

Indhold

1. Indledning

2

2. Formål

2

3. Montageforhold

3

3.1. Arbejde på elektriske installationer (0-1000V)

3

3.2. Arbejde nær ved jernbanen (nærmere end 4 m fra spor)

3

3.3. Materialespecifikation

4

3.4. Fastgørelse

5

3.5. Membran

5

3.6. Bæringer, beslag m.v.

5

3.7. Montagesystem til betonkonstruktioner

5

3.8. Montagesystem til ståldragere

5

3.9. Fugt/klima

5

3.10. Vibrationer/trykstød

5

4. Komponenter og brugsgenstande

6

4.1. Generelt

6

4.2. Mærkning

6

4.3. Emission fra elektrisk udstyr

6

5. Kabler og kabelinstallationer

6

5.1. Kabler

6

5.1.1. Lavspændingskabler (power)

7

5.1.2. Svagstrømskabler

7

5.1.3. Lyslederkabler

7

5.2. Kabelinstallationer

8

5.2.1. Kabler i kabelbakker og på kabelstiger

8

5.2.2. Kabler på eller i konstruktioner

9

5.2.3. Kabler under dørklader og lignende

9

5.2.4. Kabler i kabelblokke

9

5.2.5. Ledningsfarver internt i tavler

9

5.2.6. Ledere fra forskellige kredse

10

5.3. Kabelmuffer

10

5.4. Kabler i jord

10

5.4.1. Opgravning

10

5.4.2. Udlægning

10

5.4.3. Tilfyldning

10

5.5. Retablering

.....
10**6. Gennemføringer**.....
11

6.1. Brandsikre gennemføringer

.....
11

6.2. Vandtætte gennemføringer

.....
11

6.3. Gastætte gennemføringer

.....
11**7. Jording og potentialudligning**.....
11**8. Transientbeskyttelse**.....
11**9. Tavler**.....
11

9.1. Generelt

.....
11

9.2. Normer

.....
12

9.3. Tavleopbygning generelt

.....
12

9.3.1. Specifikt for hovedtavler/fordelingstavler

.....
13

9.3.2. Specifikt for bygningstavler

.....
13

9.3.3. Specifikt for maskintavler

.....
13

9.4. Kortslutningsniveau

.....
14**10. Dokumentation af el-arbejde**.....
14

10.1. Testdokumentation

.....
14

11. CE-mærkning.....
14**12. ATEX forhold**.....
14**13. Bilag**.....
14**14. Ændringslog**.....
14**1. Indledning**

Nærværende standard er udarbejdet som en overordnet specifikation til entreprenører og leverandører, der skal udføre arbejder/leverancer på Storebæltsforbindelsens (SBF) og Øresund Landanlægs (ASØ) mekaniske og elektriske anlæg. Standarden er gældende fra 1. januar 2017, hvorfor det må forventes, at der vil forekomme eksempler på afvigelser i installationerne i forhold til tidligere installationer, fx brug af farvekoder på ledere.

Kravene i denne instruks kan stå alene, men indgår som en del af Sund & Bælts hierarki af tekniske instrukser (TI), hvor dette dokument supplerer TI 6.00 – Entreprenør for Drift og Vedligehold.

Standarden afgrænses til M&E-installationer og omfatter ikke jernbanetekniske installationer (kørestrøm, sikrings- og sportekniske installationer).

Standarden gælder for alle områder på A/S Storebælt og A/S Øresund. Såfremt man finder eksisterende forhold, der strider imod kravene i standarden, skal det anmeldes til bygherren og tilsynet. Herefter vil der blive truffet en beslutning om fremgangsmåden.

Ikke specifikt godkendte afvigelser fra Standarden er alene, og uden bindinger til andre aftaler, grund til at installationerne kan kasseres. Bygherren forbeholder sig retten til at afgøre, om installationerne skal kasseres.

Som udgangspunkt skal entreprenører og leverandører opfylde gældende normer, standarder m.m. (herunder Maskindirektivet), som er gældende for deres aktiviteter. Der bør anvendes harmoniserede standarder som hjælpeværktøjer til at overholde kravene i direktiverne, således at formodningsretten træder i kraft ved anvendelse af disse harmoniserende standarder. Alternativt skal entreprenøren/leverandøren selv bevise, at de standarder, der er anvendt, er mindst ligeså gode. Maskindirektivet skal følges, når entreprenøren/leverandøren bygger eller ombygger maskiner. Såfremt der er afvigelser fra gældende lovgivning og kravene i indeværende dokument, skal dette anmeldes til bygherre og tilsyn, som træffer en beslutning omkring fremgangsmåden.

2. Formål

Standard for M&E installationer har til formål at fastlægge generelle retningslinjer for entreprenørens/leverandørens arbejder og leverancer.

Detailkrav til de specifikke anlæg indgår ikke i nærværende dokument. Sådanne krav fastlægges ved specifikke dokumenter, bygherrens arbejdsordre/beskrivelse eller i samarbejde med bygherren fra sag til sag.

