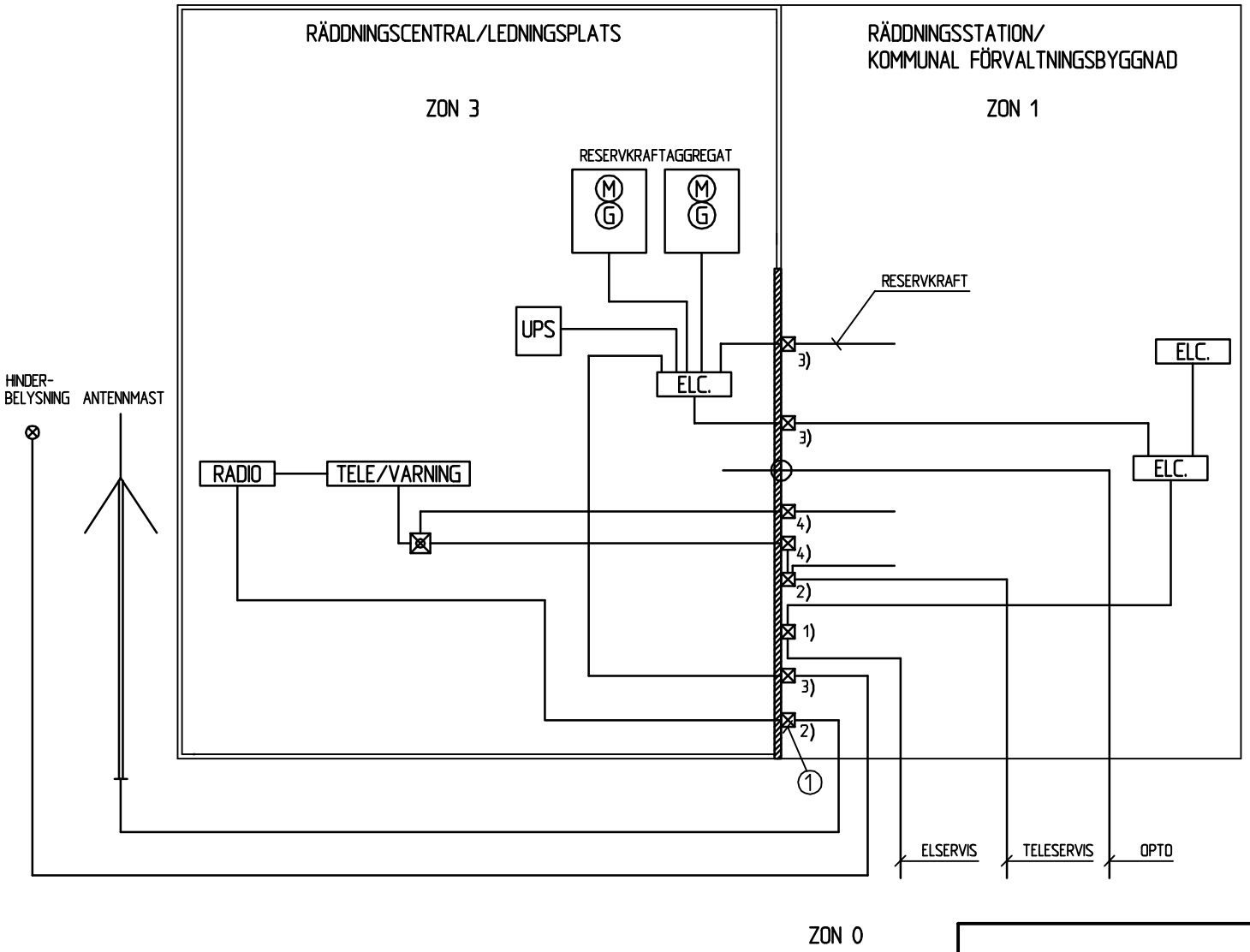
GODKÄND AV
LARS BERG

ELMILJÖ I ANLÄGGNINGAR FÖR RÄDDNINGSTJÄNST

ÅTGÄRDSNIVÅ 3
ELANLÄGGNINGAR JORDNINGSSYSTEM
SYSTEMRITNING

SKALA	RITNINGSNUMMER	ÄNDR BET
–	3P-10-26	B

3P-10-27



FÖRKLARINGAR

GENERELLT: SKÄRMADE LEDNINGAR

- INTAGSPLÅT
- SKÄRM AV ARMERINGSJÄRN
- ⊠ 1) VENTILAVLEDARE
- ⊠ 2) GASURLADDNINGSRÖR
- ⊠ 3) KRAFTFILTER
- ⊠ 4) HYBRIDSKYDD, TYP KRONSKYDD
- ⊠ 5) ANSLUTNING AV KABELSKÄRM
- OPTOKABEL MED VÅGFÄLLA
- (1) ÖVER 50 MHz - MANTELANSLUTNING
  UNDER 50 MHz - MANTELANSLUTNING OCH GASURLADDNINGSRÖR

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	SIGN	DATUM
B		ALLMÄN REVIDERING		2008-09-05
A		ALLMÄN REVIDERING	BEm	2004-05-25

