

## EL-INSTALLATIONER

## ELSRO 103

Version	Dato	Initialer	Ændringer / rettelser
4	26-10-2023	JBWN	<p>Gælder nu også for AMV Højspændingsrelaterede emner fra AMVs GTR-04 vil blive omfattet af kommende kravspec "ELSRO 003" Tavlerelaterede emner fra GTR-04 findes i ELSRO 104.</p> <p>Primære ændringer:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• relation til lovgivning og standarder er skærpet</li><li>• afsnit strukturen matcher ELSRO 104</li><li>• projektrelateret indhold er fjernet</li><li>• dokumentkrav af generel karakter er fjernet</li><li>• nomenklatur tilføjet.</li><li>• færre krav til kabeloplægning/dimensionering</li><li>• nyt afsnit "jordingsystemer" som samler jordingsanlæg, systemjord, potentialudligning.</li><li>• nyt afsnit om lynbeskyttelse.</li><li>• nyt afsnit om mærkning</li><li>• afsnit om kabel oplægning er opdateret</li><li>• grupper i føringsveje ændret (gruppe 2B udgår og gruppe 4 er indført).</li></ul>

<b>1</b>	<b>Generelt</b> .....	<b>6</b>
1.1	Nomenklatur.....	6
1.2	Love, normer, bekendtgørelser m.m. ....	7
1.3	Bygherreleverancer .....	7
1.4	Nettilslutning .....	7
<b>2</b>	<b>Projektering</b> .....	<b>8</b>
2.1	Dimensionering.....	8
2.2	Omgivelser.....	9
<b>3</b>	<b>Arbejdets udførelse</b> .....	<b>10</b>
3.1	Aftaler .....	10
3.2	Brandsikring og våde områder .....	10
3.3	Udendørs elinstallationer i det offentlige rum.....	11
3.4	Skjulte installationer .....	11
3.5	Tolerancer.....	11
3.6	Huller og udsparinger .....	11
<b>4</b>	<b>Materialer</b> .....	<b>13</b>
4.1	Korrosion .....	13
4.2	Forskrifter.....	14
<b>5</b>	<b>Jordingssystemer</b> .....	<b>15</b>
5.1	Systemjord.....	15
5.2	Jordingsanlæg .....	15
5.2.1	Jordelektroder .....	15
5.2.2	Jordspyd.....	16
5.2.3	Fundamentsjord.....	16
5.2.4	Ringjord.....	16
5.3	Potentialudligning .....	16
5.3.1	Termer: .....	17
5.3.2	Dimensionering:.....	17
5.3.3	Udligningsforbindelser:.....	17
5.3.4	Beskyttende potentialudligning (PB-ledere).....	18
5.3.5	Kontrolmåling .....	19
5.4	Lynbeskyttelse .....	20
<b>6</b>	<b>Overharmoniske strømme og spændinger</b> .....	<b>20</b>
<b>7</b>	<b>Belysning</b> .....	<b>21</b>
7.1	opdeling af lysgrupper.....	21
7.2	Armaturer .....	21
7.3	Lysstyring.....	22

7.3.1	ADK-styring .....	22
<b>7.4</b>	<b>Nødbelysning .....</b>	<b>22</b>
<b>8</b>	<b>Føringsveje .....</b>	<b>23</b>
<b>8.1</b>	<b>Generelt .....</b>	<b>23</b>
<b>8.2</b>	<b>Grupper .....</b>	<b>23</b>
<b>8.3</b>	<b>Kabel oplægning og særlige krav til dimensionering .....</b>	<b>24</b>
8.3.1	Generelt .....	24
8.3.2	Flere grupper i samme føringsvej .....	25
8.3.3	Afstande imellem separate føringsveje .....	26
<b>8.4</b>	<b>Materialer og bestykning (føringsveje) .....</b>	<b>27</b>
8.4.1	Kabelrør i bygninger .....	28
8.4.2	Kabelrør i terræn .....	28
8.4.3	Gennemføringer .....	29
8.4.4	Mærkning af føringsveje .....	30
8.4.5	Føringsveje ved el tavler .....	32
8.4.6	Dokumentation af føringsveje .....	32
<b>9</b>	<b>Kabler generelt .....</b>	<b>33</b>
<b>9.1</b>	<b>Kanalskinner .....</b>	<b>33</b>
<b>9.2</b>	<b>Lavspændingskabler .....</b>	<b>33</b>
9.2.1	1-lederkabler .....	33
9.2.2	Terminering .....	34
9.2.3	Tilledninger .....	34
9.2.4	Forsyningskabler til frekvensregulerede motorer .....	34
9.2.5	Brandsikre kabler for ABA, ABV mv. ....	35
<b>9.3</b>	<b>Signalkabler .....</b>	<b>35</b>
<b>9.4</b>	<b>Fiberkabler .....</b>	<b>35</b>
<b>9.5</b>	<b>Kommunikationskabler for Profibus .....</b>	<b>36</b>
<b>9.6</b>	<b>Kommunikationskabler for Profinet .....</b>	<b>36</b>
<b>9.7</b>	<b>Kommunikationskabler for Ethernet .....</b>	<b>36</b>
<b>10</b>	<b>Komponenter .....</b>	<b>37</b>
<b>10.1</b>	<b>Frekvensomformere .....</b>	<b>37</b>
<b>10.2</b>	<b>Kommunikationsudstyr .....</b>	<b>37</b>
10.2.1	tekniske specifikationer for antenner: .....	37
<b>10.3</b>	<b>Nødstop .....</b>	<b>38</b>
<b>10.4</b>	<b>Nødforsyning .....</b>	<b>38</b>
10.4.1	UPS .....	38
<b>10.5</b>	<b>Afbrydermateriel .....</b>	<b>38</b>
<b>10.6</b>	<b>Lokale forsyningsadskillere .....</b>	<b>38</b>
<b>10.7</b>	<b>Transmittere, følere og kontakter .....</b>	<b>39</b>
<b>10.8</b>	<b>Aktuator .....</b>	<b>39</b>
<b>10.9</b>	<b>Drænpumpe .....</b>	<b>39</b>

10.10	Kran .....	39
10.11	Vandvarmer .....	39
10.12	Elradiator .....	39
10.13	Affugtningsanlæg.....	40
10.14	Ventilation .....	40
10.15	Stikkontaktstationer .....	40
<b>11</b>	<b>Mærkning .....</b>	<b>40</b>
11.1	Mærkning af beskyttelsesledere .....	40
11.2	Kabelmærkning .....	41
11.3	Ledermærkning .....	41
11.4	Terminalmærkning .....	41
11.5	Mærkning af forgreningsmateriel .....	41
11.6	Mærkning af komponenter .....	41
<b>12</b>	<b>Idriftsættelse .....</b>	<b>42</b>
12.1	Verifikation .....	42
12.2	Signal test .....	42
12.3	Termografering .....	43
<b>13</b>	<b>Dokumentation.....</b>	<b>43</b>
13.1	Omfang:.....	43
13.2	Filformater:.....	44
13.3	CE-mærkning.....	45
<b>14</b>	<b>Oprydning og rengøring .....</b>	<b>45</b>
<b>15</b>	<b>Forsyningsspecifikke krav.....</b>	<b>46</b>
15.1	Vand .....	46
15.2	Spildevand .....	46
15.2.1	Elinstallation materiel i våde områder.....	46
15.2.2	Føringsvej i våde områder .....	46
15.2.3	Elinstallation i bygværk .....	46
15.2.4	Industrielle strømstik.....	46
15.2.5	Frekvensomformere og softstartere .....	47
15.2.6	Elinstallation til pumpemotor.....	47
15.2.7	Spildevandspumpe .....	47
15.2.8	Elinstallation til hydraulikstation .....	47
15.2.9	Elinstallation til kompressor og vakuumpumpe .....	48
15.2.10	Elinstallation til niveaumåler .....	48
15.2.11	Drikkevandssikring.....	48
15.2.12	Elinstallation til drikkevandssikring .....	49
15.3	Fjernvarme.....	49
15.3.1	Arbejdets udførelse .....	49
15.3.2	Magnetventiler og givere .....	49

---

15.3.3	Materialer .....	49
15.3.4	Belysning.....	49
15.3.5	Føringsveje .....	49
15.3.6	Kabler.....	49
15.3.7	Komponenter.....	52
<b>15.4</b>	<b>Fjernkøling .....</b>	<b>52</b>
15.4.1	Kabel nummerering .....	52
<b>15.5</b>	<b>Amagerværket .....</b>	<b>52</b>
15.5.1	Projektering .....	52
15.5.2	Arbejdets udførelse .....	52
15.5.3	Materialer .....	53
15.5.4	Jordingssystemer .....	53
15.5.5	Belysning.....	55
15.5.6	Føringsveje .....	55
15.5.7	Kabler generelt .....	59
15.5.8	Komponenter.....	60

## 1 Generelt

Denne kravspecifikation præciserer de generelle krav til lavspændingsinstallationer (0-1kV a.c. hhv. 1,5kV d.c.), der udføres i følgende af HOFORs forsyningsområder:

- Vand
- Spildevand
- Fjernvarme
- Fjernkøling
- Amagerværket

For Bygas og Vind henvises til det enkelte projekt.

Formålet med denne kravspecifikation er at standardisere elinstallationer i HOFOR. Dokumentet er målrettet til rådgivere, el-entreprenører samt intern brug og benyttes i forbindelse med specifikation, udbud og indkøb af elinstallationer.

Til et givet projekt skal kravspecifikationen suppleres med projektspecifikke krav (særlig arbejdsbeskrivelse - SAB), hvor eventuelle tilføjelser/afvigelser fra nærværende generelle kravspecifikation er angivet.

Der henvises til kravspecifikation ELSRO 003 for krav til mellemspændingsanlæg og elektriske installationer (>1000V a.c. hhv. >1500 V d.c.).

### 1.1 Nomenklatur

ADK	Adgangskontrol
AM101	Kravspecifikation for arbejdsmiljø
ANL101	Kravspecifikation for anlægsdokumentation
ELSRO 100	Oversigt over standarder for EL- og SRO-kravspecifikationer
ELSRO 003	Kravspecifikation for el-anlæg
EMC	Elektromagnetisk kompatibilitet
Ikmax/ikmin	kortslutningsniveau (maksimum og minimum)
OPM101	Kravspecifikation for opmåling
SAB	Særlig arbejdsbeskrivelse
THDu/THDi	Totalharmonisk forvrængning (spænding/strøm)
UV	Ultraviolet lys
PE-leder	beskyttelsesleder
PB-leder	beskyttelsesleder, potentialudligning

## 1.2 Love, normer, bekendtgørelser m.m.

Nærværende dokument beskriver minimumskrav. I de tilfælde hvor kravene er skærpet i forhold til den gældende lovgivning gælder de skærpede krav. I øvrige tilfælde vægter gældende lovgivning højere end nærværende kravspecifikation.

I ELSRO 100 fremgår de standarder som dokumentet henviser til.

## 1.3 Bygherreleverancer

Der henvises til SAB for det specifikke projekt.

## 1.4 Nettilslutning

Ved nettilslutning af nye og udvidelse af eksisterende elinstallationer skal EI-entreprenøren foretage alle nødvendige anmeldelser til netvirksomheden i samarbejde med HOFOR.

Fællesregulativet og netvirksomhedens bestemmelser skal overholdes.

Proces:

- faktureringsoplysninger (CVR/EAN-nummer) og installationsadresse udleveres af HOFOR
- målerplacering aftales med HOFOR.
- EI-entreprenør opretter installationsblanket og oplyser herefter HOFOR om aftagernummer.
- HOFOR videregiver oplysningerne til HOFORs el-leverandør.
- HOFOR melder klar til EI-entreprenøren
- EI-entreprenør, afslutter installationsblanket.

## 2 Projektering

Forud for en installations etablering skal der udarbejdes en særlig arbejdsbeskrivelse (SAB) for projektet.

- hvis SAB udarbejdes af en rådgiver skal den forelægges HOFOR til kommentering og skriftlig godkendelse inden opstart/udførelse.
- ved reovering af eksisterende installationer kan der evt. afviges fra nærværende kravspecifikation hvis det er anført i SAB.

Alle konstruktioner, komponenter og udstyr skal være af et gennemprøvet design, og systemet skal opfylde de højeste krav til pålidelighed og drifts- og reparationsvenligt design.

- ved valg af komponenter skal kontrahenten sikre standardisering i det omfang, dette er praktisk muligt, for at sikre ukompliceret drift og vedligeholdelse af systemet og reducere behovet for reservedele på lager.

sikkerhed, korrekt funktion, lav vedligeholdelse og holdbarhed i hele levetiden skal være opfyldt på opstillingsstedet. Dette skal bl.a. ske under hensyntagen til procesmediets karakter, omgivelsestemperatur, rengøring med vand (spuling), stærkt korroderende og eksplosiv atmosfære samt angreb fra gnavere.

Der skal være særlig fokus på opnåelse af gode EMC-forhold i elinstallationerne:

- lav emission (begrænse eller dæmpe elektromagnetisk interferens, f.eks. separat afledning til jord)
- høj immunitet mod elektromagnetisk interferens (f.eks. skærmning af kabler og apparathuse)
- hæmmede koblingsveje (undgå f.eks. antennestrukturer)

El-installationen projekteres, så krav i Installationsbekendtgørelsen samt relevante direktiver, standarder og fabrikantvejledninger er opfyldt.

- elinstallationen projekteres og dimensioneres efter følgende standarder:
  - DS/HD 60364 Elektriske lavspændingsinstallationer
  - DS/EN 60204-1 Maskinsikkerhed - Elektrisk udstyr på maskiner
  - DS/EN 61000 (EMC-immunitet, kompatibilitet og emission)

Projekteringsdokumentation, herunder dimensioneringsdokumentation, skal overdrages til HOFOR i redigerbar originalt filformat før installationen påbegyndes, se afsnittet dokumentation.

- HOFOR skal godkende projekteringsdokumentation inden udførelse af installationen.

### 2.1 Dimensionering

El-entreprenøren skal projektere og dimensionere alle kabler og det leverede udstyr, herunder udføre følgende:

- spændingsfaldsberegning
  - Spændingsfald skal være i overensstemmelse med DS/HD 60364 (anbefalede værdier).
- selektivitetsberegning
- overstrømberegning (herunder energigennemslip og ledertemperatur)



- kortslutningsberegninger (herunder  $ik_{max}$  og  $ik_{min}$ )
- beregning af udkoblingstid ved fejlbeskyttelse for anlægget.
  - udkoblingstiden skal i TN-systemer som minimum opfyldes af overstrømsudstyr.
- kablers oplægningsmetode og temperatur i tavler skal indgå i dimensioneringen.
  - Dansk eltavle forenings fortolkninger af relevante standarder er gældende.
- dimensionering af kabler skal dokumenteres i PC Schematic Cabledim eller fabrikatspecifik software, alternativt i regneark
  - evt. regneark skal indeholde anvendte formler og værdier der som minimum skal følge HOFORs eksempel som kan udleveres efter ønske.
  - anden software kan kun anvendes efter aftale.
- back-up koordinering skal ligeledes dokumenteres.

Særlige dimensioneringsregler for kabler fremgår af kapitlet "føringsveje"

For at forhindre, at eksterne overspændinger tilføres lavspændingsanlæg, herunder styresystemer, skal alle lavspændingskabler, der kommer ind eller ud af bygninger, forsynes med overspændingsbeskyttelse (SPD) i relevant kategori. Se ELSRO 104.

## 2.2 Omgivelser

For industriinstallationer skal kapslingsklassen generelt være minimum IP44 medmindre andet fremgår.

- kapslingsklassen for fordelerbokse skal som minimum være IP44 med lukkede låger og IP20 med åbne låger
- kapslingsklassen for fordelerbokse i aflåste tavlerum, skal som minimum være IP22 med lukkede låger og IP20 med åbne låger

Temperaturforhold:

- døgnmiddeltemperatur max.  $35^{\circ}\text{C}$  iht. DS/EN 61439-1
- udendørs udstyr skal udlægges for  $-25$  til  $+40^{\circ}\text{C}$
- indendørs udstyr skal udlægges for  $+5$  til  $+40^{\circ}\text{C}$

Øvrige ydre påvirkninger, f.eks. luftfugtighed specificeres af bygherre.

## 3 Arbejdets udførelse

Alle arbejder skal være håndværksmæssigt korrekt udført på bedst tænkelig måde.

- principperne i DS/EN 50110 skal følges ved arbejde på alle el-installationer, herunder maskininstallationer.
- entreprenøren skal udføre og dokumentere kvalitetsstyring for leverancen.
  - HOFOR forbeholder sig ret til at få adgang til entreprenørens sikkerhedsrelaterede kvalitetssikring dokumentation, herunder kvalitetsledelsessystem.
- måleinstrumenter forsynes med arbejdsgiverens identifikation af planlagt og realiseret vedligeholdelse/kalibrering.
- fabrikantens anvisninger skal som minimum følges, dog kan der i kravspecifikationer være angivet skærpede krav som dermed vægter højest.
- elinstallationer anbringes således, at de kan udskiftes uden beskadigelse af bygningsdele. Enhver montagegenstand (eller dennes underlag) fastgøres med mindst 2 skruer eller svarende hertil.
- elinstallationens samlinger, skal placeres, så disse er let tilgængelige.
  - adskillelser (stik og afbrydere) skal kunne nås fra gulv eller platform.

### 3.1 Aftaler

Indgreb på idriftværende installationer må aldrig foretages uden forudgående aftale med HOFORs drift.

Før arbejdet påbegyndes skal el-entreprenøren sammen med HOFOR holde et opstartsmøde hvor følgende som minimum skal aftales:

- praktiske forhold på arbejdsstedet
- materialer og komponenter påtænkt anvendt til installationen
- særlige installationsforhold på stedet f.eks. føringsveje, anvendte kabeltyper og komponenter.

Entreprenøren skal koordinere sine arbejder og placering af installationer med de øvrige installationer og evt. leverandører, som vil være på byggepladsen i samme tidsrum.

### 3.2 Brandsikring og våde områder

- elinstallationen skal udføres brand- og vandtæt, hvor der er gennemføringer i brandceller og hvor der er risiko for oversvømmelse af installationen.
  - brandklassifikationerne skal svare til den brandmæssige opdeling af rum iht. Bygningsreglementet
  - fordelerbokse, frekvensomformere m.m. skal anbringes uden for områder, hvor der er risiko for, at de kan blive oversvømmede.
  - øvrige el-komponenter skal så vidt muligt anbringes uden for områder, hvor der er risiko for at de kan blive oversvømmede.
- når branddøre er monteret, skal disse holdes lukkede for at forhindre, potentiel brandspredning.

## 3.3 Udendørs elinstallationer i det offentlige rum

- I disse omgivelser, skal installationen så vidt det er muligt placeres og installeres, utilgængeligt, enten ved nedgravning, uden for rækkevidde, eller ved indkapsling / aflåsning.
- for el-installationer under terræn skal der findes en forsyningsadskiller over terræn.
  - forgreningsdåser, forsyningsadskillere og industrielle strømstik til pumper skal placeres så højt som det er praktisk muligt, og under hensyntagen til betjening og vedligehold.