3. Montageforhold

Alle ikke aktive (passive) funktioner skal dimensioneres til, at de gennem deres konstruktion og ved forebyggende vedligehold kan fungere som på montagetidspunktet i minimum 20 år. Eksempler herpå er kabler/føringsveje/kapslinger osv.

Aktive funktioner skal tilsvarende dimensioneres i udgangspunktet (visse installationer kan ikke forventes at opfylde dette, herunder installationer, der indeholder elektronik) til minimum 20 års levetid, men endvidere konstrueres således, at disse, med afklarede grænseflader, helt eller delvist kan ajourføres således, at funktionen kan opretholdes. Eksempler herpå er drawout-system/præmonterede transportbeslag/sektionering osv.

Aktive komponenter skal om muligt have indbygget "sand" - selvovervågningsfunktion.

Endvidere skal alle installationer, uanset art, type eller funktion, være dimensioneret med henblik på lav miljøbelastning og lavest mulig levetidsomkostning.

3.1. Arbejde på elektriske installationer (0-1000V)

Alt arbejde foregår som udgangspunkt altid uden spænding på installationerne.

LAUS-arbejde (undtagen funktionstest og afprøvning) må kun forekomme undtagelsesvis og kræver særskilt godkendelse fra bygherrens fagligt ansvarlige person.

3.2. Arbejde nær ved jernbanen (nærmere end 4 m fra spor)

Alle arbejder indenfor jernbaneinfrastrukturforvalters områder skal følge alle gældende normer og standarder, som bl.a. er at finde på www.bane.dk, herunder i særdeleshed:

- Pas på, på banen
- SR – Sikkerhedsreglement af 1975
- BN-1-105 – FKI Fjernbanens kørestrømsinstruks.

3.3. Materialespecifikation

Materialer skal være som beskrevet i DS/EN ISO 12944:

Nedestående tabel er en vejledende tabel, som kan anvendes til at finde den aktuelle korrosionsklasse.

Korrosions kategori	Massetab per overfladeenhed/tykkelsesreduktion (efter et års eksponering)				Eksempler på typiske miljøer i et tempereret klima			Storebælt område		Øresunds område	
	Konstruktionsstål		Zink		Kun vejledende			Kun vejledende		Kun vejledende	
	Vægttab g/m²	Tykkelses reduktion µm	Vægttab g/m²	Tykkelses reduktion µm	Udendørs	Indendørs	Eksempler på overflade bh.	Udendørs	Indendørs	Udendørs	Indendørs
C1 Meget lav	≤ 10	≤ 1,3	≤ 0,7	≤ 0,1	-	Opvarmede bygninger med ren luft, fx kontorer, forretninger, skoler, hoteller m.v.	Lakeret eller overflader med "naturlig" beskyttelse f.eks Alu.	-	Administrationsbygninger Portalbygningerne, Teknikbygninger, teknikrum m.v.	-	Adm.bygninger Teknikbygninger, teknikrum m.v.
C2 Lav	>10 til 200	>1,3 til 25	>0,7 til 5	>0,1 til 0,7	Atmosfære med lav forurening. Mest landlige omgivelser	Uopvarmede bygninger, hvor kondensation kan forekomme, fx i lagerbygninger og sportshaller	Overfladebehandlet f.eks 80my pulver el. elektrogalvanisering	-	Øst-brokkasse Materialegården BTA Betalingsbokse	-	Uopvarmede "tørre" rum
C3 Middel	> 200 til 400	> 25 til 50	> 5 til 15	> 0,7 til 2,1	By- og industriområder, moderat svovldioxidforurening. Kystområder med lavt saltindhold	Produktionsbygninger med høj luftfugtighed og nogen luftforurening, fx fødevarer virksomheder, vaskerier, bryggerier og mejerier.	2 lags-system f.eks metalisering + topcoat	Tværtunneler Stationsområder Materielgård	Vest-brokkasse Pyloner Ankerblokke	Stationsområder	Uopvarmede rum
C4 Høj	> 400 til 600	> 50 til 80	> 15 til 30	> 2,1 til 4,2	Industriområder og kystområder med moderat saltindhold	Kemiske virksomheder, svømmehaller, skibs- og bådewerfter ved vandet.	Varmgalvanisering eller specielle metal typer	Landfæster Betalingsanlægget	Landfæster	I det fri Lang Bane/vej	Pumperum Nicher i tunnel
CS-I Meget høj (Industri)	> 650 til 1500	> 80 til 200	> 30 til 60	> 4,2 til 8,4	Industriområder med høj luftfugtighed og aggressiv atmosfære.	Bygninger eller områder med næsten permanent kondensering og med høj forurening.	Meget kraftig varmgalvanisering eller ædelmetaller	Hovedtunneler (>1km tunnelmundinger)	Brønde	Kystnære områder Tunneler	Brønde
CS-M Meget høj (Marin)	> 650 til 1500	> 80 til 200	> 30 til 60	> 4,2 til 8,4	Kyst og offshoreområder med højt saltindhold	Bygninger eller områder med næsten permanent kondensering og med høj forurening.	Ædelmetaller (syrefast rustfri)	Vest- og østbroen, Langs motorvejen på hele Storebæltsforbindelsen Betalingsanlægget < 1 km tunnelrørsmundinger	-	Særlige områder Inst på brobiler o.l.	-

Noter:

1. Tabsværdierne angivet for korrosionskategorierne er identisk med værdierne i ISO 9223

2. I kystområdet i varme og fugtige klimazoner kan massetab og tykkelsesreduktion overstige værdier i kategori CS-M. Valg af overfladebehandlingssystem skal foretages med særlig omhu.