RÄDDNINGS VERKET

RITAD/KONSTRUERAD AV	GRANSKAD AV	DATUM
RS / IA	IA	1996.04.10

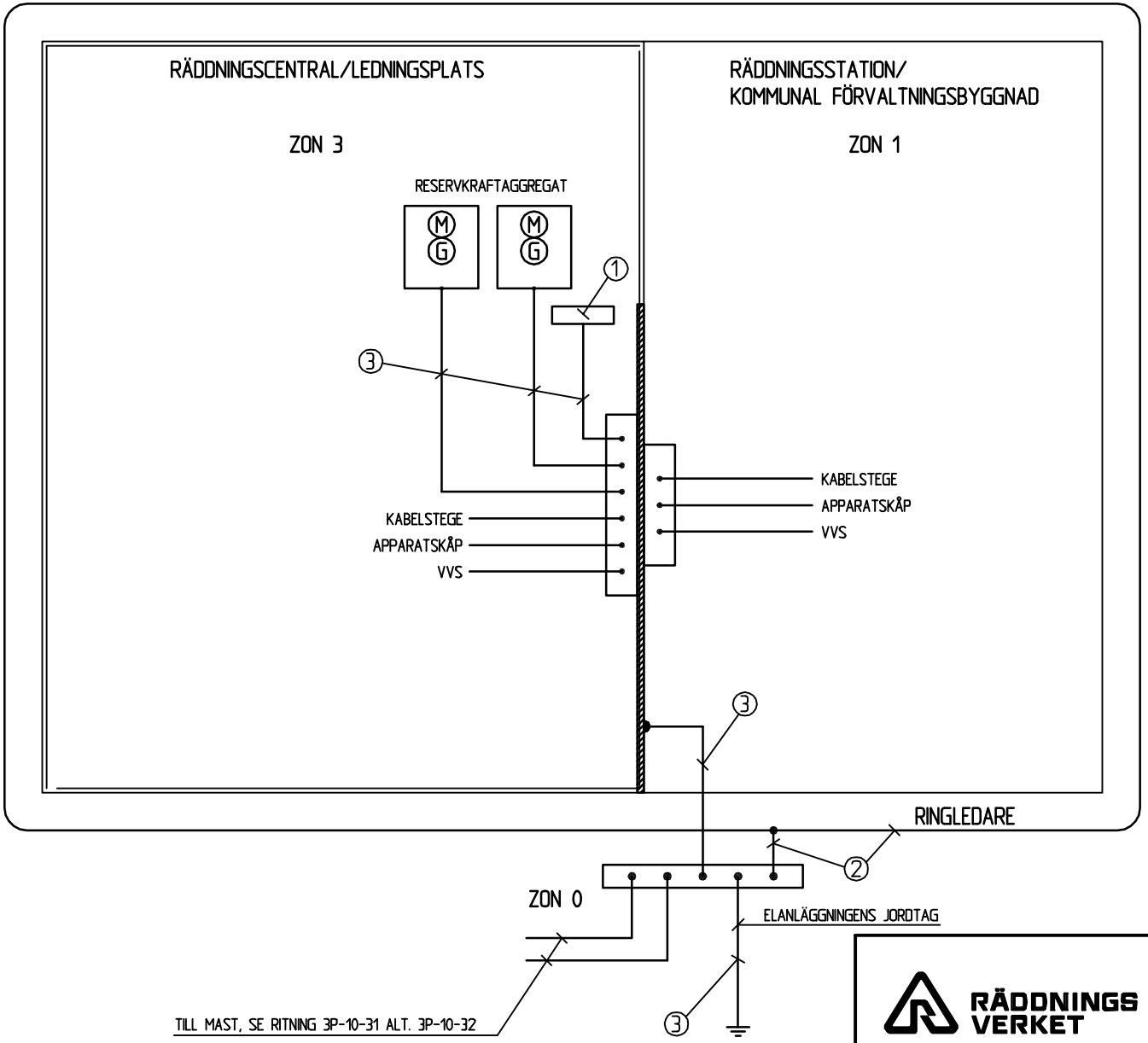
GODKÄND AV
LARS BERG

ELMILJÖ I ANLÄGGNINGAR FÖR RÄDDNINGSTJÄNST

ÅTGÄRDSNIVÅ 4
EL- OCH TELEANLÄGGNINGAR
ÖVERSIKT SYSTEMRITNING

SKALA	RITNINGSNUMMER	ÄNDR BET
–	3P-10-27	B

3P-10-28



FÖRKLARINGAR

JORDNINGSANLÄGGNINGEN UTFÖRS MED S.K. SLINGSTRUKTUR OM INTE UTRUSTNINGSLEVERANTÖR KRÄVER TRÄDSTRUKTUR, SE PKT 4 . 1 . 4.
JORDLEDARE MK 16 KVMM DÄR EJ ANNAT ANGES.

- POTENTIALUTJÄMNINGSSKENA
- INTAGSPLÅT
- SKÄRM AV ARMERINGSJÄRN
- (1) PE-SKENA I ELCENTRAL
- (2) JORDLEDARE CU 35 KVMM.
- (3) JORDLEDARE CU 50 KVMM.

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	SIGN	DATUM
B		ALLMÄN REVIDERING		2008-09-05
A		ALLMÄN REVIDERING	BEm	2004-05-25

RÄDDNINGS VERKET

RITAD/KONSTRUERAD AV	GRANSKAD AV	DATUM
RS / IA	IA	1996.04.10

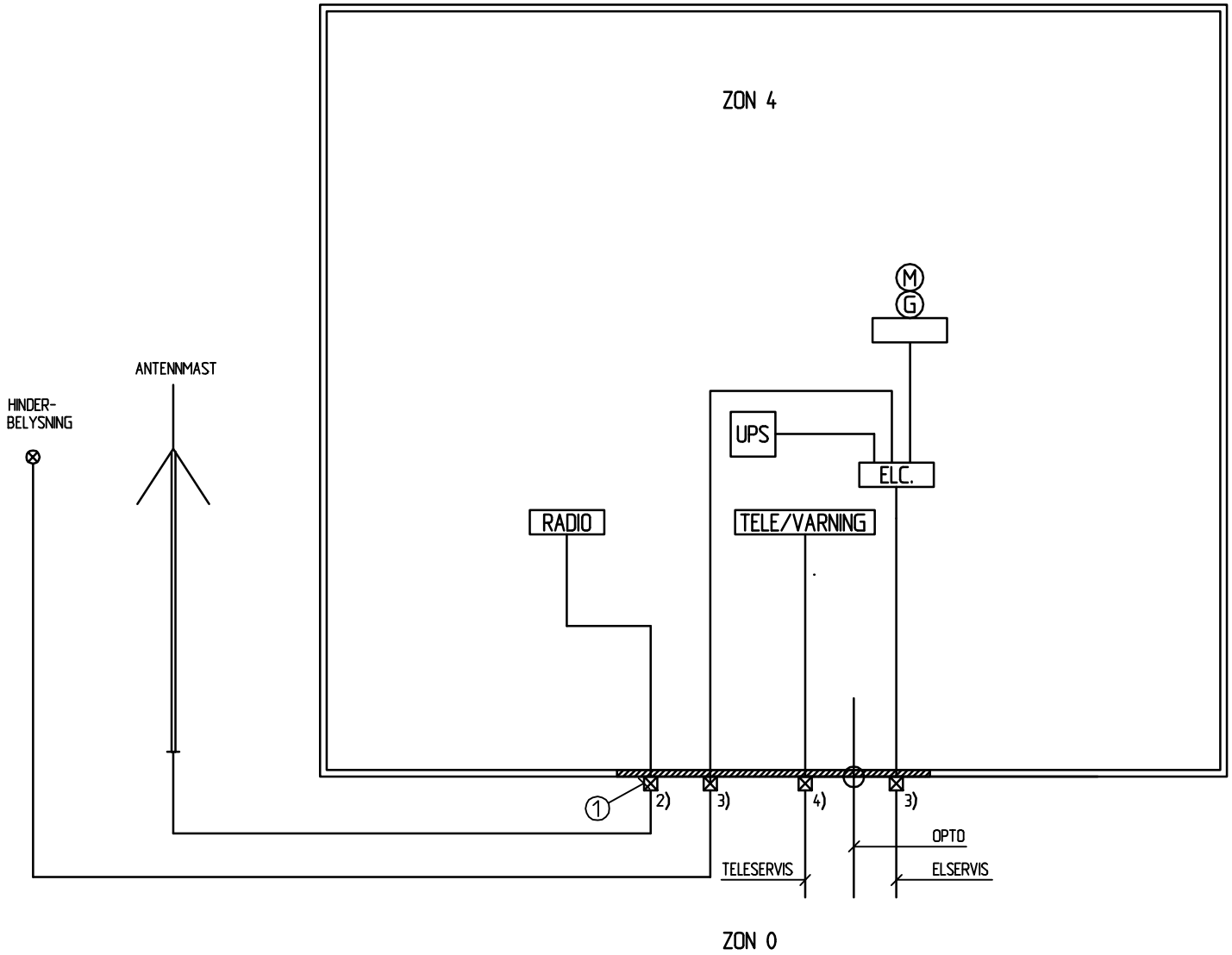
GODKÄND AV
LARS BERG

ELMILJÖ I ANLÄGGNINGAR FÖR RÄDDNINGSTJÄNST

ÅTGÄRDSNIVÅ 4
ELANLÄGGNINGAR JORDNINGSSYSTEM
SYSTEMRITNING

SKALA	RITNINGSNUMMER	ÄNDR BET
–	3P-10-28	B

3P-10-29



FÖRKLARINGAR

- INTAGSPLÅT
- SKÄRM AV PLÅT
- ⊠ 2) GASURLADDNINGSRÖR
- ⊠ 3) KRAFTFILTER
- ⊠ 4) HYBRIDSKYDD, TYP KRONSKYDD
- OPTOKABEL MED VÅGFÄLLA
- (1) ÖVER 50 MHz - MANTELANSLUTNING
  UNDER 50 MHz - MANTELANSLUTNING OCH GASURLADDNINGSRÖR