## 3.4 Skjulte installationer

Alle elinstallationer skal så vidt muligt udføres som synlig installation medmindre der i de særlige arbejdsbeskrivelser er stillet krav om skjulte installationer.

Skjulte installationer udføres primært for bygningsinstallationer, herunder lysinstallationer, i kontorlignende bygninger.

- rørlægning skal foretages således, at trækning af ledninger normalt kan foregå uden brug af indlagt træktråd. Skulle leverandøren mene det nødvendigt, kan der dog anvendes træktråd og trækdåser på lange træk. Dette skal i så fald medregnes i tilbuddet.
- rørlægning skal generelt foretages inden for den varme side af isoleringen.
- installation i loft og vægge, hvor dette er beskrevet eller vist på tegning, er inkl. alt befæstelsesmateriel. Bøjler, søm, skruer samt evt. nødvendige supplerende bærende elementer mv. skal medregnes.
- installationer i vægge, hvor dette er beskrevet eller vist på tegning, er inkl. evt. boring af huller i bygningsdele.
- hvor installation og dåser sidder i "blank mur", skal anvendes blankmurdåser for afbrydere.
- blankmurdåser fastgøres med murbindere og placeres plant med mur. Hvor tre eller flere afbrydere skal placeres sammen, sættes de parvis over hinanden, idet eventuelle tomme dåser afblændes med låg. Der skal anvendes samleskinne.

## 3.5 Tolerancer

Hvor en elinstallation er projekteret på målfaste tegninger eller anvisninger, skal konstruktioner opsættes som projekteret:

- placering af installationer
  - afvigelsestolerancer: +/-10 mm i alle retninger
- placering af følere der indgår i processens styring/reguleringskredse
  - afvigelsestolerancer: +/-1 mm i alle retninger.

Følgende tolerancer gælder under alle omstændigheder:

- installationer skal være i lod og vage hvis det er hensigten.
  - afvigelsestolerancer: 1 grad hældning.

## 3.6 Huller og udsparinger

Huller og udsparinger i bygnings- og maskinkonstruktioner må kun etableres efter aftale med HOFORs tilsyn.

- 
- huller under  $\varnothing 100$  mm, der er nødvendige for el-entreprisen, skal påregnes boret på stedet og være indeholdt i leverancen.
  - hvor kabelgennemføring kræver, at der etableres spor i beton, skal dette udføres ved skæring.

## 4 Materialer

Alle til leverancen anvendte materialer og komponenter skal være nye, 1. classes fejlfrie handelsvarer af kendt og anerkendt fabrikat.

- HOFOR skal godkende materialelister før indkøb.
- alle anvendte materialer skal være CE-mærket, som minimum iht. CPR (byggevarereforordningen).
- bearbejdede materialer skal sikres imod skarpe kanter, f.eks. ved afgratning.
- materialer må ikke indeholde sundhedsfarlige stabilisatorer.
  - materialer i plast skal f.eks. være PVC og halogenfri iht. DS/EN 60754 og DS/EN 61034.
- materialer skal være egnede til miljøet, f.eks. være UV resistent.

### 4.1 Korrosion

Følgende standarder anvendes:

- DS/EN 12944 serien Malinger og lakker – Korrosionsbeskyttelse af stålkonstruktioner med beskyttende malingsystemer.
- DS/EN 1461 Varmforzinkning - Belægninger på emner af jern og stål påført ved varmforzinkning.

Materialer og komponenter skal leveres i passende korrosionsklasse så det kan modstå de korrosionsangreb, som det kan blive udsat for på monteringsstedet.

- indendørs tørt placerede materialer skal som minimum være korrosionsklasse C3.
- for kontorlignende bebyggelse accepteres dog korrosionsklasse C2.
- udendørs og indendørs vådt placerede materialer skal som minimum være korrosionsklasse C4.
- i særligt aggressive miljøer kan materialer af syrefast rustfrit stål af klasse AISI 316 eller tilsvarende være nødvendige, se bl.a. forsyningspecifikke afsnit.
- hvor overfladebehandlingen er brudt (f.eks. pga. skader eller bearbejdning) skal denne genetableres

Galvanisk tæring skal generelt modvirkes ved så vidt muligt at anvende ens materialer når de er i kontakt med hinanden.

- f.eks. må galvaniseret stål ikke have kontakt til rustfrit stål eller messing.
- uisolerede blanke kobberledere i føringsveje er dog en undtagelse.

For materiel udført i rustfrit stål gælder, at de ikke må være overfladebehandlet.

For materiel udført i aluminium (skal aftales eller fremgå af SAB), skal det være en søvandsbestandig type, kvalitet minimum AlMgSi 0,5, og der skal drages omsorg for korrekt galvanisk adskillelse mellem aluminium og alle andre materialer.

## 4.2 Forskrninger

I industriinstallationer skal forskrninger generelt anvendes, fremfor membraner, medmindre andet aftales.

- forskrninger skal være fremstillet iht. DS/EN 62444:2013 med intern trækaflastning
- for industriinstallationer skal kapslingsklassen være minimum IP67.
  - for installation i vand skal kapslingsklassen være IP68
- der skal anvendes forskrninger med metrisk gevind.
- forskrningens størrelse skal passe til kablets diameter.
  
- forskrninger udføres i egnede materialer.
  - dog tillades kun messing eller plast (i vand), samt udelukkende neopren pakninger.
  - dog tillades kun rustfri forskrninger med drikkevandsgodkendte pakninger i borerørsflanger (i vand)
- disponible kabelforskrninger skal forsynes med blindprop monteret direkte i forskrningen.
- I installationer, hvor frekvensomformere, forsyningsadskillere og motorer indgår, skal der bruges EMC-forskrninger.
  - undtagelse er forskrninger i borerørsflange (Vand), som ikke skal være EMC.
- EMC-forskrninger og lignende kabelindføring samt tilbehør skal være EMC godkendt.
- forskrninger må generelt ikke vende opad.
  - undtagelse er forskrninger i borerørsflange som netop skal monteres opad, hvor rustfri stålforskrninger, IP68 skal anvendes og paknings-materialet i forskrningen skal være drikkevandsgodkendt.

## 5 Jordingsystemer

Der skal ifm. nye og eksisterende installationer udføres global jording / meshed netværk så vidt det er muligt, hvilket med andre ord vil sige at der ingen steder, kan opstå berøringsspændinger eller jordpotentialestigninger der er farlige.

### 5.1 Systemjord

Elinstallationer skal hvis muligt udføres med systemjord TN-S.

- TT systemjord kan udføres hvis TN-S ikke er muligt, f.eks. i gadeskabe.
- hvis en bygning ikke kan udføres med TN-S systemjord skal en kvalificeret person vurdere hvilke tiltag der er nødvendige for at undgå strømsløjfer så støjproblemer ikke introduceres i kabelskærme på gruppe 3 kabler (IT kabler) og i de metalliske føringsveje.
- PEN-ledere skal opsplittes i hovedtavle, så udbredelsen af PEN-ledere i bygningen minimeres.

### 5.2 Jordingsanlæg

Alle bygværker skal jordes.

- jordelektroder, jordledere, ringjord, fundamentsjord og jordskinner betegnes jordingsanlæg.
- Afgreninger og afslutninger af alle blanke jordledere skal mærkes med 100 mm grøn/gul krympeflex.
- samlinger og afgreninger af jordledere skal enten foretages med MV klemmer eller ved hjælp af C-muffe (press) i henhold til kabel dimensioner og monteres ved hjælp af egnede værktøjer.
- jordlederens afslutninger skal være forsynet med kabelsko for boltning, hvis der ikke er nogen passende jordingsklemme.

El-entreprenøren skal inddrages og er ansvarlig for at koordinere planlægning, design og udførelse med bygge- og anlægsentreprisen i forbindelse med etablering af jordingsanlæg.

- fotodokumentation og målerapport udføres og udleveres inden tilståelse.
- foto skal både være nærbilleder og overblik.
- efter tilståelse udføres verificerende målerapport.

#### 5.2.1 Jordelektroder

Alle bygværker skal jordes.

El-entreprenøren skal koordinere planlægning, design og udførelse med bygge- og anlægsentreprisen i forbindelse med etablering af jordingsanlæg.

Fotodokumentation og målerapport udføres og udleveres inden tilståelse.  
Efter tilståelse udføres verificerende målerapport.

## 5.2.2 Jordspyd

For TT-systemjord kræves skærpede værdier for overgangsmodstand til jord:

Overgangsmodstand max. 20% af kravet i DS/HD 60364, f.eks.

- $0,2 \times 1666 = 333\text{ohm}$  for RCD 30mA
- $0,2 \times 166 = 33,3\text{ohm}$  for RCD 300mA

Jordspyd skal være fremstillet af lavt legeret kobberbelagt stål.  
Kobberbelægning skal være minimum 250  $\mu\text{m}$ .

## 5.2.3 Fundamentsjord

I bygningsfundamenter skal der udføres fundamentsjord.

El-entreprenøren skal udføre følgende:

- fundamentjordelektroder skal danne en lukket sløjfe og indlejres i beton langs bygningens ydre kant.
- armeringen i fundamentet, betongulvet og i vægge skal tilsluttes med intervaller på max. 2 meter ved hjælp af skrining, fastspænding eller svejsning.
- for store bygninger skal der etableres krydsforbindelser på tværs af bygningen med en maksimal maskestørrelse på 20 x 20m.
  - hvis der er planlagt lynbeskyttelse, skal maskestørrelsen fastlægges nærmere.
- der skal generelt anvendes flertrådet blanke kobberledere
- jordingsledere og udføringsplader
  - udføres pr. løbende 20m og som minimum:
    - én i alle rum
    - og minimum to stk. pr. bygning
  - udføringsplader udføres i syrefast rustfrit stål
- krav til udføringsplader gælder også for præfabrikerede betonelementer

## 5.2.4 Ringjord

I tilfælde af at der anvendes isolerende beton skal der anvendes ringjord under dækket eller ved siden af fundamentet.

Der er fast krav om ringjord i forsynings specifikt afsnit:

- Amagerværket

## 5.3 Potentialudligning

Der etableres potentialudligning både af hensyn til fejlbeskyttelse, beskyttelse mod spredning af elektrisk støj samt af funktionshensyn.

Der skal med andre ord udføres systematisk udligning af alle tilgængelige ledende dele som komponenter, rør, maskindele, føringsveje, konstruktioner, chassiser, fundamenter, mv.

- potentialudligning udføres iht. DS/EN 60364 serien og DS/EN 60204-1.
- der skal være særlig fokus på opnåelse af gode EMC-forhold i elinstallationerne, iht. DS/EN 61000 serien.
- ledende dele som er mindre end 50x50mm skal generelt ikke potentialudlignes.



- efter alle ombygninger skal det sikres at nye og eksisterende jordledere og udligningsforbindelser er virksomme.

## 5.3.1 Termer:

- beskyttelsesleder (PE-leder) som altid føres i eller sammen med forsyningskablet og til jordingsanlæg.
- leder til beskyttende potentialudligning (PB-leder) som yder ekstra beskyttelse.
- hovedjord (overordnet PB-leder og forbindelsespunkter i installationen).

## 5.3.2 Dimensionering:

PE-ledere dimensioneres efter DS/EN 60364 tabel "beskyttelseslederens mindste tværsnit".

- beregning efter DS/EN 60364 543.1.2 eller andre standarder kan kun ske efter aftale med HOFOR.

PB-ledere og hovedjordledere dimensioneres efter DS/EN 60364 544.1.

- tværsnit: 0,5x fase
- minimum 6mm<sup>2</sup> kobber
- tværsnit større end eller lig 25mm<sup>2</sup> kræves ikke beregnet

## 5.3.3 Udligningsforbindelser:

Udligningsforbindelser skal generelt udføres med boltede samlinger eller klemmer.

- for boltede samlinger anvendes tandskiver eller fjederskiver.
- udligningsforbindelser til rør skal tilsluttes ved hjælp af spændebånd med klemme i rustfrit stål.
- overfladebehandling skal om nødvendigt fjernes hvorefter samlingen behandles med egnet korrosionsbeskyttelse.

Det kan ikke accepteres at udligningsforbindelser sker med fastgørelser som har andre funktioner end udligning.

- f.eks. kan en chassisbolt til sammenføjning af genstande ikke anvendes som udligning.
- en dinskinne eller tavlejern opbygget af enkeltdele kan af samme årsag ikke benyttes som PE skinne.

Der kan kun accepteres én leder pr. klemme. Dobbelttyller accepteres derfor ikke.

- det kan derfor være nødvendigt at montere en jordskinne på motorer for at opfylde krav om, at der kun må være en PE-leder i hver klemme.

Afgrening og afslutning af alle blanke udligningsforbindelser skal forsynes med 50 mm grøn/gul krympe flex.

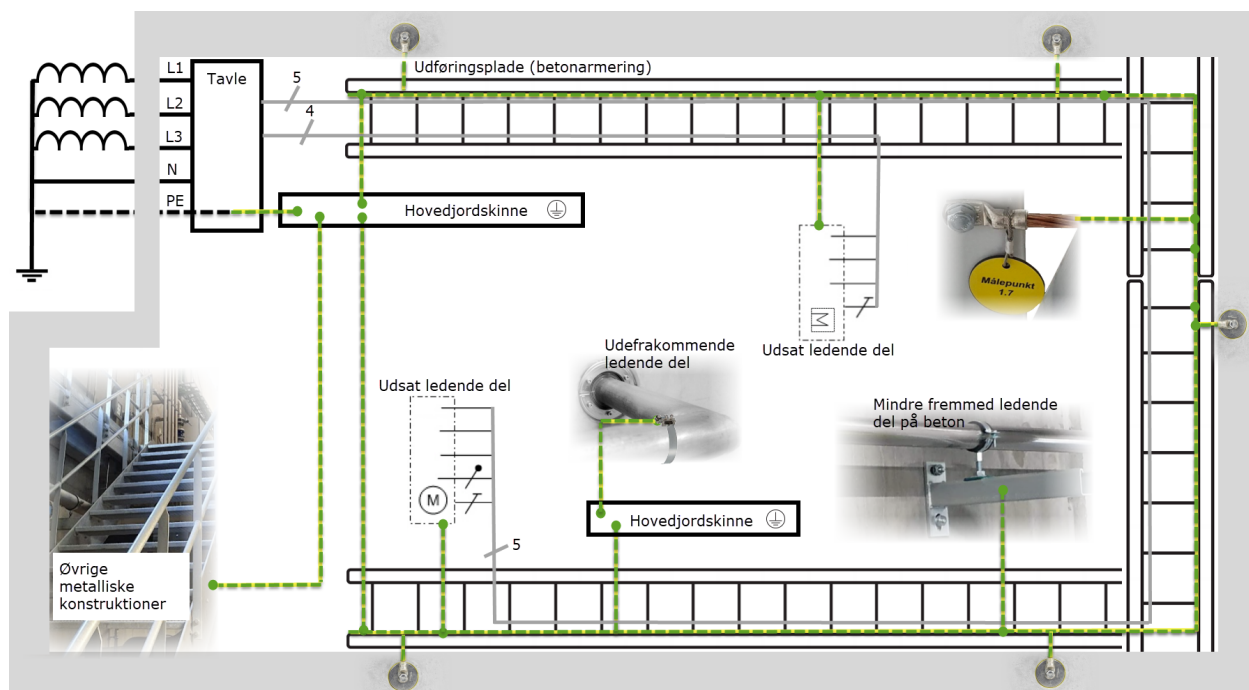
Galvanisk tæring skal modvirkes ved at anvende egnede materialer.

## 5.3.4 Beskyttende potentialudligning (PB-ledere)

Der skal føres PB-ledere mellem hovedjord og fremmed ledende dele, f.eks. rør, føringsveje, konstruktioner, chassiser, fundamenter, mv.

Der skal desuden føres PB-ledere mellem hovedjord og udsatte ledende dele, f.eks. motorer, varmelegemer, flowmålere, mv.

Nedenfor er beskrevet og skitseret hvordan dette skal udføres i praksis.



### 5.3.4.1 Hovedjordlederen (overordnet PB-leder)

- skal tilsluttes alle udføringsplader og hovedjordsskinner.
- hovedjordlederen føres så vidt muligt sammen med hovedføringsvejen og gerne som ringforbindelse(r), f.eks. hvis føringsveje er placeret i begge sider af bygningen.

### 5.3.4.2 Fremmed ledende dele der gennembryder klimaskærmen

Udefrakommende metalliske rør og lignende som føres gennem klimaskærmen skal udlignes til hovedjord så tæt på gennemføringen som muligt.

### 5.3.4.3 Fremmed ledende dele indenfor klimaskærmen

Ledende konstruktioner som f.eks. chassiser, ståltrapper, gelænder, mv. skal forbindes til hovedjord i mindst to punkter (med maksimal indbyrdes afstand).

### 5.3.4.4 Mindre fremmed ledende dele på ledende betonkonstruktioner

I TN-systemer kan potentialudligning udelades for mindre fremmed ledende dele som er monteret på ledende betonkonstruktioner der via armeringsjernet er udlignet til hovedjordklemme:

- følgende betragtes som mindre fremmed ledende dele:
  - isolerende rørbæringer/konsoljern

- kabelføringsrør
- forudsætninger for udeladelse:
  - krav i afsnittet "fundamentsjord" er overholdt.
  - alle krav i nærværende afsnit "beskyttende potentialudligning (PB-ledere)".

### 5.3.4.5 Udsatte ledende dele

Der skal udføres PB-ledere mellem hovedjord og udsatte ledende dele.

- fastgørelse af PB-leder skal om muligt ske med dertil egnede PE-klemmer, f.eks. ved motor klebræt.
- hvis der ikke findes en egnet klemme, anvendes spændebånd f.eks. på procesrør ved siden af den udsatte ledende del, forudsat at der er elektrisk kontinuitet til procesrøret.

### 5.3.4.6 Beskyttende supplerende potentialudligning

Der skal udføres beskyttende supplerende udligningsforbindelse mellem udsatte og fremmed ledende dele som er indbyrdes indenfor rækkevidde, f.eks.:

- udsatte ledende dele - udsatte ledende dele
- udsatte ledende dele - fremmed ledende dele

Ovenstående betragtes som overholdt hvis følgende er opfyldt:

- alle krav i nærværende afsnit "beskyttende potentialudligning (PB-ledere)".
- max. brydetid for fejlbeskyttelse iht. DS/HD 60364 afsnit 411.3.2

### 5.3.4.7 Potentialudligning af føringsveje

Metalliske føringsveje, dvs. kabelstiger, gitterbakker og kabelbakker skal være udført med potentialudligning internt og i forhold til hinanden og til de tavler, som de forbinder.