Krav vedrørende temperatur og IP/IK-klasser fremgår af denne tabel:

Korrosions kategori	Miljø				Eksempler på typiske miljøer i et tempereret klima		Storebælt område		Øresunds område	
	Temperatur C°		IP Klasse		Kun vejledende		Kun vejledende		Kun vejledende	
	Min	Max	Ude	Inde	Udendørs	Indendørs	Udendørs	Indendørs	Udendørs	Indendørs
C1 Meget lav	0	40	IP44	IP20	-	Opvarmede bygninger med ren luft, fx kontorer, forretninger, skoler, hoteller m.v.	-	Administrationsbygninger Portalbygninger, Teknikbygninger, teknikrum m.v.	-	Adm.bygninger Teknikbygninger, teknikrum m.v.
C2 Lav	-30	40	IP44	IP23	Atmosfære med lav forurening. Mest landlige omgivelser	Uopvarmede bygninger, hvor kondensation kan forekomme, fx i lagerbygninger og sportshaller	Ø	Øst-brokkasse Materialegården BTA: Betalingsbokse	-	Uopvarmede "tørre" rum
C3 Middel	-30	40	IP44	IP43	By- og industriområder, moderat svovldioxidforurening. Kystområder med lavt saltindhold	Produktionsbygninger med høj luftfugtighed og nogen luftforurening, fx fødevarer virksomheder, vaskerier, bryggerier og mejerier.	Tværtunneler Stationsområder Materielgård	Vest-brokkasse Pyloner Ankerblokke	Stationsområder	Uopvarmede rum
C4 Høj	-30	40	IP55	IP44	Industriområder og kystområder med moderat saltindhold	Kemiske virksomheder, svømmehaller, skibs- og bådewerfter ved vandet.	Landfæster Betalingsanlægget	Landfæster	I det fri Lang Bane/vej	Pumperum Nicher i tunnel
CS-I Meget høj (Industri)	-30	40	IP65	IP65	Industriområder med høj luftfugtighed og aggressiv atmosfære.	Bygninger eller områder med næsten permanent kondensering og med høj forurening.	Hovedtunneler (>1km tunnelmundinger)	Brønde	Kystnære områder Tunneler	Brønde
CS-M Meget høj (Marin)	-30	40	IP65	IP65	Kyst og offshoreområder med højt saltindhold	Bygninger eller områder med næsten permanent kondensering og med høj forurening.	Vest- og østbroen, Langs motorvejen på hele Storebæltsforbindelsen Betalingsanlægget < 1 km tunnelrørsmundinger	-	Særlige områder Inst på brobiler o.l.	-

Notes:

1. Alt materiel der opsættes udendørs, forudsætter en stråletemperatur på +70C°

3.4. Fastgørelse

Al fastgørelse skal ske med skruer, bolte, ankre, inserts og lignende, som kan spændes.

I betonkonstruktioner anvendes generelt ekspanderende plastdybler, men ved større genstande eller i områder med vibrationer i konstruktionerne (jf. afsnit 3.10), skal der anvendes indstøbte gevindankre. Hvor rystelser i konstruktionen kan forekomme, skal samtlige fastgørelsesskruer og -bolte sikres mod at gå løse, enten ved mekanisk sikring eller ved limning af gevind.

3.5. Membran

Montage af komponenter mod andre materialer, herunder specielt mod beton, vil i de fugtige miljøer (korrosionsklasse C4 og C5) give galvaniske tæringer, som skal modvirkes ved et mellemlæg med en vandstandsende membran (bitumen). Membranen skal række mindst 5 mm ud over genstandenes anlægsflade.

3.6. Bæringer, beslag m.v.

Alle bæringer, beslag, holdere, fastgørelsesmateriel m.v. skal dimensioneres til at kunne klare belastningen +50 % fra den pågældende komponent, som den skal understøtte/fastholde, samt belastningerne fra miljøet på montagestedet såsom vibrationer, chok/bump, luftstrømme m.v.

Alle bæringer, men en statisk last over 500 Nm/50 kg, skal tilstræbes udført som 3 punkts-fiksering.

3.7. Montagesystem til betonkonstruktioner

Man må generelt ikke bore i betonkonstruktionerne, men er henvist til at benytte de huller eller inserts, der er etableret i konstruktionerne. Findes ingen huller eller inserts, skal der indhentes tilladelse og forskrift for alternativ befæstelse hos bygherrens driftsledelse.

Gives tilladelse, kan der udføres mindre befæstelser med plugs i borede huller max Ø 6mm x 25mm, mens større befæstelser udføres med klæbeankre i borede huller efter forudgående søgning af armering med detektor.