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	SIGN	DATUM
B		ALLMÄN REVIDERING		2008-09-05
A		ALLMÄN REVIDERING	BEm	2004-05-25

RÄDDNINGS VERKET

RITAD/KONSTRUERAD AV	GRANSKAD AV	DATUM
RS / IA	IA	1996.04.10

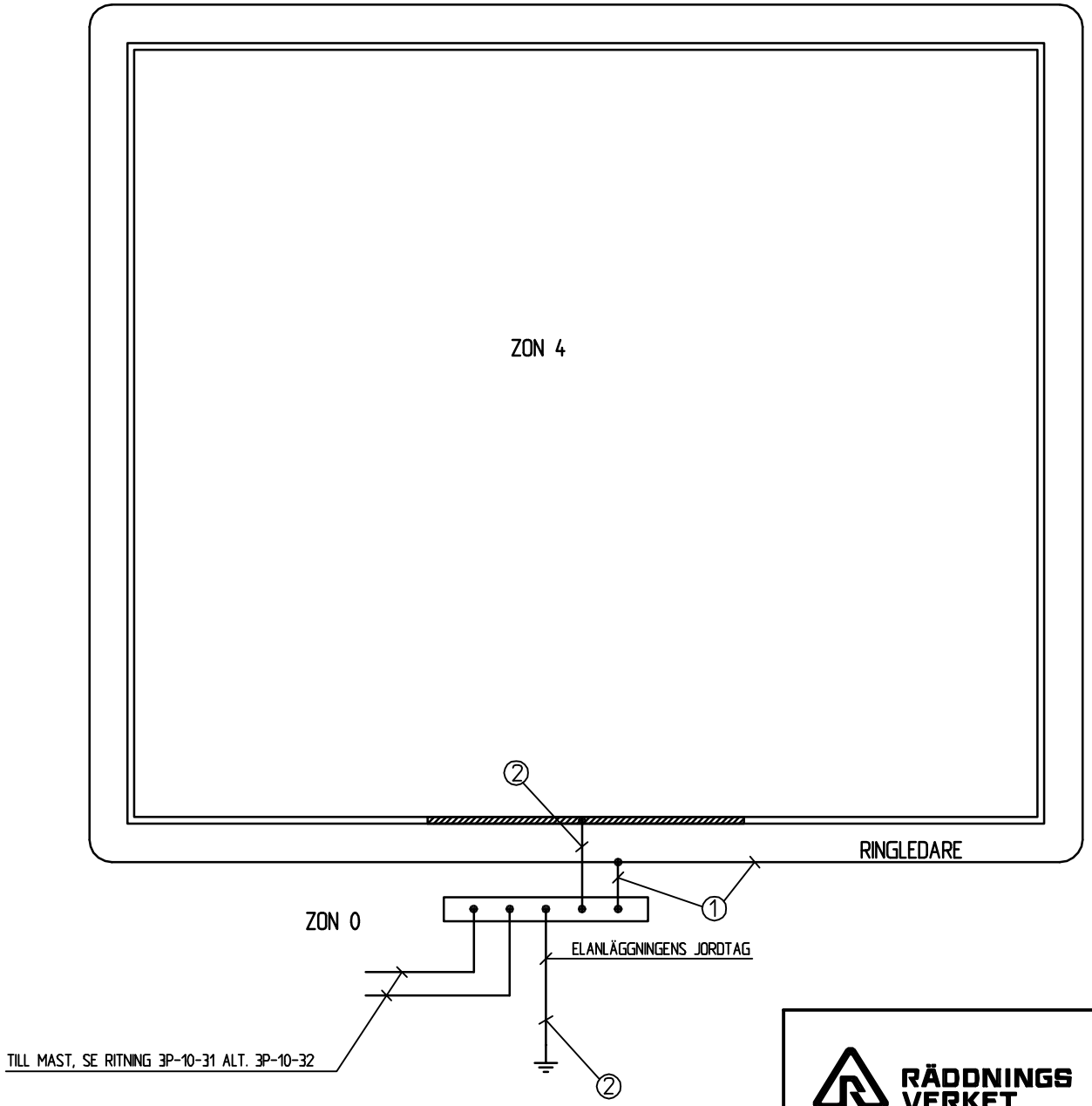
GODKÄND AV
LARS BERG

ELMILJÖ I ANLÄGGNINGAR FÖR RÄDDNINGSTJÄNST

ÅTGÄRDSNIVÅ 5
EL- OCH TELEANLÄGGNINGAR
ÖVERSIKT SYSTEMRITNING

SKALA	RITNINGSNUMMER	ÄNDR BET
–	3P-10-29	B

3P-10-30



FÖRKLARINGAR

- INTAGSPLÅT
- SKÄRM AV PLÅT
- POTENTIALUTJÄMNINGSSKENA.
- (1) JORDLEDARE CU 35 KVMM.
- (2) JORDLEDARE CU 50 KVMM.

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	SIGN	DATUM
B		ALLMÄN REVIDERING		2008-09-05
A		ALLMÄN REVIDERING	BEm	2004-05-25