- udligning skal foretages med uisoleret ubrudt hovedjordleder der fastgøres med polbøjler/klemmer i hver sektion.
- efter aftale med HOFOR kan alternativt forudsættes at føringsvejen i sig selv udgør hovedjordleder, hvis
  - producenten står inde for dette eller kabelstigens potentialudligning er i overensstemmelse med DS/EN 61537 pkt. 11.1
  - ledningsevnen minimum svarer til 0,5x fasetværsnit og minimum 50mm<sup>2</sup> stål.
- udligningsforbindelse af hovedjordleder skal foretages med egnet klemme i hver stigesektion.
- øvrig fastgørelse af uisoleret hovedjordleder kan udføres med kabelbindere

### 5.3.5 Kontrolmåling

Alle potentialudligningsforbindelser og evt. overgangsmodstand til jord skal testes jf. DS/EN 60204-1 afsnit 18, og målerapport skal afleveres til HOFOR.

Kontrolmålinger (kontinuitet) til potentialudligningsklemmer udføres som minimum på ledende dele der ligger længst fra udligningspunkterne. Testresultat for kontinuitet skal være mindre end 0,2ohm.

- målepunkter opmærkes med unikt referencenummer
- der udarbejdes en målerapport som viser placering og måleresultater for målepunkter

## 5.4 Lynbeskyttelse

Følgende gælder hvis der er krav om lynbeskyttelse.

- udføres efter DS/EN 62305 1-4
- løsningsmodel skal godkendes af HOFOR

Lynbeskyttelse vil typisk bestå af indfangningsanlæg på bygningens tag og nedledere til jordingsanlæg.

- indfangningsanlæg vil typisk bestå af indfangerstænger, ledninger/kabler, klemmer, taglederholdere og afstandsholdere.
- nedledere vil typisk bestå af et kabel og klemmer som leder lynstrømmen til jordingsanlægget uden at bygningen beskadiges.
- udendørs kabelstiger, som ikke er beskyttet mod lynnedslag af anden overhængende metallisk konstruktion såsom rør, gangbroer, gallerier og lignende, skal beskyttes af metalplader på de 3 sider.
- der skal anvendes specielle lynbeskyttelseskomponenter fra specialistleverandør.

## 6 Overharmoniske strømme og spændinger

Der skal vælges materiel med begrænset støjdbredelse af hensyn til installationen og forsyningsnettet.

- hvis det ikke er muligt at opdele installationen eller vælge elektrisk materiel, således at overharmoniske strømme og spændinger ikke er til gene for installationen og forsyningsnettet, skal der installeres filtre til reduktion af de overharmoniske strømme.
- i installationer med støjende elektrisk udstyr skal der udføres kontrolmålinger som dokumenterer niveauet af THD.

## 7 Belysning

Belysning og nødbelysning skal udføres og testes i overensstemmelse med Installationsbekendtgørelsen Del 5-56, DS/EN 60364, Bygningsreglementet og DS/EN 12464-1.

- lysgrupper må kun anvendes til belysning.
- projektering af belysningsanlæg skal udføres vha. producentens projekteringssoftware eller tilsvarende.
  - belysningsstyrken skal være minimum 200 lux i gangarealer.
  - belysningsstyrken i øvrige arealer specificeres nærmere i det enkelte projekt.

### 7.1 opdeling af lysgrupper

- belysning i tavle/teknikum må ikke have fælles beskyttelse med belysning i våde rum eller i det fri.
- særlige rum f.eks. sugebrønde og underjordiske kamre skal have selvstændig tænding og skal fordeles på to lysgrupper med hver sin fejlstrømsafbryder.
- udvendig lysinstallation skal have egen gruppe og tænding, og projekteres i forhold til lokale omgivelser.

Projekterings- og testdokumentation udleveres til HOFOR.

### 7.2 Armaturer

Lysarmaturer skal være af type og klasse, der passer til de lokale omgivelser. Der skal vælges en type som består af grundarmatur og toparmatur (med lyskilde) som kan udskiftes uden at adskille den elektriske installation. Følgende gælder for procesanlæg:

- der benyttes LED armaturer. LED rør accepteres ikke.
- farvetemperatur 4000 kelvin i procesområder. Farvetemperatur 3000 kelvin i kontorlignende områder.
- der anvendes industriarmaturer minimum IP65.
- armaturer og lyskilder skal være energieffektive, iht. gældende EU-forordninger om ECO designkrav.
- lysarmaturer skal placeres, så det er muligt at servicere/udskifte lyskilder uden brug af stillads/lift.
- lysinstallation udføres som fast installation (minimum 5-leder kabel), afsluttet i forskruningsdåser med tilledning, eller direkte i fastmonteret armatur (afhængig af type armatur).

## 7.3 Lysstyring

Bygninger og bygværker skal være udført med lysstyring som aftales nærmere, f.eks. kiptænding, dagslysregulering eller tilstedeværelsesføler.

- lyset skal som minimum tændes og slukkes via kiptænding, placeret ved adgangsveje, med mulighed for overvågning og overstyring fra SRO.
- i tavlerum og procesrum skal der være mulighed for at overstyre automatikken med et antal timer som aftales nærmere.

### 7.3.1 ADK-styring

I vandforsyningen gælder at lysstyringen får tændings- og sluksignal fra HOFORs ADK-system. Undtaget er lysstyring i tavlerum, hvor lyset afbrydes på vægafbryder.

## 7.4 Nødbelysning

Ifm. lysinstallation under terræn skal der leveres og monteres minimum 1stk. håndholdt batterilygte nederst i bygværk, der automatisk tænder ved strømsvigt.

- Hvis der er flere nedgange skal der monteres 1stk. håndholdt batterilygte pr. nedgang.

Omfanget af nødbelysning, herunder batteribackup i den faste lysinstallation, skal aftales i det enkelte projekt.

## 8 Føringsveje

### 8.1 Generelt

Ved planlægning og montage af føringsveje med tilhørende bæringer skal der tages hensyn til andre entreprisers føringsveje, rør, kanaler og lignende.

- der kan være andre entreprenører, som skal levere og montere føringsveje i samme tracé.
- placering og bestykning af føringsveje skal godkendes af HOFOR ved entreprenørens fremstilling af tegning forud for montering.

Føringsveje:

- må ikke hindre udskiftning af enheder og komponenter.
- må ikke hindre adgang til områder ved luger, døre og mandehuller og til vedligeholdelse.
- skal placeres i en højde, der er tilstrækkelig høj til ikke at hindre brugen af adgangsveje og flugtveje. Normalt med mindst 2,10m til underkanten.

Hvis kabler er placeret, så de potentielt kan lide skade, skal føringsvejene udformes indkapslet. Krydsninger til og fra føringsveje arrangeres således, at senere oplægning af andre kabler, ikke forhindres.

### 8.2 Grupper

Gruppe	Beskrivelse
<b>Gruppe 0</b>	Højspændingskabler >1000V (Se ELSRO 003)
<b>Gruppe 1a</b>	Lavspændingskabler 50-1000V
<b>Gruppe 1b</b>	Lavspændingskabler 50-1000V for støjende udstyr (EMI)
<b>Gruppe 2</b>	Lavspændingskabler 0-50V Effektkredse, SELV, PELV og FELV-kredse.
<b>Gruppe 3a</b>	Svagstrømskabler 0-50V Analoge og digitale signaler. Ikke fieldbus.
<b>Gruppe 3b</b>	Fiberkabler IT kabler (uden effektoverførsel) IT kabler med effektoverførsel (PoE) Netværkskabler/industrielle netværkskabler/fieldbus
<b>Gruppe 4</b>	luftslanger

De enkelte kabelgrupper placeres adskilt i separate føringsveje eller med delespor. Grupper placeres i rækkefølge, bortset fra gruppe 4 som placeres valg frit.

Bygningsinstallationer fremføres separeret fra maskininstallationer med separat kabelstige eller delespor, det gælder for alle grupper. Minimum afstand er 2x kabeldiameter også ved anvendelse af delespor.

## 8.3 Kabel oplægning og særlige krav til dimensionering

### 8.3.1 Generelt

Maksimal belægningsgrad (fysisk plads) er 75% for alle spor.

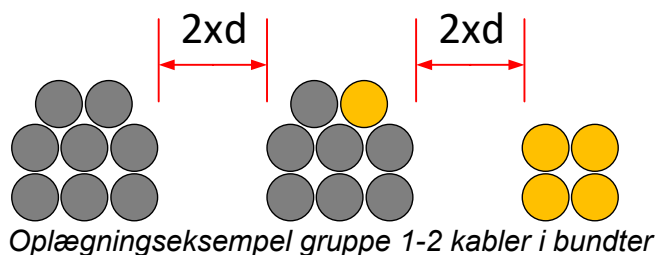
- 33% disponibel plads skal altid være større end største kabel diameter i pågældende spor.
- disponibel plads skal medregnes ifm. korrektionsfaktor for samlet fremføring, så den disponible plads kan udnyttes til fremtidige kabler.

*Eksempel:*

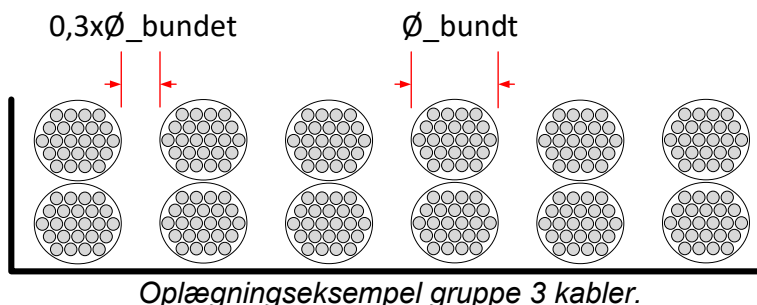
*Hvis der oplægges 9 kabler hvor der er disponibel plads til 3 kabler mere, skal der dimensioneres efter 12 kabler.*

Kabler kan lægges i enkeltlag eller bundter.

- Ved oplægning i bundter gælder følgende:
  - minimum indbyrdes afstand for bundter er 2x kabel diameter.
  - max. 8 kabler pr. bundt for gruppe 1-2



- max. 24 kabler pr. bundt for gruppe 3-4
  - min. indbyrdes afstand er 0,3x bundt diameter.
  - bundter kan stables lodret (med mulighed for konvektion).



Brug af 30% reglen for gruppe 1a er tilladt.

- et 30% kabel er "usynligt" rent dimensioneringsmæssigt og kan derfor ligge imellem øvrige gruppe 1a kabelbundter som kræver afstand på 2x kabel diameter.
- max. 8 kabler pr. bundt gælder også for 30% belastede kabler.



*OBS: Reglen om 3 std. tværsnit gælder ikke for 30% belastede kabler.*

*OBS: Der skal være tale om kendte driftsforhold jf. 60364 kap. 523.5. 30% reglen kan derfor ikke anvendes for grupper der forsyner stikkontakter (herunder CEE-stik) eller hovedledninger der forsyner tavler.*

Støjende udstyr (EMI) f.eks. lysstofrør og motorer

- minimum 130mm afstand til kabler i gruppe 3.
- i tilfælde af nærføring til særligt støjende udstyr skal afstanden oplyses af udstyrsfabrikanten, f.eks. radar, senderudstyr, svejseudstyr (sidstnævnte minimum 800mm afstand).
- alternativt udføres efter DS/EN 50174-2

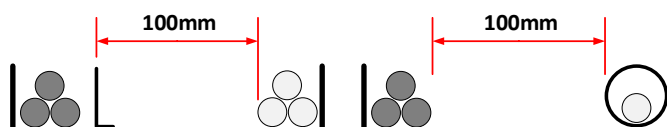
## 8.3.2 Flere grupper i samme føringsvej

- Føringsveje kan indeholde flere grupper placeret i separate spor.
  - For gruppe 1 og 2 gælder at der skal være skillespor ved spring i standardtværsnit.
  - Skillespor erstatter ikke reglen om minimum separation på 2x kabeldiameter.

*OBS: for AMV er skillespor kun tilladt i sekundære føringsveje.*

- Gruppe 1a og gruppe 3 kan lægges i samme føringsvej, hvis de er adskilt af metallisk delespor eller stålrør som vist på skitsen. Udover delespor eller stålrør skal der være minimum 100mm afstand imellem gruppe 1a og gruppe 3.

*OBS: krav om stålrør gælder ikke for fiberkabler*

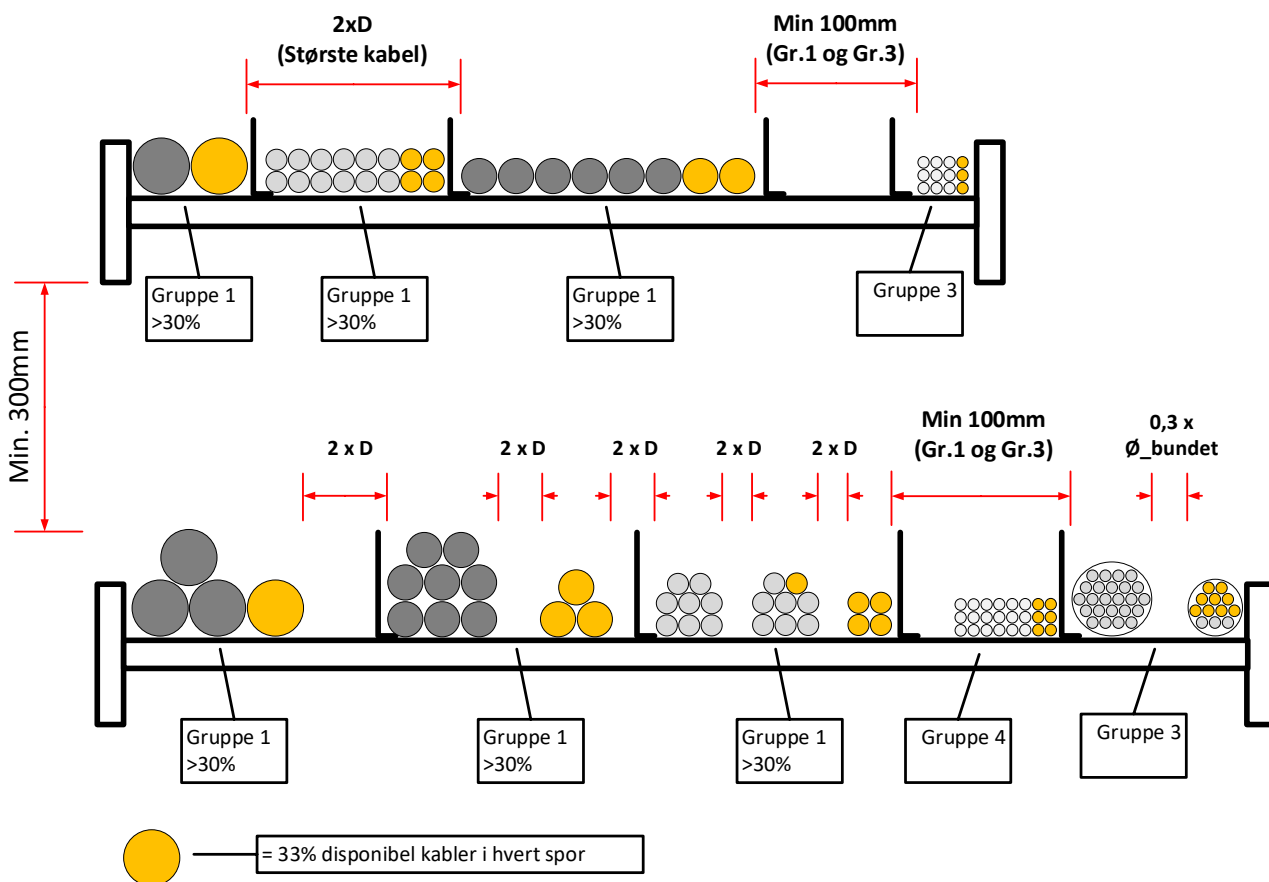


Afstand på 100mm forudsætter anvendelse af kabeltyper beskrevet i nærværende kravspecifikation, ved anvendelse af andre kabeltyper skal afstanden fastsættes iht. DS/EN 50174-2.

Ovenstående gælder også gruppe 1b hvis det ikke strider mod fabrikanternes anvisninger.

Mellemrummet må udnyttes til gruppe 4

- sider og skillespor skal som minimum være samme højde som kabelbundtet.
- hvor det er nødvendigt, at gruppe 1-2 og gruppe 3 krydser hinanden, og den mindste adskillelsesafstand ikke kan opnås, skal vinklen af deres krydsning holdes på 90 grader på begge sider af krydsningen i en afstand, der ikke er mindre end 100mm.

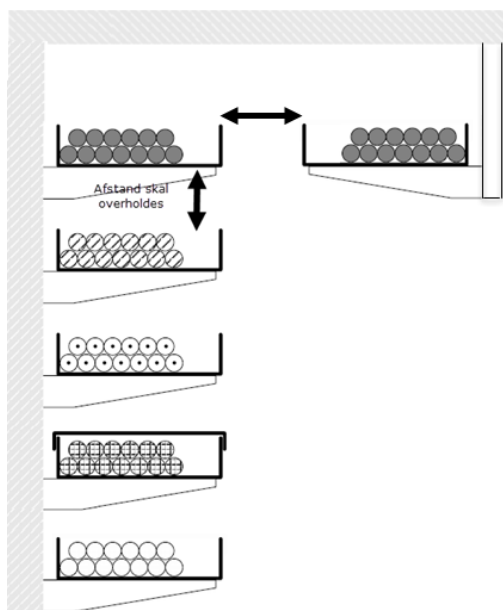


Oplægningseksempel flere grupper i samme føringsvej

### 8.3.3 Afstande imellem separate føringsveje

På primære føringsveje i større anlæg benyttes separate kabelstiger for de enkelte grupper.

Hvor der benyttes separate kabelstiger/bakker gælder følgende afstande.



Vandret og lodret afstand mellem kabelstiger/bakker

- minimum 300 mm, ved lodret placering målt mellem bund og skillespor top.
- minimum 300 mm, ved vandret placering målt mellem yderste skillespor/sider på føringsvej.
  - dog kan der være behov for yderligere afstand af hensyn til arbejdsmiljø og sikkerhed.
- mellem gruppe 1b og gruppe 3 skal afstanden følge frekvensomformer fabrikantens anvisninger.

## 8.4 Materialer og bestykning (føringsveje)

Nærværende afsnit omhandler specifikt føringsveje.  
Se også overordnet materialeafsnit under kapitlet "Generelt".

Føringsveje skal vandret og lodret udføres i kabelstiger.