3.8. Montagesystem til ståldragere

Der må ikke bores i stålkonstruktioner.

Montage udføres med et standard klemme-montagesystem til fastgørelse af installationer.

3.9. Fugt/klima

Det skal sikres, at kondensdannelse bortledes fra materialet uden at svække kravet for IP-klassen til det.

Større komponenter (over ½ kubikmeter) skal under hensyntagen til en miljøvurdering forsynes med udstyr til sikring af korrekt klima i udstyret (isolation/ventilering/AC-unit eller lign.).

Installationer i tunnelrør (hovedtunnel) skal ligeledes kunne fungere i et miljø, hvor der lejlighedsvist vaskes med højt vandtryk.

Alt materiale skal være tilpasset for at kunne modstå de påvirkninger fra det omkringliggende miljø i eksemplerne fra tabellen om korrosionsklasse (afsnit 3.3).

Den krævede drift og vedligeholdelse af materialet, grundet det omkringliggende miljø, skal forelægges for bygherre og accepteres inden opsætning.

3.10. Vibrationer/trykstød

Alt udstyr på eller nær vej og jernbaneforbindelse skal dimensioneres til 0,5 g i et frekvensområde fra 0,2 til 25 Hz.

Alt udstyr i hovedtunnel skal dimensioneres for et vindtryk på minimum 35 m/sek.

Tilsvarende skal udstyr placeret i det fri dimensioneres for et vindtryk på op til 60 m/sek.

4. Komponenter og brugsgenstande

4.1. Generelt

Komponenter og brugsgenstande skal være i en kapslingsklasse, som overholder såvel DS/EN60364-serien, brandmyndighedens klassifikation af montagestedet og være modstandsdygtige over for miljøet på montagestedet.

Der må ikke anvendes membrannipler eller lignende. Alle kabelforskrutninger skal være nedadvendte og af en type, som fastholder kablet mekanisk.

Komponenter og brugsgenstande for håndbetjening anbringes i ca. 1,1 meters højde.

Afbrydere ved døre anbringes i håndtagssiden.

Alle stikkontakter over 10 A skal være CEE-materiel. Øvrige stikkontakter skal være danske stikkontakter med jord.

Lægmandsbetjent udstyr i tavler og på maskiner skal placeres min. 400mm og max 1700mm over færdigt gulv.

Adskillere og serviceafbrydere skal kunne aflåses med mindst 2 hængelåse.

4.2. Mærkning

Alle genstande skal mærkes med nummer, som angivet i dokumentationen, se TI9.12A-B16.

Komponentmærkningen udføres med præget skilt med teksthøjden 3 mm skrifttype SL513 INTERN. Skiltet fastgøres mekanisk på selve brugsgenstanden eller på beslag osv. i umiddelbar nærhed.

Fastgørelse direkte på montage- eller brugsgenstanden må ikke udføres, hvis genstandens kapslingsklasse forringes derved.

Tavler, skilte og lignende mærkes ligeledes med tilpas proportioneret præget skilt (typisk 50 * 100mm/10mm skrift) placeret i øverste venstre hjørne. Foruden nummer skal skiltet indeholde vejledende dansk tekst med "funktion".

Kabler, ledere og klemmer skal individuelt og i "begge ender" mærkes med entydig og tydelig mærkning. Mærkningen skal mekanisk/kemisk tilpasses montagestedet og om fornødent udføres med prægede metal-mærker. Mærkningen og specielt fiksering af samme skal dimensioneres til 25 års levetid i stærkt sollys.

Kabler i trækrør skal forsynes med mærker i samtlige trækbrønde.

Brug af Dymo-opmærkning, tuscher m.m. accepteres ikke.

4.3. Emission fra elektrisk udstyr

Der må kun installeres elektrisk udstyr, som opfylder EMC-direktivets prøvningsstrengheder vedr. støjudsendelse (emission), som er defineret i standarder DS/EN 61000-serien.

5. Kabler og kabelinstallationer

5.1. Kabler

Kabler skal være konstrueret til de stedlige montageforhold med en forventet levetid på 30 år.

Effektbærende installationskabler til faste installationer skal som minimum være 2,5 mm².

Kabeltyper og -længder er at finde i TI6.00.1-B1 og TI6.00.1-B2.

Udklip af TI6.00.1-B1 til de mest anvendte kabler:

	Ampere ¹	Afstand i meter						
	Sikringstørrelser	0-50	50-100	100-150	150-200	200-250	250-300	300-350
Kobber								
90 °C kabler								
XLPE	10	2,5mm ²	2,5mm ²	4mm ²	4mm ²	6mm ²	6mm ²	10mm ²
Enkelt lag på vandret eller lodret kabelbakke	16	2,5mm ²	4mm ²	6mm ²	6mm ²	10mm ²	10mm ²	16mm ²
4% spændingsfald	20	2,5mm ²	4mm ²	6mm ²	10mm ²	10mm ²	16mm ²	16mm ²
30° i luft	25	4mm ²	6mm ²	10mm ²	10mm ²	16mm ²	16mm ²	25mm ²
20° i jord	32	6mm ²	6mm ²	10mm ²	16mm ²	16mm ²	25mm ²	25mm ²
Maks. 75% belastet	35	6mm ²	10mm ²	10mm ²	16mm ²	25mm ²	25mm ²	25mm ²
	40	6mm ²	10mm ²	16mm ²	16mm ²	25mm ²	25mm ²	35mm ²
	50	10mm ²	10mm ²	16mm ²	25mm ²	25mm ²	35mm ²	35mm ²

1 - Tabellerne er kun vejledende.