RÄDDNINGS VERKET

RITAD/KONSTRUERAD AV	GRANSKAD AV	DATUM
RS / IA	IA	1996.04.10

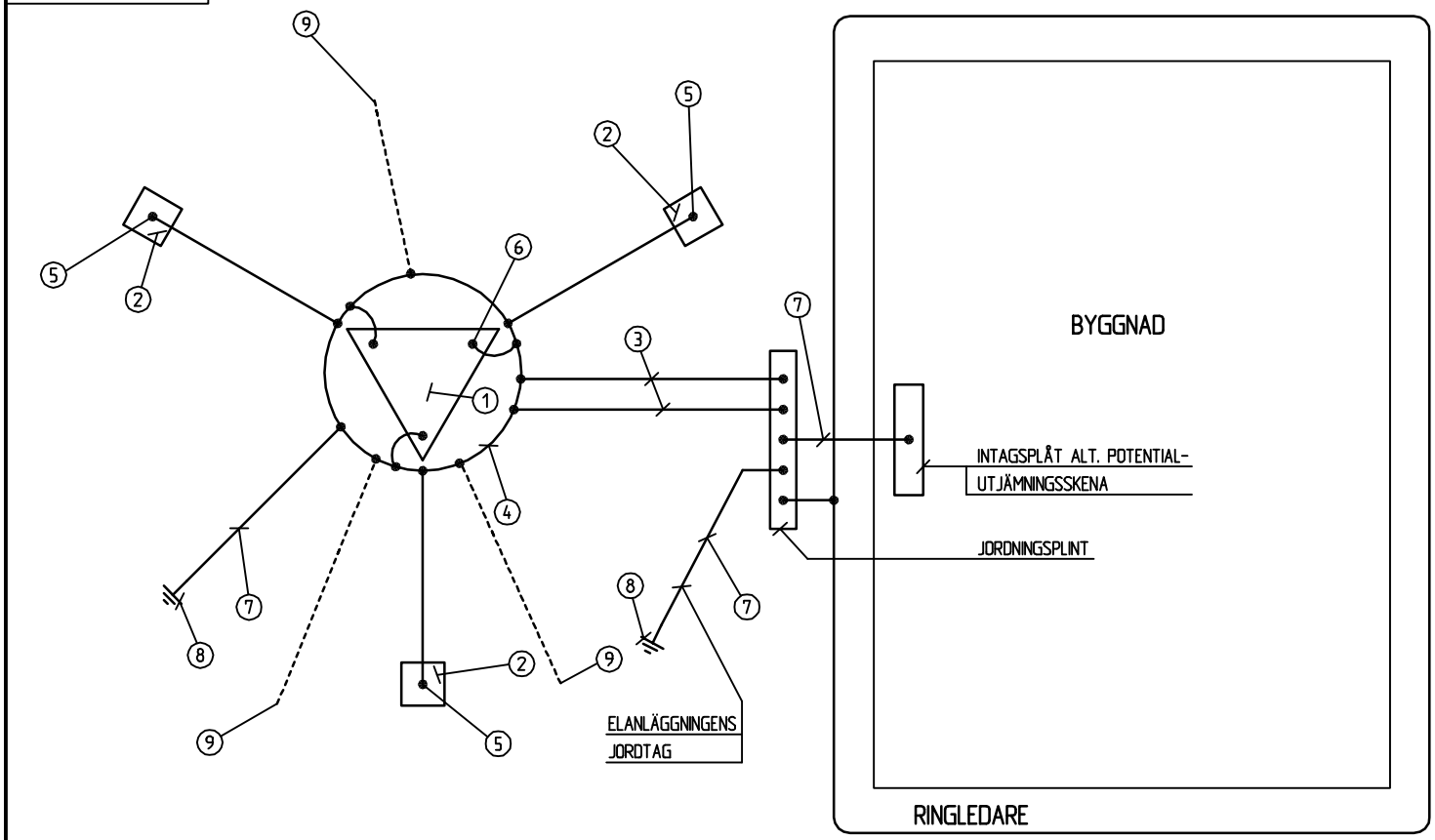
GODKÄND AV
LARS BERG

ELMILJÖ I ANLÄGGNINGAR FÖR RÄDDNINGSTJÄNST

ÅTGÄRDSNIVÅ 5
ELANLÄGGNINGAR JORDNINGSSYSTEM
SYSTEMRITNING

SKALA	RITNINGSNUMMER	ÄNDR BET
–	3P-10-30	B

3P-10-31



FÖRESKRIFTER

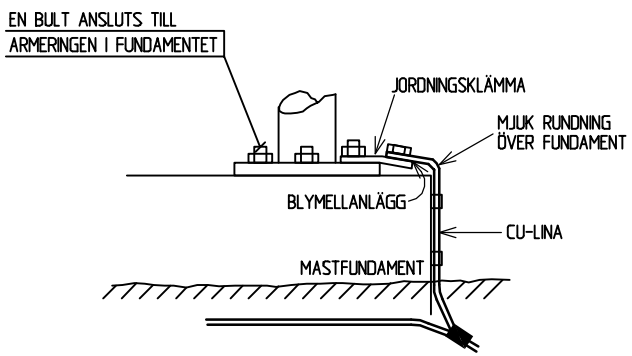
JORDLINA CU 35 KVMM DÄR EJ ANNAT ANGES.
SKARVNING OCH AVGRENING AV CU-LINA
UTFÖRS GENOM KONTAKTPRESSAD FÖRBINDNING.

FÖRKLARINGAR

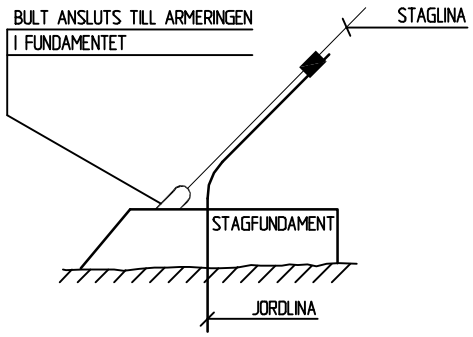
1. MASTFUNDAMENT.
2. STAGFUNDAMENT.
3. JORDLEDARE PÅ VAR SIDA OM KABLAGE.
4. RINGLEDARE.
5. SE DETALJ 2.
6. SE DETALJ 1.
7. JORDLEDARE CU 50 KVMM.
8. JORDTAG
9. EV RADIELLA JORDLINOR

ALT. 1:
3 ST JORDSPETT LÄNGD MIN 2,5 M SLÅS NED I 45° VINKEL MOT MARKPLANET.

ALT. 2:
JORDLINA MED LÄNGD MAX 50 M OCH I DESS ÄNDE 3 ST STRÅLFORMIGA AV-GRENINGAR PÅ CA 10 M.



DETALJ 1



DETALJ 2

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	SIGN	DATUM
B		ALLMÄN REVIDERING		2008-09-05
A		ALLMÄN REVIDERING	BEm	2004-05-25