Følgende kan alternativt anvendes, efter aftale eller hvis det fremgår af SAB:

- gitterbakker
- kabelkanaler (kun i kontorlignende omgivelser).
- kabelbakker med låg (i områder hvor der er behov for beskyttelse af kabler)
- rør må anvendes som føringsveje for
  - flere kabler i gruppe 3-4
  - max. ét kabel gruppe 1-2
 se afsnittet kabelrør i bygninger

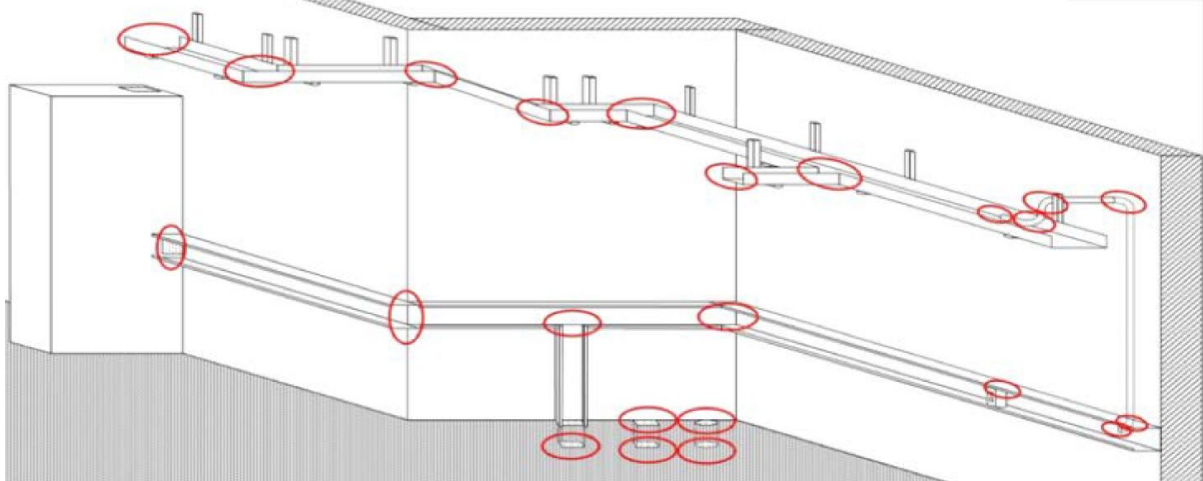
Bestykning af føringsveje skal udføres i ens materialer fra samme system.

- montering og behandling skal følge leverandørens anvisninger (bæreevne, sammenføjning, rustbeskyttelse, mv.).
- hvis kabler passerer hen over skarpe kanter, skal disse kanter fores.

Lodret kabelføring på kabelstiger skal fastgøres ved hjælp af polbøjler.

Ved enhver bøjning, T-stykke m.v. skal der anvendes de til føringsvejssystemet relevante fabriksfremstillede formstykker, jævnfør fabrikantens anvisninger.

Formstykker til radiusbegrænsning skal anvendes hvor der er retningsændringer som frembyder risiko for at overskride kablers mindste radius, eksempler fremgår af skitsen.



## 8.4.1 Kabelrør i bygninger

- metalliske rør skal udføres med beskyttelsestyler, så beskadigelse af kabler undgås.
- stålrør skal være overfladebehandlet eller udført i rustfri.
- fastgørelse af rør skal ske med stålbøjler med to lapper.
- rør skal fastgøres så de ikke kan forskubbes, med bøjler minimum for hver meter.

## 8.4.2 Kabelrør i terræn

Fleksible kabelrør skal opfylde DS/EN 61386 serien.

I terræn skal alle kabelgrupper som udgangspunkt lægges i kabelrør.

- aluminiumskabler er dog undtaget.
- hvis det ikke fremgår af SAB, skal det aftales nærmere om stikledning skal lægges direkte i terræn.

Kabelrør skal separeres gruppevist.

- gruppe 1-2 lægges efter reglerne i installationsbekendtgørelsen.
- gruppe 3 lægges efter samme regler som for gruppe 1 og 2.

Kabelrør skal være

- glat indvendigt
- slagprøvet og kompressionstestet. Brudstyrke minimum 450 N / 20 CM.
- temperaturrestans skal som minimum svare til kablernes driftstemperatur som kan være op til 90grC.
- fleksible kabelrør skal opfylde DS/EN 61386 serien.

HOFORs byggeleder skal godkende bestyknings og placering af trækrør, herunder samlinger.

- det tilstræbes, at kabelrøret ligger i en så ret linje som muligt, både horisontalt og vertikalt.
- ved bøjninger på kabelrøret må radius ikke være under 1 meter.

- der kan ved lange tracéer være behov for kabelbrønde for hver 100m.
  - der anvendes ikke kabelbrønde for tracéer på kildepladser (vand).
- samlinger af kabelrør skal ske med muffe fra samme system som kabelrøret.
- hvis kabelrøret har forbindelse til tørre bygværker, brønde, bygninger eller kabelbrønde skal der anvendes vandtætte muffe/samlinger.
- der indlægges træktråd eller reb i alle kabelrør.
  - træktråden skal være bundet ordentlig sammen i samlinger og skal være afkortet så der ikke er overskydende reb/tråd i kabelrøret.
- kabelrør må ikke forurennes med sand, grus, jord m.m. ifm. installation.
  - der skal anvendes autoriseret afpropning.
- kabelrør må ikke lægges sammen med skarpe sten.

Indmåling af træktråd og tracéer skal udføres før tilfyldning.

- min/max dybde, fixpunkter, mv. skal dokumenteres iht. OPM101 og afleveres til HOFOR senest ved afleveringsforretning.

## 8.4.2.1 Kabelrør for signalkabler i fjernvarmenet

- der anvendes DN100 rør medmindre andet er angivet i SAB.
- der indlægges træktråd i alle kabelrør på minimum 4 mm af typen 3-slået reb eller ståltråd med tilsvarende trækstyrke.

## 8.4.3 Gennemføringer

Udvendige gennemføringer fra terræn til bygninger og bygværk tættes effektivt mod fugtindtrængning.

Indvendige væg- og etagegennemføringer skal lukkes "vand, luft- og brandtæt".

- gennemføringer mellem brandceller skal udføres med typegodkendte produkter og overholde DS/EN 1366-3
- tætningsprodukters brandklassificering skal som minimum svare til bygningsdelens brandklasse (f.eks. BS-60).
- brandgennemføringer skal på begge sider opmærkes med type og producent samt teksten "brandtætning".
- i tilfælde af brandgennemføring afsluttes føringsvejen max. 100 mm fra bygningsgennemføringerne og udlignes med flettet kobberbånd.
- personen der udfører brandtætning skal have bestået et kursus i anvendelse af pågældende produkt. Kursusbevis skal udleveres ved anmodning.



Gennemføringer skal udformes, så en senere ledningsgennemføring er mulig uden beskadigelse af de eksisterende ledninger og deres tætning.

- der skal være en kapacitet svarende til føringsvejens disponible plads, dvs. 75% belægningsgrad pr. spor.

Hvis der er aftalt modulopbygget gennemføringssystem som f.eks. Roctec, skal der anvendes en EMC-variant som tilsluttes føringsvejens potentialudligning hvis der er gruppe 1B kabler i føringsvejen.

Gennemføringer skal tættes, så snart de er etableret også selv om der endnu ikke er monteret kabler i disse, idet risikoen er størst i anlægsperioden.

- midlertidig tætning kan f.eks. være mineraluld

## 8.4.4 Mærkning af føringsveje

Gul/sort advarselmarkering anvendes hvor der er risiko for personskade (lavt hængende/udragende materiel) eller hvor der er risiko for utilsigtet færdsel på føringsveje (placering op til 2m fra guly).

Stålrør identificeres/mærkes så de ikke kan forveksles med vandrør etc.

Kabelrør i terræn "mærkes" og beskyttes via dækplade, som skal være rødt for gruppe 1+2.

- øvrige grupper mærkes med net eller bånd efter nærmere aftale.

Spor i føringsveje opmærkes for hver afgang/gennemføring.

- der skal opmærkes på den side af føringsvej som er mest synlig, f.eks.
  - på siden af skillespor eller vanger
  - nedenunder gitterbakker der er ført over hovedhøjde
- for kabelkanaler i kontormiljø opmærkes indvendigt på låget.
- affedning foretages før påklæbning.
- mærkning skal være læsbare fra 2 meters afstand i dagslys.
- mærkning skal ifølge fabrikanten være kemikalie og UV-resistent og være egnede til udendørsbrug.

Mærkning skal indeholde følgende oplysninger for alle kabelgrupper:

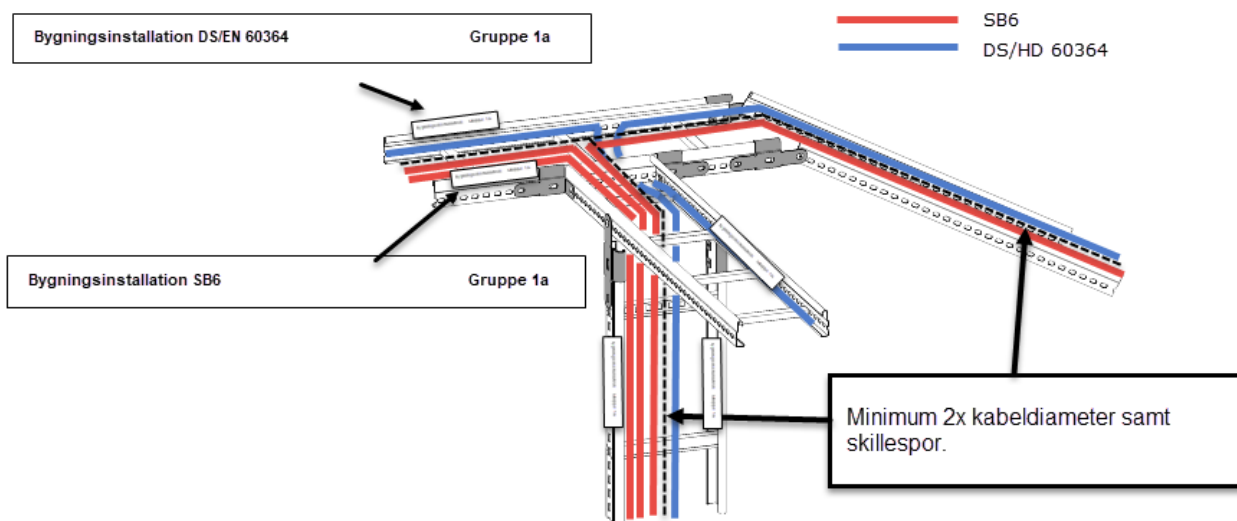
- "Gruppe X"
- "Bygningsinstallation" eller "Maskininstallation"
- relevant standard

### Eksempel 1

<b>Bygningsinstallation DS/EN 60364</b>	<b>Gruppe 1a</b>
<b>Maskininstallation DS/EN 60204-1</b>	<b>Gruppe 3b</b>

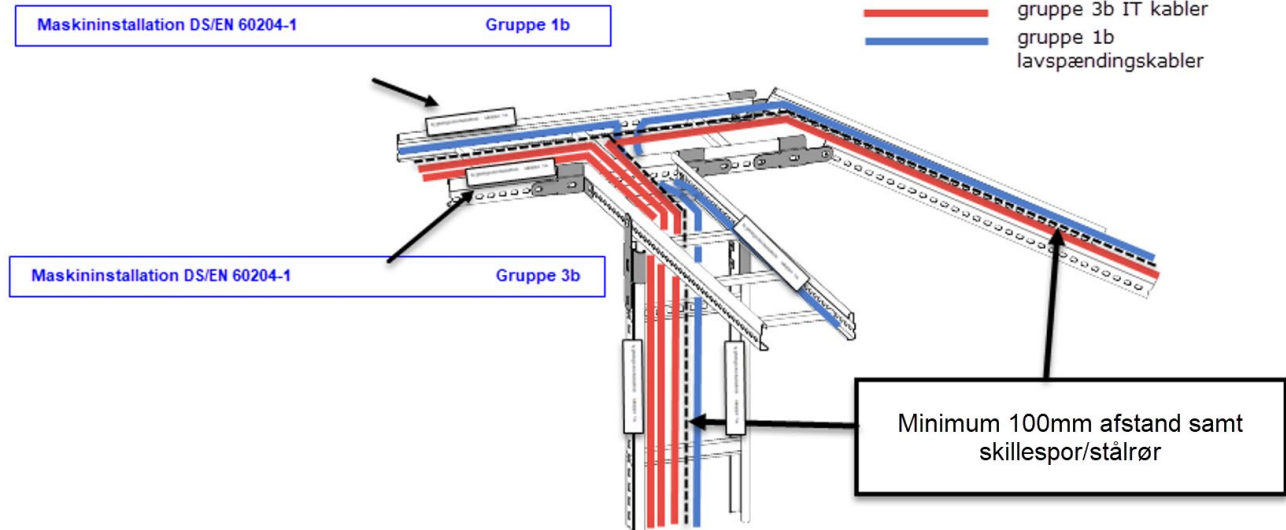
### Eksempel 2

Udvidelse af eksisterende føringsvej for bygningsinstallation gruppe 1a. Skillespor og mærkning.



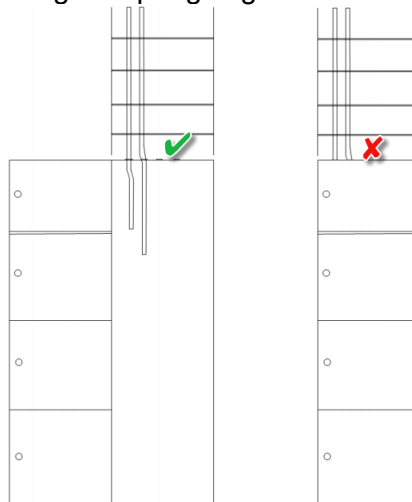
## Eksempel 3

Ny føringsvej for maskininstallation gruppe 1b og gruppe 3b.  
Skillespor og mærkning.



## 8.4.5 Føringsveje ved el tavler

Oplægningsmetoden i føringsveje skal føres helt ind i tavlekabelfelterne, da dimensionering af kabler ellers hæmmes af eventuel ringere oplægningsmetode. Se afsnittet "dimensionering".



## 8.4.6 Dokumentation af føringsveje

Føringsvejenes kabelgruppe ID skal fremgå af dimensioneringsdokumentation for kabler og på en af følgende tegningstyper:

- 3D tegninger
- 2D tegninger for føringsveje:



## 9 Kabler generelt

I bygninger og bygværker skal der som udgangspunkt anvendes bly- og halogenfri kabler i brandklasse B2, alternativt brandklasse C i henhold til DS/EN 50575.

- alle kabler skal være egnet til det miljø de installeres i.
- kabler der er udsat for dagslys skal være UV beskyttede.
- bøjningsradius opgivet af producenten skal overholdes både før og efter udført installation.
- kommunikationskabler, herunder signalkabler og fieldbuskabler skal være i overensstemmelse med PLC fabrikantens krav.
- ikke fastgjorte kabler skal holdes fri for maskiner og rør for at forhindre skader på grund af varme og bevægelige dele.
- trækafastning skal udføres ved klemning eller særlig kabelophæng, aldrig med strips.
- ikke fastgjorte kabler skal aflastes med kabelafastning
- separat oplagte kabler på bygningsdele skal fastgøres ved hjælp af faste rør.
  - I særlige tilfælde som f.eks. i en brønd kan rør undlades og bøjler med to lapper anvendes i stedet.
  - se afsnittet "rør installationer"
- fastgørelse af kabler med bøjler, skal foretages maksimum for hver 250 mm.
- PE-ledere skal tilsluttes en aktiv PE-terminal eller PE-skinne.
- testrapport for alle kabler skal afleveres til HOFOR ved aflevering af installationen

### 9.1 Kanalskinner

Det skal specificeres i hvert enkelt projekt hvorvidt der skal anvendes kanalskinner mellem transformere og lavspændingstavler hvis disse er placeret i samme bygning.

### 9.2 Lavspændingskabler

Oplægges i føringsvej gruppe 1 og 2.

- kabler dimensioneres i henhold til DS/HD 60364 eller DS/EN 60204 hvis det er maskininstallation.
- kabler i luft skal dimensioneres for de forventede omgivelsestemperaturer, dog mindst 30 °C.
- der skal anvendes PVC-fri kabler, godkendt til +90°C driftstemperatur.
- mærkespændingen skal være 1kV.
- lavspændingskabler skal have et lederkvadrat på mindst 1,50 mm<sup>2</sup>.
  - for AMV er kravet mindst 2,5mm<sup>2</sup>
- farven på nullederen skal være lyseblå.
- for kabler til og med 5 ledere skal der anvendes farvede ledere for L1, L2, L3, N, PE.
- for kabler over 5 ledere skal følgende nummerering findes på lederne L1=1, L2=2, L3=3.

#### 9.2.1 1-lederkabler

- kabel fabrikantens anvisninger skal følges nøje, specielt med hensyn til bøjningsradius, trækbelastning og montering af 1-lederkabler.
- trekant monteres i overensstemmelse med kabelfabrikantens anvisninger og fastgøres ved hjælp af ikke-magnetisk, ikke-brandnærende, befæstigelse materiel med tilstrækkelig mekanisk styrke til at holde kablerne på plads i tilfælde af en kortslutning.

- fastgørelse af 1-leder kabler skal udføres med trekantbøjler
- ved valget af befæstigelse materiel skal kontrahenten sikre, at isoleringen af kablerne ikke beskadiges i tilfælde af en kortslutning.

## 9.2.2 Terminering

- flerkorede ledere skal forsynes med terminalrør eller kabelsko.
- kabelsko og terminalrør skal godkendes til de anvendte og monterede kabeltyper og monteres ved hjælp af passende presseværktøjer (fabrikantens anvisning).
- kabelsko uden isolering skal afsluttes med krympe flex på kabelsko hals som dækker omkring 30 mm af lederisoleringen.
- kabelsko til og med 6 mm<sup>2</sup> skal være præisoleret variant.
- kabelsko-bolte eller direkte tilsluttede ledere skal fastgøres med korrekt moment i overensstemmelse med fabrikantens anvisninger. Ved moment tilspænding markeres stilling med permanent tus.
- lavspændingskabelskærme skal jordes i begge ender og afsluttes som en 360° afslutning med klemmer, EMC-forskrutninger eller lignende.
- koncentriske PE-ledere skal isoleres ved hjælp af grøn/gul krympe fleks og tilsluttes PE-terminalen/PE-skinen ved hjælp af kabelsko.

## 9.2.3 Tilledninger

- alle tilledninger for maskininstallationer skal have et lederkvadrat på minimum 1,50 mm<sup>2</sup>.
- der skal anvendes flertrådet fleksibel leder. Tilledninger skal aflastes for træk
- tilledninger skal fremføres separat jf. lovmæssige respektafstande, men EMC relaterede respektafstande kan fraviges på korte afstande i fri luft.
- tilledninger til procesinstrumentering og aktuatorer skal monteres med passende overlængde (forsyning, signalkabel og kommunikationskabel), som tillader demontering af komponent, uden at skulle afmontere tilledningen fra føringsvejen. Overlængden kan hænges oprullet umiddelbart før komponenten.
- for pumper i brønde gælder tillige at kabler skal oplægges med overlængde. Overlængden må ikke klippes af uden tilsynets godkendelse.

## 9.2.4 Forsyningskabler til frekvensregulerede motorer

Oplægges i føringsvej gruppe 1b.