2 - Alle belastninger >50 skal dimensioneres særskilt.

Alle kabler og ledere skal installeres, således at kravene til mindste bøjningsradius overholdes under alle forhold. Ligeledes skal kablernes tilladte trækværdier overholdes under alle forhold. Kabler, som har overskredet foreskrevne bøjningsradier eller på anden måde har lidt mekanisk overlast, skal kasseres.

Anvendes der standardkabler med flere par end foreskrevet, skal de ikke benyttede par afsluttes i disponible klemmer.

Særlige forhold

Der skal anvendes termineringsrør ved tilslutning af flertrådede ledere. Ved flere ledere i samme klemme skal anvendes dobbelttyller. Der skal udvises særlig opmærksomhed, således at der kun anvendes korrekt klemmeværktøj og kun samme ledertværsnit i dobbelt tylle.

Der må ikke anvendes fleksible og faste kabler i samme tylle.

Kabler og ledere skal generelt adskilles i funktions- og spændingsopdelte føringsveje (se afsnit 5.2).

Højspændingskabler skal minimum oplægges 50 centimeter fra alle andre kabler.

5.1.1. Lavspændingskabler (power)

Såfremt der ikke til den pågældende installation specificeres krav til kabler, skal de som minimum overholde de i TI6.00.1-B1 beskrevne elektriske og mekaniske data.

5.1.2. Svagstrømskabler

Såfremt der ikke til den pågældende installation specificeres krav til kabler, skal de som minimum overholde de i TI6.00.1-B1 beskrevne elektriske og mekaniske data.

Koaksialkabler

Koaksialkabler skal være egnede for nedlægning i jord hhv. til indendørs installation afhængig af pågældende lokalitet.

LAN kabler

Der skal anvendes uskærmede cat 6 kabler, som skal være egnede til installation på den respektive lokalitet.

5.1.3. Lyslederkabler

Lyslederkabler skal være egnede for nedlægning i jord hhv. til indendørs installation afhængig af pågældende lokalitet.

Lyslederkabler afsluttes med trækaflastning og passende overlængde i 19" skuffer under hensyntagen til mindste bøjningsradius. Hvor pladsforhold gør det nødvendigt, kan kablerne undtagelsesvis afsluttes i mindre kasser, som skal være fremstillet af vejrbestandigt materiale.

Alle individuelle fiberender termineres med LC eller SC konnektorer. Der må ikke anvendes vinkelslebne konnektorer.

Der må udelukkende anvendes singlemode lysledere.

Forbindelser mellem krydsfelter og transmissionsudstyr etableres med jumpere/patch kabler, hvis længde ikke må overskride 3 meter. Over denne længde skal der installeres faste kabler med tilhørende krydsfelter jf. ovenstående.

Patch kabler i et skab eller rack må kvejlles op under hensyntagen til fibrenes mindste bøjningsradius. Patch kabler mellem racks eller skabe skal føres i fast monterede eller flexible føringsrør, som ikke må kunne deformeres ved fastgørelse med strips eller andet.

5.2. Kabelinstallationer

Kabler skal udlægges i en sammenhængende længde uden krympemuffesamlinger, undtagen hvor dette er nødvendiggjort af, at strækningen er længere end, hvad kabelløseleverandøren kan levere af kabellængde, eller det er muligt at transportere til oplægningsstedet. Afgreningsmuffer må kun monteres efter særlig aftale med bygherrens driftsledelse.

Det er under ingen omstændigheder tilladt at anvende løse samle- eller kronmuffer af nogen art i installationen. Alle kabler skal føres fra klemme til klemme.

Alle metalkapper på kabler (armerede kabler) skal jordes i henhold til principtegning "Jording og Overspændingsbeskyttelse", som kan rekvireres fra bygherrens driftsledelse – generelt kun i "forsyningsenden".

Ved installationer foretaget i korrosionsklasse C4 og C5, skal alle ledernes blanke ender (undtaget lysleders) indfedtes med deoxyderingsfedt inden tilslutning i klemmer etc.

Alle bøjler skal være udført/tildannet af uperforeret båndstål.

Kabler skal overalt i føringsveje eller i ovennævnte bundter fremføres på en ordnet måde, således at indbyrdes krydsninger så vidt muligt ikke finder sted mellem kabler.

Befæstelsesmaterialets afstand skal installeres efter fabrikantens anvisninger.

Alle kabler fremført udendørs skal UV-beskyttes ved anvendelse af låg på kabelbakker, panserslange, rør og lign.

Nye føringsveje skal altid dimensioneres med minimum 20 % udvidelsesmulighed.