RÄDDNINGS VERKET

RITAD/KONSTRUERAD AV	GRANSKAD AV	DATUM
RS / IA	IA	1996.04.10

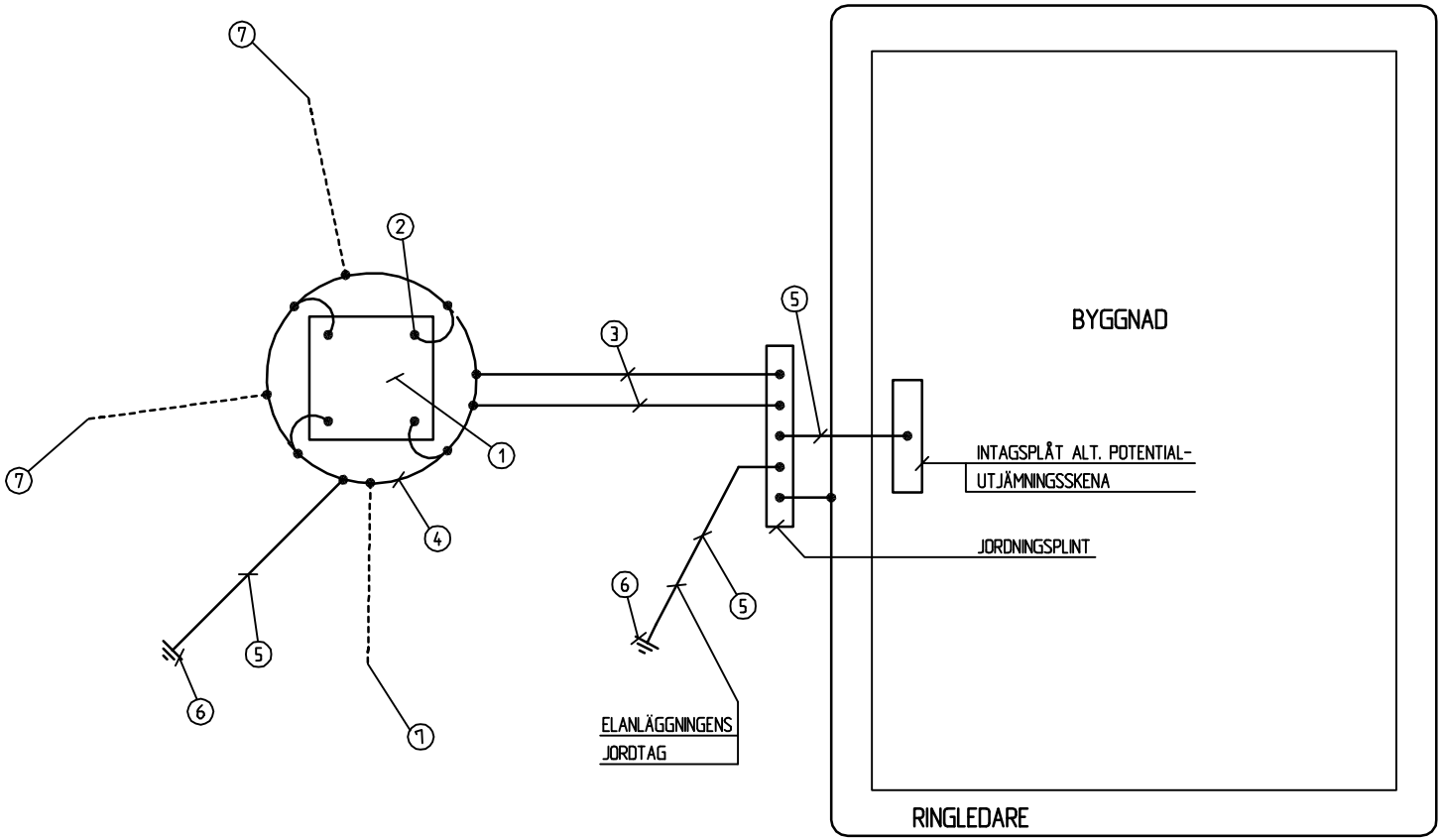
GODKÄND AV
LARS BERG

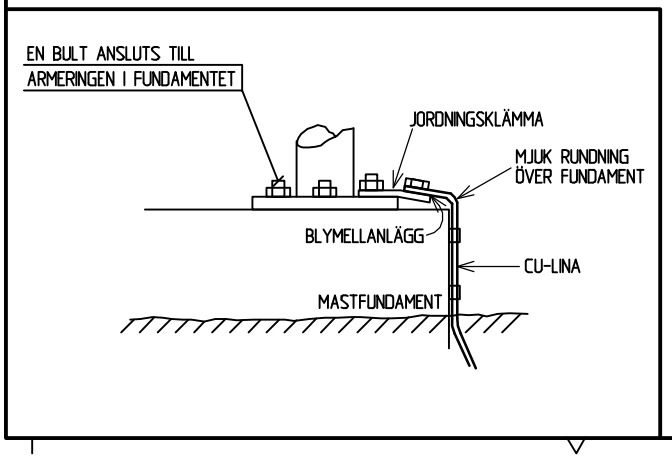
ELMILJÖ I ANLÄGGNINGAR FÖR RÄDDNINGSTJÄNST

ELMILJÖ I ANLÄGGNINGAR FÖR RÄDDNINGSTJÄNST
ANLÄGGNINGS- OCH MASTJORDNING
STAGAD MAST

SKALA	RITNINGSNUMMER	ÄNDR BET
–	3P-10-31	B

3P-10-32





FÖRESKRIFTER

JORDLINA CU 35 KVMM DÄR EJ ANNAT ANGES.
SKARVNING OCH AVGRENING AV CU-LINA
UTFÖRS GENOM KONTAKTPRESSAD FÖRBINDNING.

FÖRKLARINGAR

1. MASTFUNDAMENT.
2. SE DETALJ 1.
3. JORDLEDARE PÅ VAR SIDA OM KABLAGE.
4. RINGLEDARE.
5. JORDLEDARE CU 50 KVMM.
6. JORDTAG
7. EV RADIELLA JORDLINOR

ALT. 1:
3 ST JORDSPETT LÄNGD MIN 2,5 M SLÅS
NED I 45° VINKEL MOT MARKPLANET.

ALT. 2:
JORDLINA MED LÄNGD MAX 50 M OCH I
DESS ÄNDE 3 ST STRÅLFORMIGA AV-
GRENINGAR PÅ CA 10 M.

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	SIGN	DATUM
B		ALLMÄN REVIDERING		2008-09-05
A		ALLMÄN REVIDERING	BEm	2004-05-25