- kablet skal være i overensstemmelse med frekvensomformer og motor fabrikantens anvisninger.
- Motorkabler. Der skal anvendes flerlederkabler med symmetrisk arrangerede faseledere og skærm. PE-leder udføres, enten som koncentrisk skærm, eller som individuelle symmetriske arrangerede PE-ledere i kablet. PE-leder med et tværsnit/ledningsevne på mindst 50 % af fase-lederens. Motorfabrikanten skal oplyse, hvorledes kabelafslutning skal udføres af hensyn til EMC-krav og minimering af lejestrømme. Derudover skal frekvensomformerfabrikantens anbefalinger og krav følges.
- beskyttelsesleder(e) skal udføres med tværsnit svarende til tabel 1 i 60204-1 kapitel 5.2:
  - minimum fase tværsnit (op til 16mm<sup>2</sup> fase tværsnit).
  - minimum 16mm<sup>2</sup> (op til 35mm<sup>2</sup> fasetværsnit).
  - minimum 0,5 x fasetværsnit (over 35mm<sup>2</sup> fasetværsnit).
- beskyttelsesledere skal desuden følge reglerne i 60204-1 8.2.6 om minimum 10mm<sup>2</sup> eller fordobling, i tilfælde af høje lækstrømme (over 10mA) er opfyldt.
- den forstærkede PE-leder skal være i hele kredsens længde, dvs. fra gruppeafbryder, via

- frekvensomformer og helt ud til motorens klembæret.
- brug af separate beskyttelsesledere skal aftales, dog minimum 6mm<sup>2</sup>.
  - Skærmens tværsnit kan indgå i PE lederens samlede tværsnit hvis fabrikanten tillader det.
  - der skal anvendes flertrådet fleksibel leder.
  - for eksisterende motor der tilsluttes ny frekvensomformer, skal der i samarbejde med HOFOR vurderes om der er behov for særlige foranstaltninger mod uønskede lejestrømme. F.eks. symmetrisk kabel, filter, mv.
  - lederisolation vælges så kondensatoreffekt reduceres mest muligt for at undgå effekttab.
  - forsyningskabler til og fra frekvensomformer samt i motorer skal afsluttes EMC-mæssigt korrekt og med respekt afstande efter leverandørens anvisninger.
    - kablet bør være EMC beskyttet med dobbelt afskærmning (flet og folie).
    - kablets skærm skal tilsluttes med EMC forskrunding/møtrik eller 360°bøjle, og skal forbindes i begge ender.
    - Ved brug af stik til adskillelse skal der anvendes EMC variant.
- skærmafslutning alene med "pig-tail" er forbudt, medmindre det er i overensstemmelse med fabrikantens anvisning.

## 9.2.5 Brandsikre kabler for ABA, ABV mv.

Kabler for brandalarmeringsanlæg, brandventilation mv. skal udføres efter DBIs retningslinje nr. 232, nr. 027 og tilhørende retningslinjer.

Oplægges i føringsvej for bygning, gruppe 1a.

Brandsikre kabler skal være funktionssikre og skal overholde følgende standarder:  
IEC 60331-2 for Ø < 20 mm, brandtestet iht. DS/EN 50200  
IEC 60331-1 for Ø > 20 mm

## 9.3 Signalkabler

Oplægges i føringsvej gruppe 3a.

- signalkabler skal være skærmede og lederkvadrat minimum 0,75 mm<sup>2</sup>
- kablets skærm skal tilsluttes med EMC forskrunding/møtrik eller 360°bøjle. Kablets skærm skal ved samlinger i dåser/kasser altid monteres på isoleret kobberskinne eller bundplade.
- ved brug af stik skal der anvendes EMC variant
- hvis det ikke strider imod fabrikantens anvisninger, skal kablets skærm forbindes i begge ender, hvor det er muligt.
- skærmafslutning med "pig-tail" er forbudt, medmindre det er i overensstemmelse med fabrikantens anvisning.
- hvis der ikke er nogen terminaler til disponible ledere i signalkablerne, skal hver leder afsluttes ved hjælp af krympeflex og bundtes.
- multilederkabler skal være afskærmede parsnoede kabler med højst 32par.
- kabler der er tilsluttet maskiner skal være med flerkorede ledere.

## 9.4 Fiberkabler

Oplægges i føringsvej gruppe 3b.

Projektering herunder type og klasse og beregning af fiberinstallation skal udføres og

forelægges HOFOR til godkendelse før installation påbegyndes.

Følgende krav gælder medmindre andet er specificeret i SAB:

- optiske fibre skal være af glas, og det omgivne materiale skal være fibercoating omgivet af hård plast, med evt. farvet kappe yderst.
  - fiberkabel skal være af typen singlemode, gnaverbekyttet og egnet for udendørs-installation.
  - fiberkabler afsluttes i et patchpanel med splidsekassetter. Der anvendes LC stik eller E2000 stik.
  - samtlige fibre monteres i konnektorer og testes.
  - ved redundant fiberforbindelse, kan en fiber både samles ved splidsning og som konnektering ved, at patche med et patchkabel. Ved opkobling af udstyr, vil der altid skulle bruges patchkabel.
  - alle lysledere, herunder patchkablens ledere skal nummereres.
  - testrapport (OTDR-måling\* og dæmpningsmålinger) for alle lysledere skal afleveres til HOFOR ved aflevering af installationen.
- \* Optical time-domain reflectometer

## 9.5 Kommunikationskabler for Profibus

Oplægges i føringsvej gruppe 3b

- Profibus DP-kabel til fast og fleksibel installation, som type 2 x 0,64 mm<sup>2</sup> med aluminiumsfolie og fortinnet kobberskærm.
- der skal for hvert segment forefindes mindst ét disponibel stik til diagnosticering.
- hvis en komponent ikke er egnet til tilslutning med Profibus stik skal tilslutningen udføres efter fabrikantens anvisninger.
- kablets skærm skal forbindes i begge ender.
- skærmafslutning med "pig-tail" er forbudt, medmindre det er i overensstemmelse med fabrikantens anvisning.

## 9.6 Kommunikationskabler for Profinet

Oplægges i føringsvej gruppe 3b.

- skal være typegodkendt til Profinet, CAT5e og industriel udførelse.
- kablets leder og skærm skal forbindes i begge ender med industriel "fast connection" RJ45 konnektor med metalhus.

## 9.7 Kommunikationskabler for Ethernet

Oplægges i føringsvej gruppe 3b.

- kablet skal være typegodkendt til Ethernet, minimum CAT6a skærmet.
- ethernet kabler skal konnekteres i begge ender med RJ45 konnektor med metalhus og skærm for en båndbredde på 500MHz medmindre andet fremgår af SAB.

## 10 Komponenter

### 10.1 Frekvensomformere

Frekvensomformere skal monteres uden for tavlen og være minimum i en IP 54 udførelse, samt med lokalt betjeningspanel og fieldbus kommunikation.

- frekvensomformere skal overholde DS/EN 61800-5-1.
- det skal vurderes om frekvensomformere skal leveres med udgangsfilter som f.eks. common mode filter, i samarbejde med producenten.
- det skal vurderes om der skal anvendes filtrering mod overharmoniske strømme og spændinger.
- levering af frekvensomformere inkluderer opsætning, indstilling og dokumentation.
- indstillinger skal udføres med software og afleveres som en del af den færdige dokumentation.
- signaloverførsel til PLC skal foregå med fieldbus forbindelse.
  - frekvensomformeren skal være forberedt med Profibus DP eller Profinet.

### 10.2 Kommunikationsudstyr

HOFOR leverer konfigureret kommunikationsudstyr.

Hvis det fremgår af SAB skal entreprenøren levere en antenne for kommunikation via mobilnettet.

- antenntype skal godkendes af HOFOR.
  - antenne placeres udvendig og på vandret flade, f.eks. på gadeskab eller på bygningen.
  - el-entreprenøren skal vurdere i forhold til det mobile netværks dækning, at antennen er placeret, så der er gode modtageforhold.
- el-entreprenøren etablerer kabelforbindelse fra modem i styretavle til antenne.
  - antennekabel oplægges i føringsvej gruppe 3a.
- huller til gennemføring skal udføres af fabrikanten for det udstyr som antenne placeres på, f.eks. et gadeskab.
  - alternativt skal entreprenøren udføre huller og overfladebehandle efter fabrikantens anvisning.
  - tætning af gennemføringer skal udføres enten med pakning eller membran.

#### 10.2.1 tekniske specifikationer for antenner:

- antennestik udføres som SMA (male) og kabler skal være 2 x RG174.
- antenner skal understøtte 4G og 5G.
  - frekvensbånd der som minimum skal understøttes:
  - 700MHz, 800MHz, 900MHz, 1800MHz, 2100MHz, 2600MHz,
  - 1500MHz, 2300MHz, 3500MHz, 26GHz.
- VSWR\* max. 3 i ovenstående frekvensbånd. \* VSWR = Voltage Standing Wave Ratio
- gain [dBi] min. 2,5 i ovenstående frekvensbånd.

## 10.3 Nødstop

Nødstopkredse skal udføres iht. maskinens risikovurdering.

- nødstop, nødafbrydere og nødstopledninger skal udføres iht. følgende standarder:
  - DS/EN 13850
  - DS/EN 60947-1
  - DS/EN 60947-5-1
  - DS/EN 60947-5-5
- nødstop skal være af paddehattypen
  - minimum Ø30 mm
  - skubbe og dreje for at tilbagestille.
- beskyttelseskapper anvendes hvis det ikke på anden måde er muligt at forebygge utilsigtet aktivering.
- alle nødstop skal som minimum have et antal NC-kontakter og NO-kontakter som opfylder den aktuelle SIL klasse.

## 10.4 Nødforsyning

### 10.4.1 UPS

Se ELSRO 104

## 10.5 Afbrydermateriel

Afbryder og stikkontakter udføres som minimum i tætningsklasse IP44, dog kan der i kontorlignende miljøer (som mandskabsbygninger m.v.) anvendes IP20-materiel.

## 10.6 Lokale forsyningsadskillere

Maskinkomponenter og lignende skal udføres med lokal forsyningsadskiller (sikkerhedsafbryder) så det er muligt at adskille installationen.

- forsyningsadskillere skal være i stand til at afbryde fuldlaststrømmen.
- forsyningsadskillere kan være udført som industrielle stik,
  - i Spildevand anvendes som udgangspunkt industrielle stik (når det er muligt).
  - på AMV må der generelt ikke anvendes industrielle stik som forsyningsadskillere.
- forsyningsadskillere skal have meldekontakt som kan forbindes til styrekreds.
- forsyningsadskillere placeret efter frekvensomformere skal være EMC variant.
- forsyningsadskillere skal:
  - være muligt at aflåse med hængelås
  - være i stand til at afbryde alle spændingsførende ledere, inkl. evt. nul.
  - som minimum omfatte en ekstra kontakt (1 stk. NO), der skal indgå i kontrolkredsløbet.
- forsyningsadskillere skal være grå med et sort håndtag (gælder ikke stik)
- placering af forsyningsadskillere og industrielle stik skal aftales med HOFOR
  - placering skal være i umiddelbar nærhed af udstyret der forsynes
  - placering skal sikre let tilgængelighed
  - stik under terræn, f.eks. i brønde, skal altid placeres så højt som muligt
- forsyningsadskillere og strømstik skal tydeligt opmærkes med TAG navn.

## 10.7 Transmittere, følere og kontakter

Signalkabel til udstyr som transmittere, følere og kontakter udføres som skærmet styrekabel direkte til styretavle, og skal afsluttes i udstyret.

- der skal altid være en overlængde på signalkabler af hensyn til service.
- niveaumålere og niveaudeviper skal ophænges med kabelafastning som type SP1-SP3.
- evt. kabelsamlinger for vådt placeret signalkabel skal udføres med limmuffe eller i gelfyldt forgreningsdåse med forskruninger i tæthedsklasse IP67.
- placering af betjeningsenheder skal aftales med HOFOR
  - betjeningsenheder skal altid placeres let tilgængelig.
- alt udstyr skal tydeligt opmærkes med TAG navn.

Strømforsyning af transmittere der kræver selvstændig forsyning

- se afsnittet "lokale forsyningsadskillere"
- der skal være separate sikringsgrupper for hver transmitter
- kabler skal afsluttes i transmitter

## 10.8 Aktuator

Se afsnittet "lokale forsyningsadskillere"

- der skal være en separat sikringsgruppe for hver aktuator
- kabler skal afsluttes i aktuatorhus
  - for aktuatorer med fabriksmonteret ledning afsluttes kabler i forskruningsdåser.
- styrekabel til motoraktuatorer udføres skærmet
- placering af aktuatorens betjeningsenhed skal aftales med HOFOR, betjeningsenheden skal altid placeres let tilgængelig.
- aktuator og betjeningsenhed i terræn skal beskyttes mod utilsigtet betjening, ved aflåsning.
- aktuator opmærkes med TAG navn.

## 10.9 Drænpumpe

Se afsnittet "lokale forsyningsadskillere"

- elinstallationen til drænpumper afsluttes i industrielle stik for både kraft og signal overførsel, i tæthedsklasse IP67
- sikringsgruppe skal kunne overvåges fra SRO.

## 10.10 Kran

Se afsnittet "lokale forsyningsadskillere"

## 10.11 Vandvarmer

Se afsnittet "lokale forsyningsadskillere"

## 10.12 Elradiator

Se afsnittet "lokale forsyningsadskillere"

- for 230V elradiator afsluttes installationen i stikkontakt IP44 (stik med sidejord).

## 10.13 Affugtningsanlæg

Se afsnittet "lokale forsyningsadskillere"

- for 230V affugtningsanlæg afsluttes installationen i stikkontakt IP44 (stik med sidejord).

## 10.14 Ventilation

Se afsnittet "lokale forsyningsadskillere"

- ventilatormotorer og elvarmeplader afsluttes med "lokale forsyningsadskillere" eller industrielle strømstik.
- ventilationsanlæg udføres som maskininstallation i henhold til EN 60204-1.

## 10.15 Stikkontaktstationer

Stikkontaktstationer (arbejdsstrømstavler) til service skal etableres i rimeligt omfang.

Ved stationer, hvor stikledningskredsløbet er 25 A, etableres mindst 1 stk. 16 A stikkontaktstation, der består af:

- 1 stk. 16 A CEE 3P+N+PE
- 1 stk. 16 A CEE 1P+N+PE
- 1 stk. 16 A 1P+N+PE (med sidejord,)

Ved stationer, hvor stikledningskredsløbet er større end 50 A, etableres udover ovennævnte 16 A stikkontaktstation mindst 1 stk. 32 A CEE 3P+N+PE.

## 11 Mærkning

El-entreprenøren skal navngive og opmærke føringsveje, kabler, forgreningsdåser og elektriske komponenter. Se mere om mærkning i selvstændigt afsnit om føringsveje.

- navngivning skal fremgå af dokumentationen, f.eks. el-tegninger, kabel-, styk- og komponentlister.
- HOFORs referencebetegnelser (TAG/KKS-numre) indgår i navngivningen.
  - se afsnittet "mærkning af komponenter"
- mærkning og fastgørelse skal være holdbar i materiellets levetid
  - f.eks. resistens over for UV-lys, olie, fedt, vejr og varme/kulde.
- mærkning af forgreningsdåser og stik, skal ske i henhold til tavle og sikringsgruppe tilhørsforhold.
- mærkning skal være på dansk, bortset fra mærkning på masseproducerede komponenter, hvor mærkningen kan være engelsk.
- mærkningen skal være tydelig og forståelig
  - f.eks. er det ikke tilstrækkeligt at mærke en kontakt "Start", hvis det er muligt at spørge: "Start hvad".

### 11.1 Mærkning af beskyttelsesledere

- alle beskyttelsesledere skal opmærkes med entydigt ID som skal fremgå af målerapport.
  - klistermærker kan kun anvendes på indendørs plane flader der ikke forventes at blive udsat for forurening.
  - skinner og lignende skal være mærket fra producenten vha. prægning (slag stempel).



## 11.2 Kabelmærkning

Kabler skal mærkes i begge ender.

- selvlaminerende kabelmærker / Wraparound tillades ikke.
- type af skilte (plastik) og dertil hørende fastgørelse med kabelbindere skal være vejr- og UV-bestandig.
- skriftfarve på skilt skal være sort og skiltebaggrundsfarven hvid eller gul.
- alle stik skal mærkes med referencebetegnelser og nummer.
  
- Hvis kablerne er monteret i en boks med forskruninger, skal kabelmærker anbringes på ydersiden af fordelerboksen.
  
- Hvis kablerne kommer ind i tavler, skal kabelmærker anbringes så tæt på terminalen som muligt.
- Ved brug af 1-lederkabler eller parallelle kabler skal alle kabler nummereres med individuelle kabelnumre.

Særlige krav til nummerering gælder for AMV og fjernvarme, se forsyningsspecifikt afsnit.

For øvrige forsyninger gælder at:

- kabelnummeringen udføres i henhold til kredsskemaet.
- kabelnummeringen skal som minimum indeholde tavlenavn, sikringsgruppe og kabelnummer, eller efter nærmere krav fra den enkelte HOFOR-forsyning.

## 11.3 Ledermærkning

Se ELSRO 104

## 11.4 Terminalmærkning

Iht. DS/EN 60445

## 11.5 Mærkning af forgreningsmateriel

Stikkontakter og dåser skal mærkes med tavle og beskyttelsesmateriellets gruppe ID.

Der anvendes hvide labels med sort tekst.

## 11.6 Mærkning af komponenter

Kontrahenten skal montere TAG-skilte for alle komponenter

For følgende forsyninger leverer HOFOR TAG-skilte:

- vand
- spild
- fjernvarme
- fjernkøl

For øvrige forsyninger skal kontrahenten levere TAG-skilte efter aftale med HOFOR.

TAG-skilte skal fastgøres under hensyntagen til lokale forhold. Som udgangspunkt anvendes coated stålwire-

## 12 Idriftsættelse

Idriftsættelse kan finde sted når nedenstående ydelser er gennemført og den tilhørende projekterings- og "som udført" dokumentation er overdraget til HOFOR.

### 12.1 Verifikation

El-entreprenøren skal gennemføre nødvendige og lovgivningsmæssige verifikationer i elinstallationen efter DS/HD 60364-6 eller DS/EN 60204-1 (afsnit 18), afhængig af hvilken standard/norm elinstallationen er udført efter.

Funktionsprøve af visse elinstallationer skal desuden udføres efter bygningsreglementets krav.

HOFOR skal inviteres til afprøvning og idriftsættelse

Minimum afprøvning:

- a. Gennemgangs test for PB-ledere og PE-ledere (måles i ohm)
- b. Overgangsmodstand til jord
- c. Elinstallationens isolationsmodstand
- d. Automatisk afbrydelse af forsyning (RCD)
- e. Kontrol og registrering af indstillingsværdier
- f. Fejlsøjfeimpedans og prospektive kortslutningsstrøm
- g. Polaritetsprøve
- h. Fasefølge
- i. Spændingsprøve
- j. Spændingsfald
- k. Funktionsprøve

Der skal på anmodning udleveres kopi af certifikat for udført kalibrering af testinstrument.