5.2.1. Kabler i kabelbakker og på kabelstiger

Kabler i bakker og på vandrette kabelstiger skal ordnes og sammenbundtes med fx solide nylonkabelbindere med en maksimal afstand på 60 cm. Kabler på kabelstiger, hvis længde afviger mere end 30° fra vandret, skal fastholdes med metalkabelbøjler, der hører til kabelstigesystemet. Kabelbøjlerne placeres med en maksimal afstand på 1 m. Hvor kabler skal passere metalkanter, skal kablerne beskyttes ved fastholdt afdækning af den skarpe kant med plastbeskyttelsesliste eller lignende.

Kabelføring fra kabelstige/-bakke til konstruktioner skal udføres på forsvarligt fastgjort underlag af kabelpladebakke eller -stige.

Hvor kabler fremføres vandret i en kabelstige, skal kombinationen af afstand mellem stige trin og det enkelte kabel medføre, at kablet ikke på nogen måde "hænger" mellem stige trinene.

5.2.2. Kabler på eller i konstruktioner

Det skal tilstræbes ikke at føre kabler og føringsveje synlige på konstruktioner.

Synlige enkeltkabler skal fremføres i rør eller lignende. Alle føringer skal føres parallelt med konstruktionsdele og primært placeres i de indvendige hjørner. Skrå føringer accepteres ikke. Føringsveje skal så vidt muligt gå i et med konstruktionsdele, og det skal derfor accepteres særskilt af bygherren, såfremt kabler skal fastgøres direkte på konstruktionsdele.

Kabler, der fremføres skjult uden befæstelse, skal placeres, så de ikke lider skade. Kabler fremført i metalkonstruktioner eller lignende steder med skarpe kanter, skal beskyttes ved fastholdt afdækning af den skarpe kant med plastbeskyttelsesliste eller lignende.

5.2.3. Kabler under dørklader og lignende

Kabler fremføres på kabelstiger, der fastholdes med beslag til bund/gulv. Kablerne separeres for henholdsvis. stærkstrøm og svagstrøm samt opdeles efter maskin- og bygningsinstallationer.

Kabler for højspænding separeres fra alle øvrige kabler med en respekt afstand på min. 50cm.

5.2.4. Kabler i kabelblokke

Inden kabler trækkes i kabelblokke, skal rørene disponeres således, at der tages størst muligt hensyn til de generelle afstandskrav i afsnit "5.2.3 Kabler for dørklader og lignende" for adskillelse af spændingsniveauer og fremtidigt brug af disponible rør.

De nederste rør skal bruges først.

5.2.5. Ledningsfarver internt i tavler

Hver leder **skal** være identificerbar ved hver terminering i overensstemmelse med den tekniske dokumentation. Der kan anvendes numre, farver eller en kombination af farver og numre på ledere.

Effektkredse AC og DC	Farve	Bemærkning	Tværsnit
PE	Grøn/gul	Med ledn.nr	>1,5 [mm ²]
L1, L2, L3	Sort	Med ledn.nr	>1,5 [mm ²]
N	Lyseblå	Med ledn.nr	>1,5 [mm ²]

Styrekredse	Farve	Bemærkning	Tværsnit
230 V AC	Brun	Med ledn.nr	0,75 [mm ²]
230 V AC mellemløst	Brun	Med ledn.nr	0,75 [mm ²]
0 V AC	Lyseblå	Med ledn.nr	0,75 [mm ²]
<u>Styrekredse</u>			
24 V AC	Rød	Med ledn.nr	0,5 [mm ²]
24 V AC mellemløst	Rød	Med ledn.nr	0,5 [mm ²]
0 V AC	Violet	Med ledn.nr	0,5 [mm ²]
24 V DC	Mørkeblå	Med ledn.nr	0,5 [mm ²]
24 V DC mellemløst	Mørkeblå	Med ledn.nr	0,5 [mm ²]
0 V DC	Mørkeblå m/hvid stribe	Med ledn.nr	0,5 [mm ²]
Analogt signal (mA og V)	Lyserød/Grå	Med ledn.nr	0,5 [mm ²]
Fremmed styrespænding	Parsnoet	Med ledn.nr	0,5 [mm ²]
	Orange	Med ledn.nr	0,5 [mm ²]

5.2.6. Ledere fra forskellige kredse

Ledere fra forskellige kredse må lægges ved siden af hinanden, være i den samme kanal (fx rør eller ledningskanalsystem) eller være i det samme multilederkabel, forudsat at udførelsen ikke har indflydelse på de enkelte kredses korrekte funktion. Hvor disse kredse opererer ved forskellige spændinger, skal lederne separeres med egnede barrierer eller isoleres for den højeste spænding, som hver enkelt leder i kanalen kan blive udsat for, fx fase til fase- spænding for ujordede systemer og fase til jord-spænding i jordede systemer.

Installationer, som ikke har funktionsmæssig tilknytning til lavspændingsinstallationer (eksempelvis maskininstallation, SRO og lignende), og som almindeligvis oplægges, tilses eller vedligeholdes af andre end autoriserede elinstallatører, skal være således adskilt fra lavspændingsinstallationer, at arbejder kan foretages uden indgreb i lavspændingsinstallationen.