RÄDDNINGS VERKET

RITAD/KONSTRUERAD AV	GRANSKAD AV	DATUM
RS / IA	IA	1996.04.10

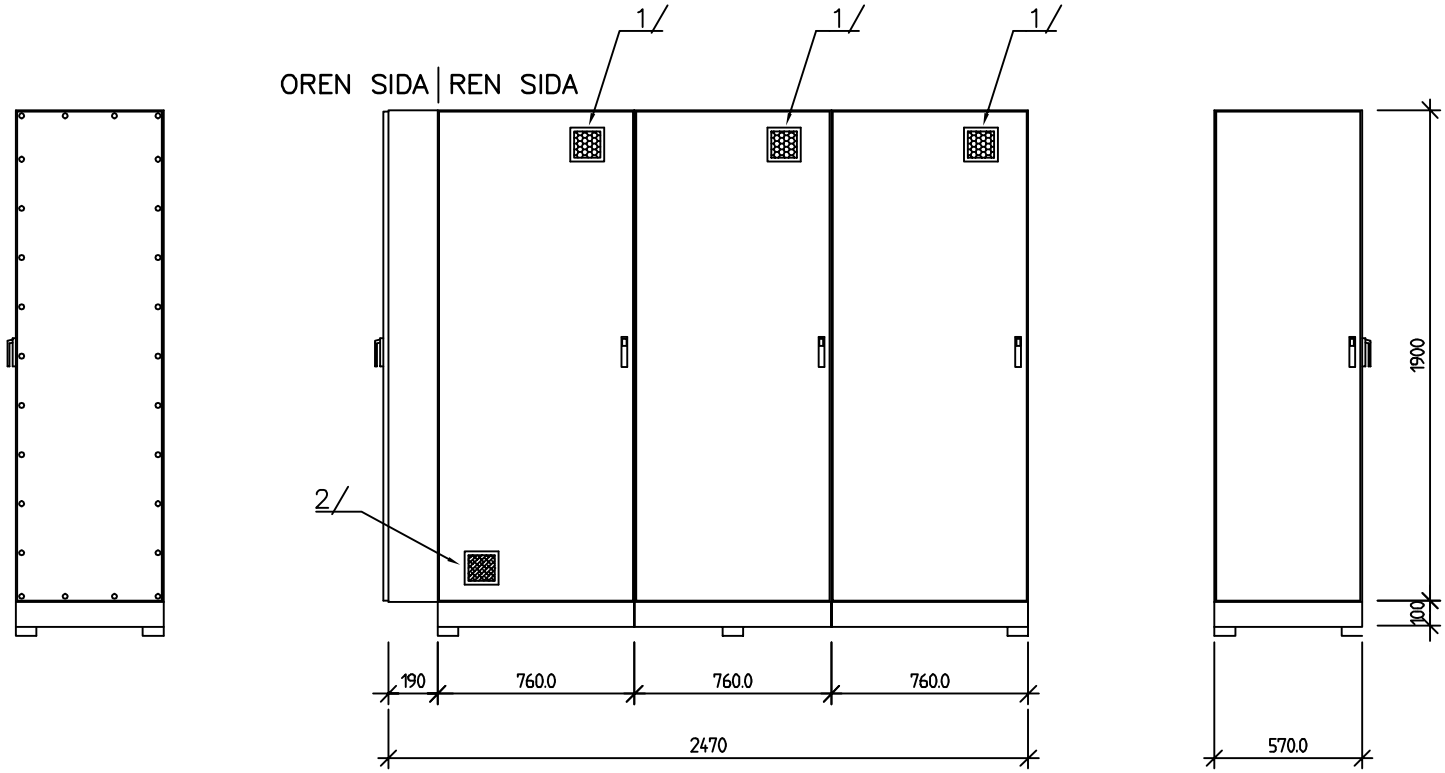
GODKÄND AV
LARS BERG

ELMILJÖ I ANLÄGGNINGAR FÖR RÄDDNINGSTJÄNST

ANLÄGGNINGS- OCH MASTJORDNING
OSTAGAD MAST

SKALA	RITNINGSNUMMER	ÄNDR BET
–	3P-10-32	B

3P-10-36



1/ VENTILATIONSFILTER

2/ VENTILATIONSFILTER OCH FLÄKT

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	SIGN	DATUM
B		ALLMÄN REVIDERING		2008-09-05
A		JUST AV RITN.HUVUD+RITN.NR	BEm	2004-05-25

RÄDDNINGS VERKET

RITAD/KONSTRUERAD AV	GRANSKAD AV	DATUM
RS / IA	IA	96-04-10

GODKÄND AV

LARS BERG

ELMILJÖ I ANLÄGGNINGAR FÖR RÄDDNINGSTJÄNST

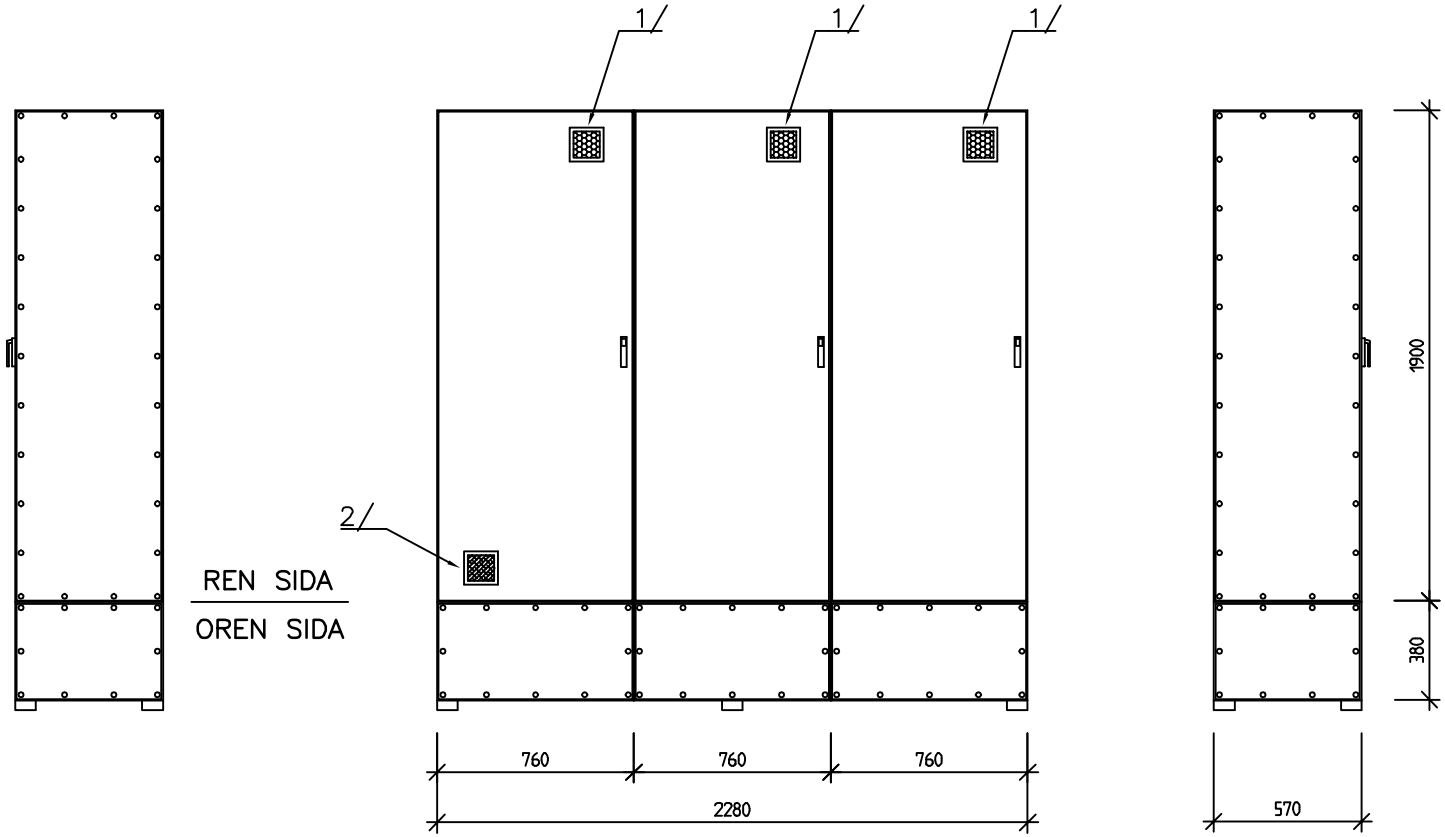
SKÄRM-SKÅP, TYP 2
PRINCIPEXEMPEL UPPBYGGNAD

SKALA

RITNINGSNUMMER 3P-10-36

ÄNDR BET B

3P-10-37



1/ VENTILATIONSFILTER

2/ VENTILATIONSFILTER OCH FLÄKT

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	SIGN	DATUM
B		ALLMÄN REVIDERING		2008-09-05
A		JUST AV RITN.HUVUD+RITN.NR	BEm	2004-05-25