El-entreprenøren skal aflevere verifikationsrapport på elektronisk form til HOFOR.

### 12.2 Signal test

El-entreprenøren skal i samarbejde med SRO-leverandøren udføre og dokumentere test af I/O signaler.

- El-entreprenøren skal sikre, at alle instrumenter og alt elektrisk udstyr afleveres konfigureret og indstillet med f.eks. måleområde, setpunkter m.v.
- konfigurationer og indstillinger skal dokumenteres.
- El-entreprenøren skal konfigurere frekvensomformere for motorer med alle parametre (reguleringsområde, ramper, alarmindstilling m.v.).

## 12.3 Termografering

Der skal for nye eller ændrede installationer udføres certificeret termografering af frekvensomformere, motorer, tavler, kabelskabe, transformere, invertere m.v. under normal belastning.

- der skal udføres oversigtsbilleder og nærbilleder i en passende opløsning.
- alle billeder skal følges med et normalt billede.
- fejl skal rettes og dokumenteres med ny termografering og en godkendt termograferingsrapport skal afleveres til HOFOR.
- termograferingsrapport skal indeholde kommentarer og fejlretningshistorik.
- der skal på anmodning kunne fremvises kalibreringscertifikat for termografiudstyr.

## 13 Dokumentation

Kravspecifikation for anlægsdokumentation (ANL101) beskriver overordnet omfang og krav til dokumentationsleverancer, herunder filformater, komponent/dokument data og instruktioner til udførsel af dokumentation.

Følgende standarder benyttes ifm. udarbejdelse af el-dokumentation, medmindre andet aftales.

- DS/EN 81346-1 og 2 strukturering og navngivning af komponenter
- DS/EN 62023 strukturering af el dokumentation.
- DS/EN 61082-1 udarbejdelse af skemaer, tegninger, tabeller og diagrammer
- DS/EN 60617 el symboler
- DS/EN 20607 brugsanvisninger for maskininstallationer

For alle el-tegninger, skemaer og lister skal HOFORs standardskabelon benyttes som grundlag. Det vil sige, at de færdige el-tegninger efter levering og idriftsættelse af tavlerne opbygningsmæssigt skal ligne HOFORs standardtegninger og layout.

Nærværende kravspecifikation og evt. udleverede skabelonstegninger kan indeholde supplerende krav som vægter højere end standarderne ovenfor.

Maskinfabrikanten skal sørge for, at den tekniske dokumentation leveres med hver enkelt maskine, udstyr eller anlæg, iht. listen i DS/EN 60204-1 afsnit 17. Der skal som minimum leveres de data, som er nødvendige for identifikation, transport, installation, ibrugtagning, anvendelse, vedligehold, demontering og skrotning af det elektriske udstyr.

Der vil blive foretaget en visuel inspektion af installationsarbejdet for at kontrollere, at arbejdet er i overensstemmelse med den tekniske dokumentation.

### 13.1 Omfang:

El-entreprenøren skal som minimum overdrage følgende for deres leverance medmindre andet aftales.

#### Før tavler bygges og installation påbegyndes

- arbejdsmiljørelateret dokumentation beskrevet i AM101
- projekteringsdokumentation
  - tavlespecifikationsskema
  - el-tegninger

- tavledokumentation
- installation (plantegninger)
- føringsveje (plantegning eller 3D)
- el-dimensionering
- komponentliste (Se ANL 101)
- kvalitetsdokumentation relateret til CE mærkning
  - farevurdering
  - risikovurdering
  - sikkerhedsløsninger
  - liste over anvendte standarder
  - overensstemmelseserklæringer/inkorporeringserklæringer
  - aftaledokument (ansvar og roller ift. CE-mærkning og overensstemmelsesvurdering)

## Før idriftsættelse

- koblingsplan
- signal liste
- verificere dokumentation for maskinen
- gennemføre test iht. testprotokoller
- kontrolrapporter for kommunikationskabler, herunder fiberkabler og fieldbuskabler.

## Før aflevering

- ovenstående dokumentation "som udført"
- dokumentliste (skabelon udleveres)
- manualer
- betjeningsvejledninger/brugsanvisninger
- datablade
- service- og vedligeholdelsesdokumentation
- vugge til grav oplysninger for maskinen (DS/EN 60204-1 afsnit 17)
- ydeevnedeklaration
- funktionstest jf. BR18
- testcertifikater
- testrapporter
- termograferingsrapporter

El-tegningerne skal som minimum indeholde indholdsfortegnelse, kredsskemaer, styklister, kabellister, klemrækker, tavlelayout m.v.

HOFORs standardtegninger og symboler skal bruges. Komponenter og symboler, som ikke findes i databasen, skal oprettes af el-entreprenøren og overdrages til HOFOR efter godkendelse.

## 13.2 Filformater:

Oversigt over dokumentation og krav til filformater.

- Der anvendes nyeste softwareversioner, se dog ANL 101 angående anlægstegninger.
- I det enkelte projekt aftales eventuelle afvigelser.

Tabel 1

Dokumentation	Format	Format
Anlægstegninger	Original redigerbar format	.dwg
Kabeldimensionering	Original redigerbar format Regneark PC Schematic Cabledim	.xlsx .pro
EI-dokumentation	PC Schematic	.pro
Proceskomponentlister	MS Excel	.xlsx
Signallister	MS Excel	.xlsx
Øvrig dokumentation	MS Office eller pdf	

## 13.3 CE-mærkning

Maskiner og procesanlæg skal overensstemmelsesvurderes og CE-mærkes iht. relevante EU-direktiver.

- ansvar og roller skal aftales ved projektstart (fremgår evt. af SAB).
- aftalen skal dokumenteres (brug evt. CE-mærkningsprocedurens bilag 09.1 eller 09.2)

## 14 Oprydning og rengøring

Affald fra egen leverance og fra udstyr, som leveres af bygherren til brug i installationen, skal løbende fjernes fra arbejdsstedet, så det fremstår ryddeligt.

Alle udførte installationer skal leveres rengjorte.

- inden aflevering skal eventuelt byggestøv, ledningsaffald, afklip fra kabelbindere mv. fjernes.
- der skal foretages en støvsugning af materiellet både ud- og indvendigt.
- eksisterende installationer skal overleveres i den stand, som de er blevet modtaget.

## 15 Forsyningspecifikke krav

### 15.1 Vand

### 15.2 Spildevand

#### 15.2.1 Elinstallation materiel i våde områder

Kabelbinder, og øvrigt befæstelses materiel, skal være i syrefast rustfri stål. Kabelbindere kan alternativt udføres som type ethylene tetrafluoroethylene (ETFE).

#### 15.2.2 Føringsvej i våde områder

Alle føringsveje i våde områder skal udføres i syrefast rustfri stål eller plastmaterialer der er modstandsdygtige for svovlbrinte, syre og base.

Det er tilladt at udfører skjult rørinstallation i våde områder.

Hvor der er risiko for at føringsvejen kan blive oversvømmet, skal føringsveje udføres i glatte rør for at segmenter/slam ikke hober sig op. Alle føringsveje skal lukkes vandtæt mod våde områder.

#### 15.2.3 Elinstallation i bygværk

Alle installationer skal være modstandsdygtig over for svovlbrinte, syre og base.

Elinstallations afslutninger og forgreninger, skal udføres med forskrunding. Skærmet kabel skal afsluttes/monteres i skærmede kabelforskrunding.

Alle bygværker under terræn, der indeholder installation, (undtagen våde områder) skal indeholde følgende faciliteter:

- sikkerhedsbelysning (lyskilde med batteribackup).
- kontakt for lys ved adgangsveje.
- kontakt for forcering af ventilation ved adgangsveje, hvor der er mekanisk ventilation.

#### 15.2.4 Industrielle strømstik

Kravet for industrielle strømstik skal ligeledes overholde samme krav som for "lokale forsyningsadskillere".

Industrielle strømstik, beskrives som stik der er modstandsdygtig for svovlbrinte og havvand og har høj mekanisk styrke, opfylder IP 67 og IP 68 og er udviklet til brug under ekstreme miljøforhold og

designet til høje vibrationskrav.

Industrielt strømstik kabinettet skal være EMC-resistent ved frekvens reguleret skærmet kabler. IP 44 accepteres for mindre kritiske installationer i tørt opstillet miljø. For IP-klasser se også nedenstående afsnit.

## 15.2.5 Frekvensomformere og softstartere

Frekvensomformer og softstarter til spildevand skal dimensioneres efter en fuldlasts strøm ved tung belastning "Heavy load / Høj overbelastning". Frekvensomformer og softstarter skal have effekt til at starte en motor med høj start moment. Alternativt vælges en frekvensomformer – softstarter med en nominal effekt større, større end motorens optagne effekt. Tæthedsklasse skal som minimum opfylde IP54, ved montage på væg.

Frekvensomformer skal som udgangspunkt vælges med ekstra begrænsning af harmoniske strømme. "Lav harmoniske drev". Hvor der er risiko for svovlbrinte, skal printkort skal være udført med ekstra lakering.

## 15.2.6 Elinstallation til pumpemotor.

Der skal være en sikringsgruppe i tavle for hver pumpe, med mulighed for overvågning og overstyring fra SRO. Elinstallation til spildevandspumper afsluttes i industrielle strømstik IP67, så det er muligt for en instrueret person at demontere pumpemotor for service.

Placering af industrielle strømstik skal aftales med HOFOR, industrielle strømstik skal altid være let tilgængelig ved placering eller ophængning.

Industrielt strømstik under terræn skal altid placeres så højt som muligt i tilfælde af vandindtrængen.

Tørt opstillet pumpemotor der er frekvensreguleret skal, ligeledes tilsluttes direkte til en beskyttende potentialudligning (PB-ledere).

Motorkabler mellem motor og industrielle strømstik, skal ophænges med kabelafastning og må ikke fastgøres til føringsveje, og eventuelle gennemføringer skal have en størrelse så strømstikket kan passere.

## 15.2.7 Spildevandspumpe

Der er 2 typer af spildevandspumper

- Pumpemotor uden tilledning hvor tilslutning udføres i motorens klemkasse.
- Druknesikret pumpemotor med fabriksmonteret tilledning, hvor tilslutningen foretages i industrielle strømstik og/eller forsyningsadskillere.

Afhængig af størrelse og type kan pumpemotorerne være monteret med et eller flere kabler, og kan være udstyret med digital/analog termokontakt i viklingen, og pumpemotoren kan være forsynet med føler i oliekommer mellem kapsling (PE) og føler. Alle pumpemotors kabler skal kunne adskilles, blandt andet for kontrolmåling af modstanden. For kontinuerlig måling af overgangsmodstanden (vand i olie) i kammeret, skal det forbindes til et konduktivt relæ i styretavle, der giver alarm ved modstanden < 60 kohm.

Spildevandspumpe opmærkes med TAG navn.

## 15.2.8 Elinstallation til hydraulikstation

Der skal være en sikringsgruppe i tavle for hver hydraulikstation, med mulighed for overvågning og overstyring fra SRO. Der skal være industrielle strømstik for både kraft og

signal overførsel og udføres i tæthedsklasse IP44, så en instrueret person kan afbryde/demontere hydraulikstationen for service og vedligehold. Placering af industrielle strømstik skal aftales med HOFOR. Placeringen skal som udgangspunkt altid være i umiddelbar nærhed af hydraulikstationen, og være let tilgængelig.

Hydraulikstationen opmærkes med TAG navn.

Styre/signal kabler til magnetventiler og instrumenter på hydraulikstationen udføres som skærmet styrekabel direkte fra tavle til demonterbare stik med indikator eller fabrikantens tilslutningsboks. Der skal altid være en overlængde på styrekablet, så det er muligt at placeringen kan justeres/flyttes.

Signal kabler til digital-analog sensor på hydraulisk aktuator udføres som skærmet styrekabel direkte fra tavle til demonterbare stik eller fabrikantens tilslutningsboks.

Der skal altid være en overlængde på styrekablet, så det er muligt at placeringen kan justeres/flyttes.

## 15.2.9 Elinstallation til kompressor og vakuumpumpe

Der skal være en sikringsgruppe i tavlen for hver hydraulikstation, med mulighed for overvågning og overstyring fra SRO, for at kompressor- vakuumpumpe ikke holder driftstryk i stilstandsperiode. Der skal være et industrielle strømstik for både kraft og signal overførsel og udføres i tæthedsklasse IP44, så en instrueret person kan afbryde/demontere kompressor- vakuumpumpe for service og vedligehold.

Placering af industrielle strømstik skal aftales med HOFOR. Placeringen skal som udgangspunkt altid placeres i umiddelbar nærhed af kompressor- vakuumpumpe, og være let tilgængelig.

Styre/signal/kraft kabler til digital-analog sensor og aktuator ved kompressor- vakuumpumpe udføres som skærmet styrekabel direkte fra tavle.

Der skal altid være en overlængde på styrekablet, så det er muligt at placeringen kan justeres/flyttes.

Kompressor- vakuumpumpe opmærkes med TAG navn.

## 15.2.10 Elinstallation til niveaumåler

Niveaumåler til pumpestyring, der skal aktuelt niveau præsenteres lokal ved betjeningspanel. Undtagen minipumpestation. Elinstallation til niveaumåler udføres som skærmet styrekabel direkte fra tavle. Der skal altid være en overlængde på styrekablet, så det er muligt at placeringen kan justeres/flyttes.

Niveaumåler opmærkes med TAG navn.

## 15.2.11 Drikkevandssikring

Hvor der er risiko for at vandforsyningen kan blive oversvømmet med spildevand, skal vandforsyningen sikres mod forurening. Dette gøres med en drikkevandsgodkendt aktuator, som kun er aktiv/åben når lysinstallation er aktiv. Aktuator skal være med overvågning og



---

overstyring fra SRO. Aktuator skal kunne betjenes mekanisk/manuelt.  
Aktuator opmærkes med TAG navn.

## 15.2.12 Elinstallation til drikkevandssikring

Elinstallation til aktuator udføres som skærmet styrekabel direkte fra tavle med overvågning og overstyring fra SRO, afsluttes i aktuator.

## 15.3 Fjernvarme

### 15.3.1 Arbejdets udførelse

### 15.3.2 Magnetventiler og givere

Samme krav som AMV

### 15.3.3 Materialer

#### Kapslingsklasser

Samme krav som AMV

### 15.3.4 Belysning

#### 15.3.4.1 Lysstyring

Samme krav som AMV

### 15.3.5 Føringsveje

#### 15.3.5.1 Generelt

Samme krav som AMV

### 15.3.6 Kabler

Kabler skal indføres i forgreningsdåser og komponentbokse fra undersiden.

#### 15.3.6.1 Kabel nummerering

##### Kabelskilt design

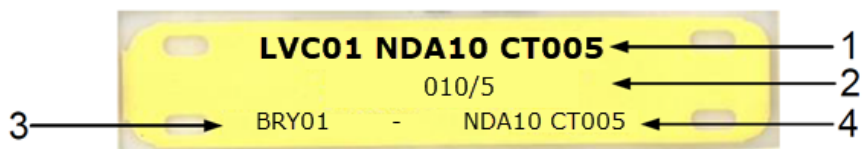
Skiltet skal være halogenfrit og UV resistent samt temperaturrestant til 90 °C.

Dimension: 75 x 15 mm

Eksempel 1:



Eksempel 2:



	Beskrivelse
1	KKS reference betegnelse
2	Nøgleskema sidenr. og strømvej.
3-4	Fra / Til KKS reference betegnelse (vilkårlig rækkefølge)

## KKS reference betegnelse

Der er to måder at nummerere på.

Niveau	0	1		2
	Site	Funktion		Kabelnummer
a.	AAANN	(N)	AAA	NNNN
	Site	System		Aggregat
b.	AAANN	AAANN		AANNN

AAANN bogstavciffer kode for site (niveau 0) anvendes i alle tilfælde.

a. Anvendes for kabler mellem to tavler/underfordelere:

- niveau 1: funktions-cifferkode (N) for angivelse af proceslinje, f.eks. "1" for kedel 1 (option som skal aftales i projektet).
- +
- niveau 1: funktions-bogstavkode AAA for den ene tavle med prioritet til den første i alfabetisk rækkefølge (f.eks. BFE frem for BRY).
- +
- niveau 2: kabelnummer NNNN (se nedenstående tabel).

b. For kabler fra underfordeler/sikkerhedsafbryder til komponent anvendes KKS-nummer for komponenten, f.eks. NDA10 CT005.

NNNN ciffer koden vælges iht. tabellen for punkt 1 og 2.

Kabelnummer	Anvendelse	Føringsvej gruppe	Spændingsniveau
0001-0999	Højspænding, gruppe 0	0	>1000V AC
1001-1999	Forsyning	1	50-1000V AC
2001-2999	Målekredse	3a	0-50V AC/DC
3001-3999	Svagstrømskabler	3a	0-50V DC
4001-4999	Fiber/IT kabler (ikke PoE)	3b	0-50V DC
5001-5999	Fiber/IT kabler (PoE)	3b	0-50V DC
6001-6999	Ikke i brug		
7001-7999	Luftslanger	4	
8001-8499	Forsyning	2	0-50V AC/DC
8501-8599	Forsyning	2	0-50V AC/DC
8601-8999	Forsyning	2	0-50V AC/DC
9001-9999	Fiber	2b	

## En leder kabler og parallelle kabler

- For parallelle kabler gives hvert kabel et selvstændigt nummer.
- For en leder kabler betegnes de tre faser og nul med samme kabelnummer efterfulgt af en pol betegnelse.

Eksempel:

BFE1007 – L1

BFE1007 – L2

BFE1007 – L3

BFE1007 – N

I kabellister betegnes en leder kabler f.eks. BFE1007 4x1x240

## 15.3.7 Komponenter

### 15.3.7.1 Motorer

Samme krav som AMV

### 15.3.7.2 Afbrydermateriel

Samme krav som AMV

### 15.3.7.3 Stikkontaktstationer

Stikkontaktstationer til service med maksimum 25 m indbyrdes afstand.

## 15.4 Fjernkøling

### 15.4.1 Kabel nummerering

Som Fjernvarme

Der henvises i øvrigt til SAB for det specifikke projekt.

## 15.5 Amagerværket

### 15.5.1 Projektering

Den elektriske installation skal som minimum udlægges for følgende temperaturer medmindre andet er angivet i SAB.

Kontrolrum:	+10°C til +40°C
Elektrisk rum:	+5°C til +40°C
I anlæg indendørs:	+5°C til +50 °C
I anlæg udendørs:	-30°C til +40°C

I nogle tilfælde kan omgivelsestemperaturen være højere end angivet her, i sådanne tilfælde skal de aktuelle temperaturer anvendes. Hvis komponenterne er placeret i direkte sollys, kan temperaturerne stige til over 40°C.