5.3. Kabelmuffer

Power-kabelsamlinger skal, hvor de vil være tilladte, udføres med krympemuffer med lim.

5.4. Kabler i jord**5.4.1. Opgravning**

I forbindelse med udførelse af gravearbejder skal der udvises hensyn overfor eksisterende anlæg. Minimum-nedgravningsdybden for kabler er overalt 70cm under terræn. (35cm anvendes ikke).

Højspændingskabler skal udlægges i min. 110cm dybde under færdigt terræn.

Udformning af kabelgrave og kabelbrønde skal tilgodese kablers minimums-bøjningsradius; særligt skal der tages højde for eventuelle fiberkabler i føringen.

5.4.2. Udlægning

Generelt trækkes svagstrømskabler, fiberkabler og lavspændingskabler indtil 6 mm² i rør og kabelbrønde. Der lægges normalt ø 110 kabelrør med glat inderside, og ø 600 kabelbrønde placeres passende for tilladelige træklængder, dog maksimalt 100 meter imellem trækbrønde.

Parallelførte kabler skal udlægges med en indbyrdes afstand på min. 2 x den største kabeldiameter. Afstandskriteriet skal sikres overholdt ved udlægning af 10cm afstandsstykker pr. min. 1 m.

Mellem høj- og lavspændingskabler holdes en afstand som angivet i gældende lovgivning.

5.4.3. Tilfyldning

Bunden af kabelgraven skal oprenses for sten og andre faste genstande, der kan beskadige kabler samt afrettes jævnt.

Hvor kabler udlægges direkte i jord udlægges i 10cm sand, hvorefter kabler nedlægges, så de er helt omgivet af sandlaget.

Generelt tilfyldes med de opgravede materialer rensat for større sten.

Markeringsbånd for kabler og rør udlægges ca. 30-45cm under terræn.

Der skal altid udlægges markeringsbånd, uanset dybden på de nedlagte kabler.

Markeringsbåndene skal være mærket med den installationstype/farve, som kablerne repræsenterer.

5.5. Retablering

Opgravningerne skal tildækkes igen og retableres 100%, så overfladen nøje svarer til den beskaffenhed, udseende og struktur, den havde, da entreprenøren overtog den, og alt overskudsmateriale bortkøres.

6. Gennemføringer

6.1. Brandsikre gennemføringer

Alle gennemføringshuller for elinstallationerne (for rør, kabler, kabelbakker, -stiger, -kanaler, etc.) gennem brandskel skal, uanset udnyttelsesgrad, lukkes 100% mod brand-, røg-gennemgang, når samtlige kabel- og ledningstræk er foretaget. Brandtætninger lukkes med midlertidige brandpuder ved arbejdstids ophør og permanent, når installationer er færdiggjort.

Brandsikringen skal som minimum udføres BS60.

Til sikring af gennemføringer skal anvendes fastholdte modulblokke i præmonterede rammer (som fabrikat Roxtec/Brattberg eller dermed ligestillet).

6.2. Vandtætte gennemføringer

Ved åbning af de vandtætte gennemføringer skal entreprenøren retablere sikring mod vandindtrængning.

Rør med kabler lukkes generelt med skum, der er beregnet til formålet, det vil sige, at materialet skal være bestandigt overfor det miljø, det installeres i (vind, salt, UV, m.v.).

I områder med risiko for højt vandtryk må kabelrør/føringsveje ikke føres gennem konstruktionen. Gennemføring skal sikres med modulblokke som Brattberg eller lignende.

OBS! Specielle krav til gennemføringer med fugtsikringsmenbran (ydermure og lignende).

6.3. Gastætte gennemføringer

Gastætte kabelgennemføringer etableres ved grænsezonerne (f.eks. ATEX), hvor der er monteret Roxtec/Brattberg-stålrammer for MCT-modulblokke (eller dermed ligestillet).

Ved åbning af de lufttætte gennemføringer skal entreprenøren retablere sikring mod luft, brand, røg og gas.

7. Jording og potentialudligning

Jording og potentialudligning skal udføres i henhold til principtegninger, der kan rekvireres hos driftsledelsen. Som udgangspunkt er der installeret TN-C-S/TN-S-jording. Ved lange kabeltræk samt nær jernbanen udføres TT-jording.

8. Transientbeskyttelse

El-entreprenøren skal sikre, at der installeres overspændingsafledning eller anden form for transientbeskyttelse i installationer, der har eller får forbindelse gennem "beskyttelseszonegrænser". Definitioner, metoder og krav til beskyttelsen fremgår af principtegninger, der skal rekvireres hos driftsledelsen.

9. Tavler

9.1. Generelt

Tavler skal være kortslutningsbeskyttet. Kortslutningsbeskyttelsen skal være effektiv ved enhver kortslutningsstrøm, der kan optræde i tavlen, dvs. ved såvel den største som den mindste kortslutningsstrøm og alle mellemliggende værdier. Kortslutningsbeskyttelsen skal enten være indbygget i tavlens indgang eller være anbragt foran tavlen, fx ved udgangspunktet af den ledning, der forsyner tavlen.