RÄDDNINGS VERKET

RITAD/KONSTRUERAD AV	GRANSKAD AV	DATUM
RS / IA	IA	96-04-10

GODKÄND AV
LARS BERG

ELMILJÖ I ANLÄGGNINGAR FÖR RÄDDNINGSTJÄNST

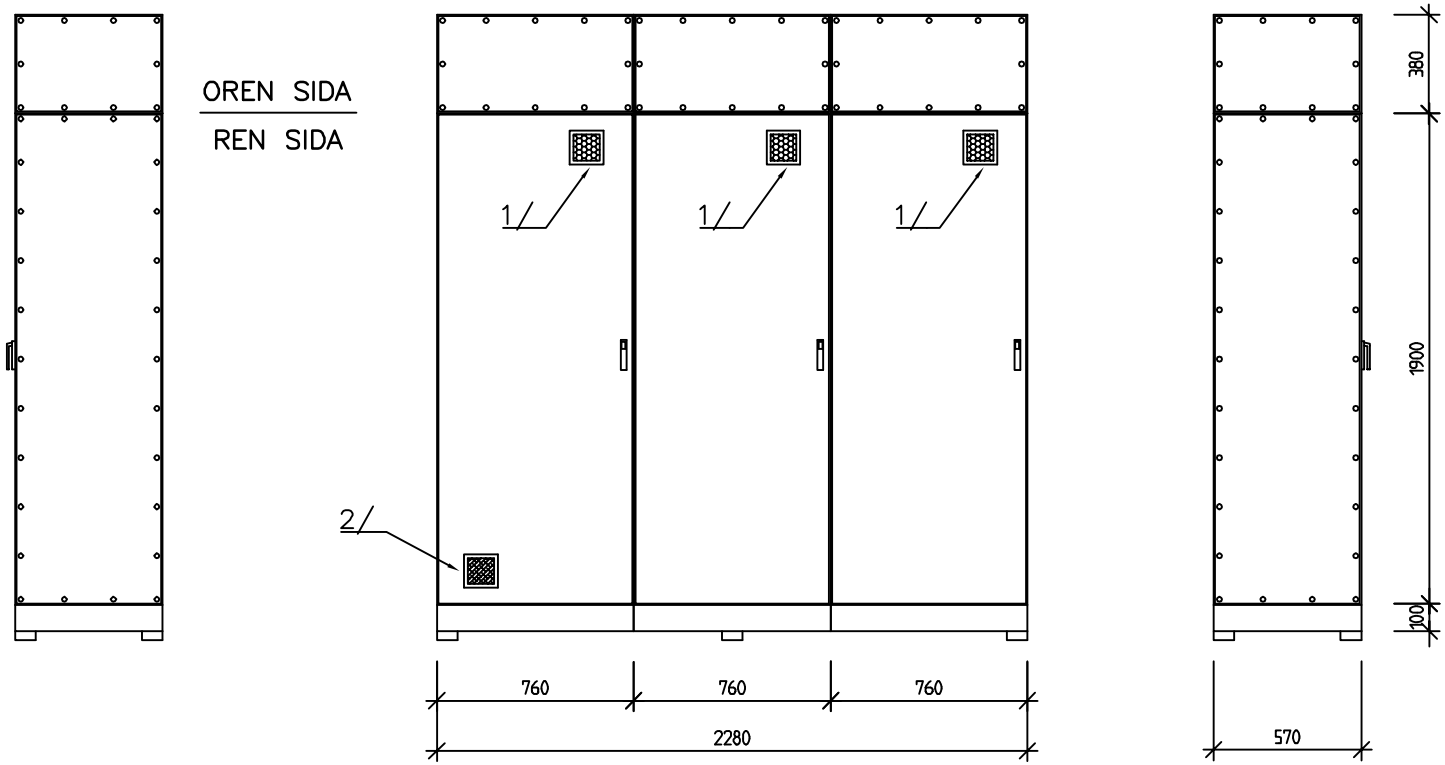
SKÄRM-SKÅP, TYP 2
PRINCIPEXEMPEL UPPBYGGNAD

SKALA

RITNINGSNUMMER 3P-10-37

ÄNDR BET B

3P-10-38



1/ VENTILATIONSFILTER

2/ VENTILATIONSFILTER OCH FLÄKT

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	SIGN	DATUM
B		ALLMÄN REVIDERING		2008-09-05
A		JUST AV RITN.HUVUD+RITN.NR	BEm	2004-05-25

RÄDDNINGS VERKET

RITAD/KONSTRUERAD AV	GRANSKAD AV	DATUM
RS / IA	IA	96-04-10

GODKÄND AV
LARS BERG

ELMILJÖ I ANLÄGGNINGAR FÖR RÄDDNINGSTJÄNST

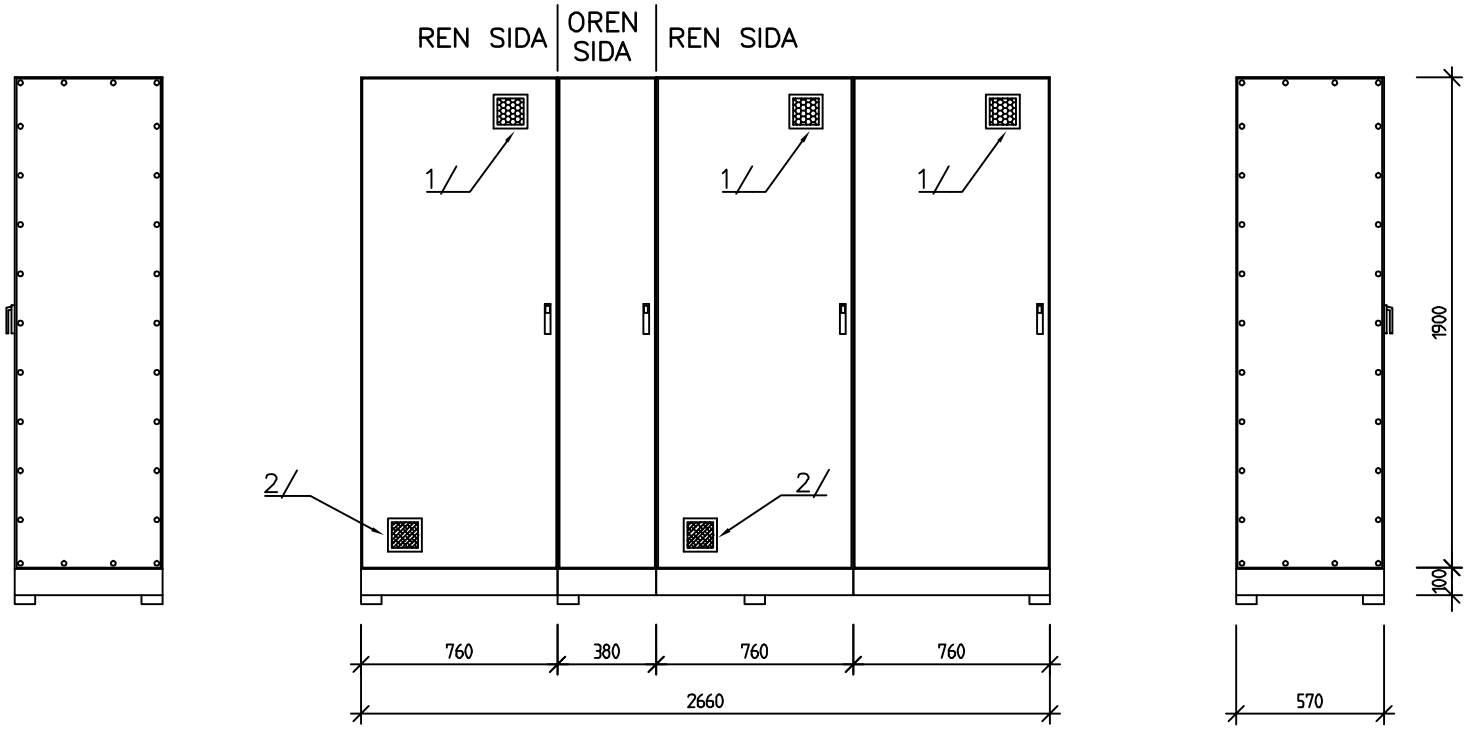
SKÄRM-SKÅP, TYP 3
PRINCIPEXEMPEL UPPBYGGNAD