### 15.5.2 Arbejdets udførelse

#### 15.5.2.1 Opsætning af tavler, skabe, underfordelere og samlekasser

Tavler, skabe, underfordelere, samlekasser mv. opsættes med en afstand på min. 50 mm til ydervægge og andre bygningskonstruktioner, hvor der kan skabes en kuldebro mellem tavle og væg, så kondensproblemer undgås. I øvrigt skal tavlerne opsættes efter fabrikantens forskrifter og være forsvarligt fastgjort til stativer eller bygningskonstruktioner med egnet befæstigelsesmateriel.

Kabelindgangen skal være i bunden for at undgå, at evt. vand eller lignende kan trænge ind i tavler/

komponenter. Tavler, som er placeret på gulv eller dæk, skal understøttes på forsvarlig vis, så der ikke forekommer vrid i tavlestativet.

Til lokale forsyningsadskillere og stikkontakter skal der leveres og monteres konsoller i passende størrelse.

Konsollerne skal være med et halvtag, der kan beskytte komponenterne hvis der er risiko for vand eller andre faldende emner. Endelig udformning af konsollerne skal aftales med bygherren.

Følgende komponenter placeres med overkant over færdigt gulv eller galleririste efter følgende mål:

- Underfordelere, samlekasser: 1900 mm
- Sikkerheds-/reparationsafbryder, nødstop mv.: 1400 mm
- Stikkontakter og afbrydere: 1200 mm

## 15.5.2.2 Servodrev

I alle servodrev skal tilslutningskablerne afsluttes i en stikforbindelse med skrue- eller krimpforbindelse.

Dette gælder for følgende drevtyper:

- Elektriske servodrev
- Elektriske servodrev med integreret kobledel
- Pneumatiske servodrev

## 15.5.2.3 Magnetventiler og givere

I alle magnetventiler og givere skal tilslutningskablet afsluttes i en stikforbindelse med skrue- eller krimpforbindelse.

Magnetventiler skal være for  $24\text{VDC} \leq 2\text{W}$ , og være forsynet med LED. Spændingsniveauet kan være specificeret nærmere i SAB.

## 15.5.3 Materialer

### 15.5.3.1 Kapslingsklasser

- Kapslinger skal mindst være IP54 med lukkede låger og IP20 med åbne låger for tavler og skabe uden for elrum.
- Kapslinger skal være mindst IP55 for mindre montagemateriel som reparationsafbryder, nødstop, forgreningskasser o.l. Hvor der er støv, er kravet mindst IP65.
- Kapslinger skal være IP55 for binær og analoge givere samt magnetventiler. Hvor der er støv, er kravet mindst IP65.

## 15.5.4 Jordingsystemer

### 15.5.4.1 Systemjording

0,4kV og 0,7kV anlæg udføres som TN-S system. Der skal således etableres en jordforbindelse fra lavspændingssidens transformertjernetpunkt til jordingsanlægget.

220 VDC-anlæg skal enten være med IT- eller med TN-S systemjording. I 220 VDC TN-S systemjording er jordforbindelsen forbundet direkte mellem jordingsanlægget og strømkildens negative (-) klemme. Alle underfordelere og skabe, som forsynes fra 220 VDC anlægget beskyttes gennem forsyningskablets PE-leder.

24 VDC anlæg udføres som TN-S systemjording. Alle underfordelere og skabe, der forsynes fra 24VDC jordes gennem forsyningskablets jordleder.

## 15.5.4.2 Jordingsanlæg

Ringjord udføres med 1 x 95 mm<sup>2</sup> eller 1 x 185 mm<sup>2</sup> blank Cu-leder nedgravet rundt om bygninger og bygværk i en afstand af 1-2 m og i en dybde af ca. 1 m. Ringjord omkring bygninger forbindes indbyrdes, så de danner et udstrakt netværk.

I fundamentsjord anvendes 1 x 95 mm<sup>2</sup> blank Cu-leder indstøbt i betonen. Der skal være udføringsplader i betonfundamenter.

## 15.5.4.3 Potentialudligning

Der skal etableres en sammenhængende hovedjordskinne/PE i alle transformerrum, højspændingsrum og elrum. Hovedjordskinnen/PE udføres i blank massiv Cu i den rette dimension. Skinnerne mærkes med grønt/gult skilt med teksten PE.

Hovedjordskinnen/PE monteres på afstandsholdere direkte på bygningsdelene og forbindes til jordingsanlæg i terræn og til fundamentsjord med det nødvendige antal 1 x 95 / 185 mm<sup>2</sup> blanke Cu-ledere.

Inde i bygningerne etableres en hovedudligningsforbindelse/hovedjordskinne med en eller flere 1 x 95 mm<sup>2</sup> / 1 x 185 mm<sup>2</sup> blanke Cu-ledere oplagt og fastgjort i hovedkabelvejene type A eller B. Alle Cu-lederne forbindes til jordingsanlæggets hovedjordskinne.

Fra jordingsanlæggets hovedudligningsforbindelse etableres der udligningsforbindelser til metalliske installationer og bygningsdele herunder - men ikke begrænset - til følgende:

- Kabelstiger
- Standere og stativer til instrumentering og underfordelere
- Skabe, tavler og metalliske rammer til elektronisk udstyr
- Ventilationsanlæg inkl. kanaler herfor
- Konstruktions- og bygningsdele af metal i transformerrum og højspændingsrum
- Bæring til generatorskinner
- Styreskinner til elevatorer
- Vand- og varmerør
- Sprinkleranlæg
- Fast biobrændsels transportanlæg
- Rørbroer
- Stålsøjler i bygningen (bygningstål)
- Metaltrapper og gallerier
- Tanke og beholdere
- Maskinkomponenter og procesanlæg
- Partikelfiltre
- Alle udefra kommende rør, kanaler, kabelskærme.

Alle kabelstiger skal være i elektrisk forbindelse med hinanden og med passende mellemrum (pr. ca. 15 m) være forbundet til hovedudligning.

Til alle standere og stativer til instrumentering og underfordelere, til alle skabe og metalliske rammer til elektronisk udstyr og til alle ventilationsanlæg udføres udligningsforbindelse med en 16 mm<sup>2</sup> Cu-leder med grøn/gul isolation.

Til alle øvrige metalliske installationer og bygningsdele udføres udligningsforbindelse med en 1 x 95 mm<sup>2</sup> blank Cu-leder.

Alle kabelføringsveje, dvs. kabelstiger, gitterbakker, kabelbakker og kabelrør, skal udlignes i sig selv og til hinanden, samt til de tavler og elkomponenter, de forbinder. Fortrinsvis skal potentialudligning foretages via præfabrikerede samlelasker mv., som forbinder de enkelte stiger. Alternativt skal de enkelte kabelføringsveje udlignes internt med minimum 1G6 mm<sup>2</sup> blank kobberledning.

Såfremt der i kabelføringsvejen ligger et blank PB-kabel med minimum 16 mm<sup>2</sup> kobbertværsnit, er kabelføringsvejen at betragte som udlignet såfremt PB-kablet er forsvarligt fastgjort til stigevingen.

Kabelrør udlignes med minimum 4 mm<sup>2</sup> kobberledning.

## 15.5.5 Belysning

### 15.5.5.1 Armaturer

Belysningsarmaturer må ikke være gennemfortrådet. Der skal placeres en samlebox ved hvert armatur. Al belysning (armatur, driver) skal være tilgængelig fra gulv/ristedæk.

### 15.5.5.2 Lysstyring

I mindre rum < 5 meter til dør:

Ved hver dør skal der være tænd og sluk betjening. Alle belysningsarmaturer må gerne forsynes fra den samme gruppe.

I større rum > 5 meter til dør:

Ved hver dør skal der være tænd og sluk betjening. Belysningsarmaturer skal fordeles på minimum 2 grupper fra hver sin tavlesektion.

Afbrydere udføres som drejefafbryder i minimum IP 54.

Afbrydere tilsluttes SRO anlæg som indeholder styring af tænd-sluk funktioner.

### 15.5.5.3 Nødbelysning

Nødbelysning skal udføres i henhold til Installationsbekendtgørelsen Del 5-56.

Alle lysarmaturer skal forsynes fra et centralt 220 V batterianlæg med overvågning og styring af det enkelte lysarmatur. Lysarmaturer skal forsynes med adressemodul til dette formål.

## 15.5.6 Føringsveje

### 15.5.6.1 Generelt

Udførelse af føringsveje skal ske under hensyn til procesanlæggets temperaturudvidelse.

Hvor kabler kan blive udsat for beskadigelser (svejsegløder, olie, faldende genstande m.v.), eller

hvor afstande kræver selv bærende konstruktioner, udføres kabelveje lukkede i form af rør (runde eller firkantede), eller med passende afdækning.

Ved eventuel anvendelse af perforerede kabelplader skal kanter være ombukket med en højde af 20 mm.

Kabelplader anvendes kun efter aftale med montagetilsynet.

I områder med mulighed for meget støv skal stiger, som ligger vandret monteres på højkant for at minimere støvaflejringer i kabelvejene.

Kabelvej som er placeret under 1 meter i vandret og lodretplan (fra galleri / gulv) skal afskærmes mekanisk.

## 15.5.6.2 Grupper

Gruppe	Beskrivelse
Type A	Højspændingskabler >1000V (Se ELSRO 003)
Type B	Lavspændingskabler 50-1000V til procesinstallationer
Type C	Styrekabler 0-50V til procesinstallationer Analoge og digitale signaler. Netværks- og fieldbuskabler. Fibernkabler. SELV, PELV og FELV-kredse.
Type D	Lavspændingskabler 50-1000V til forsynings- og bygningsinstallationer.
Type E	Motorkabler med frekvensomformer
Type F	Lavspændings og svagstrømskabler 0-50V til bygningsinstallationer. ABA, ADK, AIA osv.

Arrangement af niveauer fremgår af SAB. Afstanden mellem de enkelte kabelvejsniveauer skal være minimum 300 mm.

## 15.5.6.3 Kabeloplægning

### Stikkabelveje (sekundære)

Stikkabelveje udføres i størst muligt omfang med kabelstiger eller gitterbakker.

Ved enkelt placerede aggregater eller komponenter kan lavspændingskabler (type B) og styrekabler (type C) placeres på samme stige, hvis et minimum afstandskrav på 100 mm kan overholdes, og kabelvejen derudover forsynes med egnet skillespor. Hvor der er risiko for støjende installationer (EMC), skal styrekablet lægges metalrør.



Stikkabelveje skal så vidt muligt tilrettelægges således, at der er mulighed for eventuelle senere udvidelser.

Kabelrør skal anvendes som beskyttelsesrør og ikke som stikkabelveje. Anvendes kabelrør til fremføring af kabler til enkelt placerede komponenter, skal disse have tilstrækkelig lysning for at lette en eventuel udskiftning af kabler ved reparation.

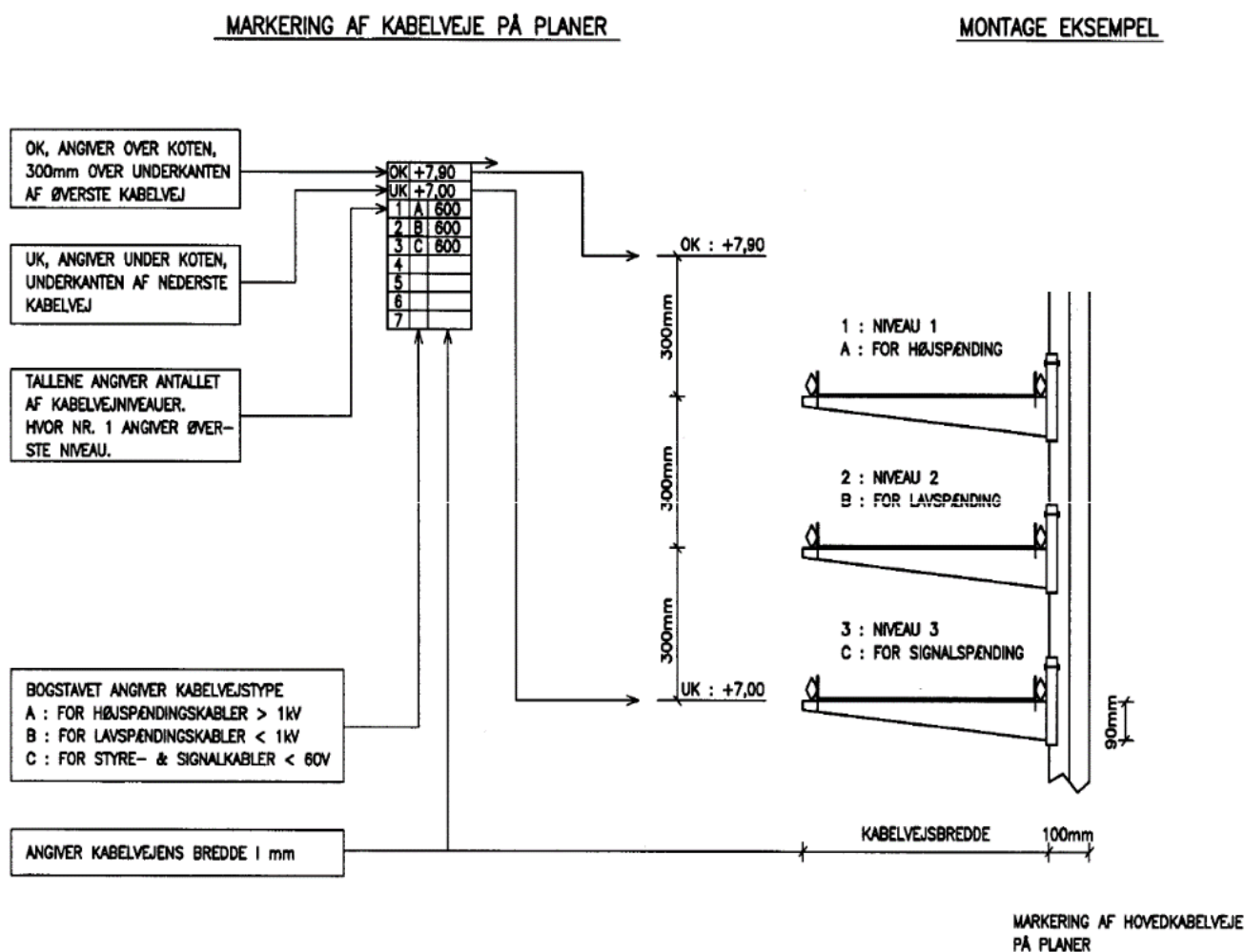
## 15.5.6.4 Materialer og bestykning

### Hovedføringsveje (primære)

På større anlæg skal der generelt anvendes 600 mm kabelstiger til hovedkabelveje. Placeringen af hovedføringsvejene angives på plantegninger, og skal følge de planlagte rør- og kabeltracéer gennem bygninger og procesanlæg.

Hovedføringsvejene skal dimensioneres, så de kan bære en punktbelastning på 120 kg ud over den projekterede kabelbelastning på føringsvejen.

Princip for opsætning og mærkning af hovedkabelveje på plantegningerne er her:



### Montage

Kabelvejene oplægges på konsoller, som fastgøres på bæringer i form af loftpendler eller vægskinner.

Fastgørelse af bæringer og udrustning til de primære stålkonstruktioner skal i videst muligt omfang udføres uden svejsning eller boring af huller i stålkonstruktionerne.

Er det nødvendig at anvende svejsning eller boring af huller til fastgørelse af bæringer og udrustning til de primære stålkonstruktioner, skal det godkendes af tilsynet.

Der skal i størst muligt omfang anvendes præfabrikerede samlelasker, bøjninger, T-stykker og bæringer.

Såfremt det er nødvendigt at fremstille disse på byggepladsen, skal de varmforzinkes inden montagen, eller efterbehandles.

Kabelveje, der oplægges direkte på væg eller loft, skal have en afstand til bygningsdelene på min. 50 mm.

Skabe og større montagekasser skal, hvor de opsættes på bygningsdele, holde en afstand fra disse på min. 50 mm, så kabler kan føres bagom.

Hvor føringsveje hviler på gulv, skal der gøres foranstaltninger mod rust, hvor der er risiko for vand mv. f.eks. ved understøbning.

Tavlestativer understøbes altid.

Alle kabelveje skal afsluttes 100 mm før kabelgennemføringer i væg eller dæk.

Er kabelveje eller bæringer anbragt på fundamenter, der er oplagt på vibrationsdæmpere (f.eks. turbine-generator fundament), må disse ikke være sammenhængende med kabelstiger på de faste bygningskonstruktioner. Der skal være en adskillelse mellem de fast oplagte kabelstiger og de vibrationsophængte kabelstiger på min. 200 mm.

Da alle kabelstiger, gitterbakker, kabelrør og bæringer er varmforzinkede efter fremstilling, skal evt. snitflader og svejsninger overfladebehandles, så korrosionsbeskyttelsen er intakt. Overfladebehandlingen udføres som en-komponent, organisk zinkstøvmaling, som påføres snitfladerne efter afrensning af svejseslagger, grater og lignende.

Alle snittede eller klippede ender på kabelveje og loftspendler skal afproppes med beskyttelsespropper alle steder.

### Bæringer, beslag og konsoller

Hvor der ikke kan anvendes standardbæringer, beslag og konsoller, skal disse special- eller opgavefremstilles. Stålkvaliteten og overfladebehandlingen skal opfylde materialekravene i SAB.

Svejsning eller lignende på rustfri emner skal efterbehandles ved bejdsning og efterfølgende børstning, så overfladerne fremstår som oprindeligt.

### Stålkvalitet

Alt konstruktionsstål til bæringer og beslag skal leveres i henhold til DS/EN 10025, som stål S235 efter normal sikkerhedsklasse med certifikat 2.2 i henhold til DS/EN 10204.

Alt rustfrit stål skal leveres i kvalitet som AISI 316 med certifikat 2.2 i henhold til DS/EN 10204.

#### Overfladebehandling af stål

Alle special- og pladsfremstillede beslag, konsoller, stativer, kabelrør mv. skal varmforzinkes med en tykkelse på minimum 115 µm. Testet jf. kategori b i DS/EN ISO 1461.

Varmforzinkning af plader med godstykkelser på 2-5 mm skal udføres, så emnerne sandblæses og varmforzinkes med en tykkelse på minimum 60 µm. Testet jf. kategori c i DS/EN ISO 1461.

#### Befæstelsesmateriel

Alle bolte, møtrikker, skiver, gevindstænger, ekspansionsbolte og slagankre for fastgørelse mv. skal være af stål 8.8 varmforzinkede eller A4 rustfrit stål, alt efter om der anvendes rustfri eller varmgalvaniserede kabelveje.

Alle nødvendige materialer såsom popnitter, bøjlebånd, kabelbøjler, skruer, bolte < M6, møtrikker < M6 mv. skal leveres i rustfrit stål kvalitet som A4 og AISI 316.

#### Kabelrør i bygninger

Kræves der bøjninger på rørene, skal disse udføres med dertil egnet bukkemaskine. Alle kabelrørender skal afgrates og forsynes med beskyttelsestyler, inden kabler trækkes.

### **15.5.6.5 Mærkning af føringsveje**

Alle kabelveje skal mærkes med skilte efter kabelvejstypen. Skiltene monteres minimum for hver 15 m og ved alle afgreninger.

For sekundære føringsveje mærkes de enkelte spor tilsvarende.

Endelig udformning mht. fabrikat, type, kvalitet, fastgørelse mv. af skiltning på de forskellige typer kabelveje skal godkendes af tilsynet.

### **15.5.7 Kabler generelt**

Kabler må ikke tilsluttes ved hjælp af stik, medmindre HOFOR godkender det, eller det fremgår af SAB. Det samme gælder for ledere inde i kabinetter og samlebokse som skal tilsluttes i klemmer.

Kabler skal indføres i forgreningsdåser og komponentbokse fra undersiden.

#### **15.5.7.1 Lavspændingskabler**

Alle kabler skal dimensioneres til en ledertemperatur på 70°C, også hvis kablet er designet til en højere ledertemperatur.

For effektkabler er minimum ledertværsnit 2,5 mm<sup>2</sup>. Forsyningskabler til sensorer - f.eks. flowmålere - skal have minimum ledertværsnit 1,5 mm<sup>2</sup>.

## 1-lederkabler

1-lederkabler oplægges fortrinsvis i trekant i overensstemmelse med kabelleverandørens montagevejledning og fastgøres med umagnetisk, ikke-brændbart befæstigelsesmateriel med tilstrækkelig mekanisk styrke til at fastholde kablerne ved en kortslutning. Ved valg af befæstigelsesmateriel skal tages højde for, at kabelisolationen ikke må tage skade ved en eventuel kortslutning. Leverandøren leverer skriftlig dokumentation med beregninger på, at den anvendte fastgørelsesmetode kan overholde de relevante kortslutningsforhold under worst case.

## Tilledninger

Tilledninger mellem overgangsbokse og sensorer skal være fleksible kl. 5 maskinkabler på minimum 5 x 0,75 mm<sup>2</sup> med nummererede ledere, ellers skærmede parsnoede kabler, minimum 2 x 2 x 0,5 mm<sup>2</sup>.

### **15.5.7.2 Signalkabler**

SRO stamkabler mellem kontrolanlægsskabe og underfordelere skal være skærmede parsnoede signalkabler med farvemærkning i henhold til DIN 57815/VDE 0815, maksimalt som 16 x 2 x 0,5 henholdsvis 32 x 2 x 0,5 mm<sup>2</sup>. Fremgår i øvrigt af SAB.

## **15.5.8 Komponenter**

### **15.5.8.1 Motorer**

Følgende gælder for motorer, såvel indendørs som udendørs.

#### **15.5.8.1.1 Standarder**

Motorer skal opfylde de gældende udgaver af følgende normer:

- DS/EN IEC 60034 Roterende elektriske maskiner
- DS/EN IEC 60072 Roterende elektriske maskiner – Dimensioner og udgangseffekt
- DS/EN 60085 Elektrisk isolation – Termisk klassificering og betegnelse

#### **15.5.8.1.2 Motortype**

Motorer skal være normmotorer i CENELEC-design. Byggeform i henhold til IEC 60034-7. Motorer skal være trefasede, asynkrone kortslutningsmotorer, beregnet til direkte start.

#### **15.5.8.1.3 Nominel ydeevne**

Alle motorer skal opfylde og prøves efter EN 60034-1.

Motorers mærkeeffekt skal overstige arbejdsmaskinens maksimale designbehov med et tillæg på mindst 10 % ved nominel spænding og frekvens. Motorer skal opfylde effektivitetsklasse IE4 i henhold til ECO design direktiv EF, Forordning (EU) 1781/2019, herunder de seneste konsoliderede versioner. Dykpumpemotorer, motorer med indbygget frekvensomformer og flerhastighedsmotorer er ikke omfattet af kravene til effektivitetsklasse.

## 15.5.8.1.4 Motordata

Motordata, som specificeret i bilag 1, skal oplyses. Det skal oplyses, hvorvidt motorer er rotorkritiske. Hvis det er tilfældet, skal det tilladelige antal starter fra kold og fra varm tilstand angives. Starttider større end 5 sek. for motor og tilkoblet arbejdsmaskine skal angives i skema for motordata, se sidste afsnit.

## 15.5.8.1.5 Driftsbetingelser

For motorer til produktionsenheder stilles i henhold til ” Kommissionens forordning (EU) 2016/631 af 14. april 2016 om fastsættelse af netregler om krav til nettilslutning for produktionsanlæg” krav fra Energinet til hvad en produktionsenhed skal kunne tolerere. Samtidig må motorer ikke tage skade, og temperaturgrænserne for klasse B isolation må ikke overskrides.

### 15.5.8.1.5.1 Spænding og frekvens

Motorer skal kunne arbejde fejlfrit og yde mærkeeffekten inden for følgende grænser:

- 3 x 400/690 V  $\pm$  10 %.
- 50 Hz  $\pm$  1 Hz.

Motorer skal kunne startes direkte ved 85 % spænding, tilkoblet den tilhørende arbejdsmaskine.

Motorer skal kunne tåle indkobling i modfase med en restspænding på 100 %. Motorer skal forblive i drift ved 75 %  $U_N$ , som kan forekomme under netforstyrrelser i op til ca. 3 sekunder. Motorer må under dette forløb ikke tage skade, og temperaturgrænserne for klasse B isolation må ikke overskrides.

Motorer skal kunne yde mærkeeffekten inden for de i ovenfor nævnte spændings- og frekvensgrænser, uden at de efter DS/EN 60034-1 tilladelige temperaturstigninger svarende til isolationsklasse B overskrides.

## 15.5.8.1.6 Udførelse

### 15.5.8.1.6.1 Spænding

Motorer skal være viklet for en spænding på 3 x 400 V i trekantkobling og 3 x 690 V i stjernekobling.

Tohastighedsmotorer accepteres kun efter særlig aftale med HOFOR, og skal da være udført med to adskilte viklinger.

### 15.5.8.1.6.2 Kapsling

Motorer og klemkasser skal mindst udføres i kapslingsklasse IP55, efter DS/EN 60034-5.

### 15.5.8.1.6.3 Stilstandsopvarmning

Motorer > 90 kW skal have indbyggede 1 x 230 V AC stilstandsvarmelegemer.

Motorer, der opstilles udendørs, skal have nedadvendte drænhuller.

### 15.5.8.1.6.4 Temperatur

Motorer skal være udført til klasse B udnyttet til klasse F. iht. DS/EN 60085.

## 15.5.8.1.6.5 Temperaturovervågning af viklinger

Motorer > 90 kW skal leveres fra fabrik med 2 stk. Pt-100 3-leder temperaturløber pr. fase (i alt 6 stk.), placeret i viklingens hotspot.

## 15.5.8.1.6.6 Køling

Motorer skal som udgangspunkt være luftkølede og udføres som IC41x efter DS/EN 60034-6.

## 15.5.8.1.6.7 Klemkasse

Klemkasse skal dimensioneres så alle kabeltyper, herunder AI-kabler, kan anvendes. Oplysning om maksimale kabeldimensioner og kabelsko skal angives i bilag 1. For motorer > 90 kW skal udformning og placering af klemkassen i hvert enkelt tilfælde aftales med bygherren.

Alle seks viklingsender skal være ført til klemkassen og skal kunne adskilles her. Klemkasser skal forsynes med klemme for beskyttelsesleder. Klemkasser skal udføres kortslutningsholdbare.

Klemkasser skal leveres med de nødvendige forskruninger. Der accepteres ikke kunststofklemkasser. Klemkasser skal udføres, så isolationsafstande kan overholdes uden brug af isolerende mellemstykker.

Såfremt motorer er bestykket med Pt-100 temperaturløbere og / eller varmelegeme for stilstandsopvarmning, skal der leveres separat klemkasse for både Pt-100 temperaturløbere og stilstandsvarmelegeme.

Klemkasser skal udføres, så klemkassehuset med kablerne monteret i forskruningerne kan fjernes fra motoren, idet selve klembrettet bliver siddende på motoren.

Temperaturløbere og deres tilslutninger skal være isolerede eller beskyttet, så de kan tilsluttes en PELV strømkreds.

Der skal være tilslutning for PE-leder i klemkassen og på motorhus.

## 15.5.8.1.6.8 Afbalancering

Motorer skal være afbalanceret, og leveret med hel kile, således at den effektive svingningshastighed, defineret og målt efter DS/EN 60034-14, ikke overskrider værdierne for klasse N.

Motoraksel skal være af rustfrit stål.

## 15.5.8.1.6.9 Støjniveau

Motorer skal opfylde støjkrav i henhold til EN 60034-9, dog accepteres maksimalt et A-vægtet lydtrykniveau på 80 dB(A)re 20 mPa ved en efterklangstid på 3 sek. Lydtrykniveauet måles min. 1,0 meter fra motorens overflade og i min. 1,5 meters højde. Lydtrykniveauet skal oplyses i skema for motordata, se sidste afsnit.

## 15.5.8.1.6.10 Lejer

Motorer skal have støvtætte kugle- eller rullelejer indbygget i lejeskjoldene. Lejer skal fortrinsvis være af en type som tillader gensmøring. Hvis dette ikke er muligt iht. motorfabrikantens oplysninger, kan lejer være engangssmurte. Fedtsmurte lejer skal være forsynet med let tilgængelige smørenipler med trykaflastningsventiler.

Lejer skal have en levetid på mindst 100.000 h i den aktuelle aggregatsammenbygning. Derudover skal også lejetype oplyses i skema for motordata, se sidste afsnit.

Motorer > 90 kW leveres med 1 stk. dobbelt Pt-100 3-leder element i hvert leje, som føres til separat klæmkasse.

#### **15.5.8.1.6.11 Overfladebehandling**

Materialer og komponenter skal være beskyttet mod korrosion.

#### **15.5.8.1.6.12 Shock Pulse Measurement**

Motorer > 160 kW forsynes med lettilgængelige nipler for tilslutning af SPM (Shock Pulse Measurement).

#### **15.5.8.1.7 Motorer for frekvensomformer drift**

##### **15.5.8.1.7.1 Generelt**

Motorer for frekvensomformerdrift skal i tillæg til betingelser for motorer forsynet uden frekvensomformer udføres i henhold til de følgende betingelser.

Ved 80 % netspænding skal de til motoren tilsluttede frekvensomformere og softstartere kunne:

- starte det aktuelle aggregat
- opretholde 85% af aftalt maksimalt omdrejningstal

Frekvensomformere skal være udlagt for det aktuelle aggregats momentkurve.

Frekvensomformere skal kunne arbejde fejlfrit og yde 100 % mærkeeffekt på afgangens med en spændingsforsyning (netside) inden for 95-105 % af mærkespændingen og en netfrekvens fra 46-53 Hz.

Frekvensomformere skal være udlagt for en momentan spændingsstigning på 30 % på mellemspændingsanlæg (6-/10 kV) som følge af bortkoblede netfejl.

Frekvensomformere skal senest 10 sek. efter et vilkårligt fejlforløb i forsyningsnettet på maks. 2 sek. kunne være i normal drift. Hvis der kræves indgreb fra eksterne styringssignaler, skal kravene til disse være beskrevet i tilbuddet.

Motorer for frekvensomformerdrift skal udføres således, at levetiden (f.eks. af viklinger og lejer) svarer til levetiden for motorer uden frekvensomformere.

##### **15.5.8.1.7.2 Køling**

Frekvensomformer drevne motorer har (på grund af overharmoniske strømme) et større varmetab end motorer uden frekvensomformer. Motorerne skal dimensioneres i henhold til dette. Anvendelse af fremmed køling afhænger af arbejdsmaskinens momentkarakteristik, og køling i form af separat ventilator skal fremgå skema for motordata, se sidste afsnit.

##### **15.5.8.1.7.3 Lejer**

Motorer > 90 kW udføres altid med isolerede lejer. Anvendelse af isolerede lejer skal derudover følge motorfabrikantens vejledning. Højfrekvente cirkulationsstrømme skal indgå i vurderingen.

Anføres i bilag 1.

Smøringsintervaller ved forskellige hastigheder og temperaturer skal vedlægges skema for motordata, se sidste afsnit.

Såfremt frekvensomformerfabrikantens vejledning anbefaler dette, skal der installeres common mode filter på frekvensomformerafgangen.

#### 15.5.8.1.7.4 Viklinger

Anvendelse af forstærket isolation skal derudover følge motorfabrikantens vejledning.

Motorer skal være udført for fase-jord spænding på minimum 1300 V (spidsværdi) målt på motorklemmerne.

Motorer for 3 x 690 V udføres altid med forstærket isolation i viklingerne, f. eks 1800 V (spidsværdi).

Motorer skal leveres med 2 stk. Pt-100 temperaturføler 3-leder pr. fase, placeret i viklingens hotspot. For mindre byggestørrelser accepteres 1 stk. Pt-100 temperaturføler 2-leder pr. fase

#### 15.5.8.1.7.5 Klemkasse

Klemkassen skal være udformet under hensyn til EMC-kravenes opfyldelse.

#### 15.5.8.1.7.6 Se 9.2.4

#### 15.5.8.1.8 Kvalitetskrav

##### 15.5.8.1.8.1 Garantiværdier

Garantiværdierne er specificeret i skema for motordata, se sidste afsnit. Overskrides tolerancerne for én af garantiværdierne, er HOFOR berettiget til at afvise motoren.

##### 15.5.8.1.8.2 Fabriksafprøvning

Der skal foretages fabriksafprøvning af alle motorer, som specificeret i tabellen:

Prøve	Rutineprøve	Typeprøve
Højspændingsprøve efter EN 60034-1	X	
Overhastighedsprøve efter EN 60034-1		X
Tæthedsprøve efter EN60034-5		X
Støjmåling efter EN 60034-9 <sup>1)</sup>		X
Varmeprøve efter EN 60034-1		X
Virkningsgradsprøve efter EN 60034-2		X
Vibrationsmåling <sup>1)</sup>	X	

<sup>1)</sup> Se SAB for betingelser vedrørende akustisk støj og vibrationer.

Som typeprøve kan accepteres, at prøven tidligere er gennemført for den pågældende



motortype. Motorer betragtes ikke som afleveret til HOFOR, før endelige prøveattester med kurver foreligger hos HOFOR.

## 15.5.8.1.9 Skema for motordata

Følgende skal oplyses for alle motorer.

Fabrikat-TYPE	Kommentar	Leverandøroplysninger
Anvendelse		
Mærkeeffekt (kW)	Garantiværdi	kW
Mærkespænding (V)		V
Nominel fuldlaststrøm $I_N$ (A)	Garantiværdi	A
Startstrøm $I_s/I_N$	Garantiværdi	
Starttid inkl. arbejdsmaskine > 5 s (s)	Garantiværdi	s
Rotorkritisk/starthypighed		
$\cos\phi$ , evt. som kurveblad	Garantiværdi	
Virkningsgrad (%), evt. som kurveblad	Garantiværdi	%
Temperaturstigning ved fuldlast (K)		K
Omløbstal (o/min)	Garantiværdi	o/min
Tilladelig kortslutningstid for varm motor (s)		s
Motorens inertimoment J (kgm <sup>2</sup> )		kgm <sup>2</sup>
Arbejdsmaskinens inertimoment J (kgm <sup>2</sup> )		kgm <sup>2</sup>
Startmoment, evt. som kurveblad Nm	Garantiværdi	Nm
Kipmoment, evt. som kurveblad Nm	Garantiværdi	Nm
Dimension for forsyningskabel (mm)		mm
Dimension for kabelsko (mm)		mm
Stilstandsvarme effekt (W)		W
Maks. lydeffekt dB(A)		dB(A)
IP kapslingsklasse motor/klemkasse		
Byggeform IM		
Bygestørrelse h (mm)		mm
Smøring af lejer (levetidssmurte/smørenippel)		
Lejetype og levetid (h)		h
Vægt (kg)		kg
Målskitse motor/klemkasse		
Henvi sning til katalog nr.		
<b>Motorer for frekvensomformerdrift</b>		
Tilladelig dU/dt på motorens klemmer (V/ $\mu$ s)		V/ $\mu$ s
Separat køleventilator (JA/NEJ)		
Isolerede lejer (JA/NEJ)		
EMC klemkasse (JA/NEJ)		

## 15.5.8.2 Frekvensomformere

Frekvensomformere skal placeres i elrum i IP21 udførelse.

## 15.5.8.3 Afbrydermateriel

I rum uden proces/mechaniske komponenter skal der være mindst 1 stk. 230 V 16A DK stik. Derudover hver 15 m. Forsyning til disse stik skal være forskellig fra lysgruppen.

I elrum skal der være mindst 1 stk. 16 A 3x400 VAC CEE stik.

Kapslingsklasse skal være minimum IP 44, dog skal den være minimum IP55 i proces-/maskinrum.

## 15.5.8.4 Lokale forsyningsadskillere

Forsyningsadskillere skal være aflåselig direkte med hængelås. Anden aflåseanordning tillades ikke.

## 15.5.8.5 Nødstop

Ved alle betjeningssteder, langs alle transportører, samt hvor leverandørens risikovurdering foreskriver det, skal der placeres nødstop-aktuatorer.

Langs transportører, hvor der er adgang til transportøren, skal der etableres nødstop-wire. Nødstopwireaktuatoren skal opfylde kravene i EN 60947-5-1 og EN60947-5-5.

Ved hvert betjeningssted som f.eks. hvor der er "Trykknop-betjeningspanel for manuel start-stop" skal der placeres arretérbart paddehat nødstop, hvis det ikke umiddelbart er muligt at kunne aktivere nødstopwiresystemet inden for en afstand af maks. 0,5 m.

Nødstop-trykknapper skal være af typen Ø30 mm "paddehat" push and turn to release og skal opfylde kravene i EN60947-1, EN60947-5-1 og EN60947-5-5.

Alle nødstop-aktuatorer skal være forsynet med 2 NC kontakter og 1 NO kontakt, som individuelt overvåges af SRO-anlægget og skal føres via 1 kabel (min 7G0,75 mm<sup>2</sup> Cu med skærm) per aktuator til SRO anlægget.

## 15.5.8.6 Stikkontaktstationer

Stikkontaktstationer til service med maksimum 25 m indbyrdes afstand.

Ved transportanlæg skal der etableres stikkontaktstationer ved omkast. Langs transportøren skal der etableres 230V 16A DK stik hver 25 meter.

Nærliggende stik (naboer) skal forsynes fra forskellige afgange.

I områder hvor der er mekaniske installationer skal stikkontaktstationen have følgende udtag:

- 1 stk. 63 A 3x400 VAC CEE 3P+N+PE
- 1 stk. 32 A 3x400 VAC CEE 3P+N+PE
- 1 stk. 16 A 3x400 VAC CEE 3P+N+PE
- 1 stk. 16 A 1x230 VAC CEE 1P+N+PE
- 2 stk. 16 A 1x230 VAC DK 1P+N+PE

Alle stik skal have sin egen sikringsafgang, og alle stik skal være beskyttet med RCD.