SKALA

RITNINGSNUMMER 3P-10-38

ÄNDR BET B

3P-10-39



1/ VENTILATIONSFILTER

2/ VENTILATIONSFILTER OCH FLÄKT

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	SIGN	DATUM
B		ALLMÄN REVIDERING		2008-09-05
A		JUST AV RITN.HUVUD+RITN.NR	BEm	2004-05-25

RÄDDNINGS VERKET

RITAD/KONSTRUERAD AV	GRANSKAD AV	DATUM
RS / IA	IA	96-04-10

GODKÄND AV

LARS BERG

ELMILJÖ I ANLÄGGNINGAR FÖR RÄDDNINGSTJÄNST

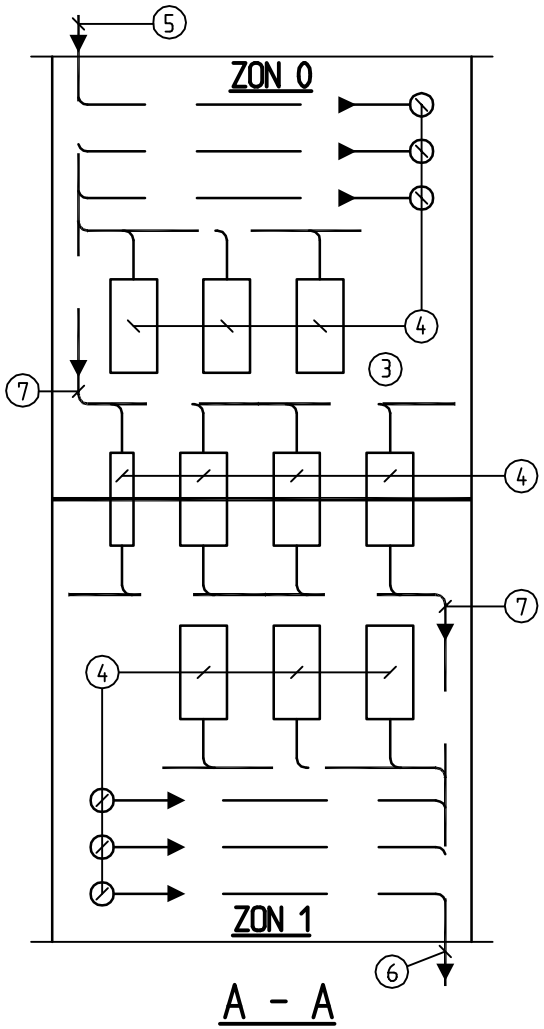
SKÄRMAT-SKÅP TYP 4

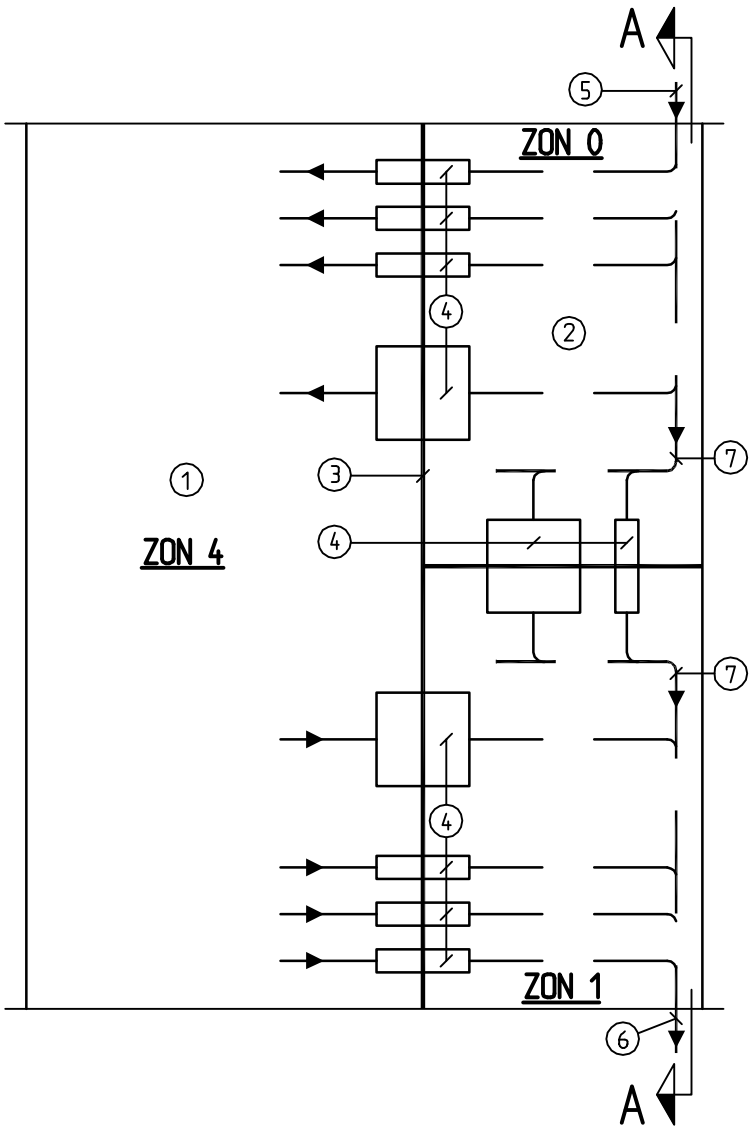
SKALA

RITNINGSNUMMER 3P-10-39

ÄNDR BET B

3P-10-40





FÖRKLARINGAR

1. GRUNDENHET.
2. AVLEDARENHET.
3. INTAGSPLÅT
4. TRANSIENTSKYDD.
5. INKOMMANDE KABLAGE.
6. UTGÅENDE KABLAGE.
7. KABLAGE SOM EJ SKALL TERMINERA I ZON 4.

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	SIGN	DATUM
A		JUSTERING AV RITN.HUVUD+RITN.NR.	BEm	2004-05-25

RÄDDNINGS VERKET

RITAD/KONSTRUERAD AV	GRANSKAD AV	DATUM
RS / IA	IA	1996.04.10

GODKÄND AV
LARS BERG

ELMILJÖ I ANLÄGGNINGAR FÖR RÄDDNINGSTJÄNST

SKÄRMSKÅP PRINCIPSCHEMA

SKALA	RITNINGSNUMMER	ÄNDR BET
-	3P-10-40	A