Tavlefabrikanten skal give de oplysninger, som er nødvendige for at opnå en effektiv kortslutningsbeskyttelse ved installation af tavlen. Oplysningerne skal være til stede på tavlen.

9.2. Normer

Tavler opbygges efter respektive normer.

Hovedtavle/fordelingstavle:	EN 61439-1
Bygningstavle/lægmandstavle:	EN 61439-1 med tillægsbestemmelser i 439-3
Maskintavle/styretavle:	EN 61439-1, EN 60204-1
SRO tavle:	EN 61439-1

Uanset normer må der ikke være mulighed for direkte berøring af spændingsførende dele ved åben tavlelåge.

9.3. Tavleopbygning generelt

Tavler skal generelt have samme formopdeling efter tavletype.

Hovedtavler/fordelingstavler:	Form 3B, med begrænset adskillelse af funktionsenheder
Bygningstavler:	Form 2B
Maskintavler:	Form 1 (ikke indeholdende effektskinner)
SRO-tavle:	Form 1.

Klemmerækker til forskellige spændingsniveauer skal altid være tydeligt adskilt.

Alle til- og afgangene i tavler skal ske via kabelfelter.

Kabelfelter skal altid være i venstre eller højre side af tavlen. Kabelfelt må ikke placeres i tavlens øverste eller nederste del.

Tavler skal lukkes af med plade i bunden af alle felter mod sokkel.

Alle tavler skal være udført med indføring af kabler i bunden af tavlen. Opadvendte kabeltilslutninger eller forskruninger må ikke anvendes.

Tavler skal have anordninger, som sikrer mod kondensdannelse i tavlerne.

Der skal generelt anvendes automatsikringer som eksisterende fabrikat og type i tavler. Anvendelse af smeltesikringer kræver godkendelse fra driftsledelsen.

Der skal være meldekontakt eller lignende "sand" indikering på alt koblings- og sikrings-materiel i tavler.

Tavler leveres i koordination type 2 (DS/EN 60947 - koblingsudstyr for lavspænding):
Dette krav medfører ved kortslutning, at koblingsudstyret ikke må udgøre fare eller risiko for personer eller anlæg. Koblingsudstyret skal kunne anvendes til videre drift af tavlen efter en kortslutning.

Beskyttelsesudstyr for beskyttelse mod indirekte berøring skal placeres foran tavlen.

Tavler og tavlemateriel skal sikres, og der skal kunne dokumenteres selektivitet i det respektive anlæg efter idriftsættelse.

Alt tavlemateriel skal monteres på DIN-skiner eller grundplade. Lamper og tryk fastmonteres på selve lågerne.

Tavler leveres i tavlefabrikantens standardfarve. Såfremt farven er afvigende fra "standardgrå", skal dette aftales med driftsledelsen.

For pladekapslede tavler, skal grater og skarpe kanter være fjernet, og hjørner skal være afrundet til min. radius på 1 mm. Overfladebehandlingen skal være bestandig for det givne miljø, på opstillingsstedet samt UV-bestandig, hvis denne udsættes for dagslys.

9.3.1. Specifikt for hovedtavler/fordelingstavler

Tavlen skal være bestykket med separat tilgangsfelt. Tilgangsfeltets størrelse skal være af en størrelse, så det tilgodeser monteringsarbejdet og kablens bukeradius.

Tavlen skal være forsynet med mimikdiagram på tavlefronten, som tydeligt angiver skinneføringen i tavlen.

Hovedtavler forsynes med voltmeter samt 3 x amperemeter med visning af øjebliksværdien og maks.-værdien.

Af hensyn til energiregistrering skal hovedtavler være forberedt til installation af el-måler og bi-måler med både disponibelt felt til montage af måler samt særskilt målerfelt med skinneplads til montage af 2 separate måletransformerkredse for alle faser + nul.

Hovedtavler opbygges med maksimalafbrydere med justerbar tid-, overstrøm- og kortslutningsbeskyttelse.

Fordelingstavler opbygges med klemmer i tilgang.

Indgangsbrydere og skinneresystemer dimensioneres i relation til en mulig ønsket udvidelse foruden den aktuelle belastning.

Overfladebehandling af skinner anses ikke som tilstrækkelig isolation, såsom maling af skinnerne o.l. Skinnerne skal være ordentligt isoleret med hård plast e.l. overalt i tavlen, hvor der er mulighed for at berøre dem uden demontering af tavleafskærmninger.

Nye tavler skal dimensioneres med minimum 30% disponibel plads i kabelfelter i tavlerne.
Nye tavler skal dimensioneres med minimum 30% disponibel DIN-skinneplads, inklusiv skinnefelt.
Tavlen dimensioneres med minimum 30% disponibel belastningsplads for sikringsafbrydere og maksimalafbrydere.

Sikringsmateriel, materiale for adskillelse o.l. skal dimensioneres, så de kan tåle den dimensionerede belastningsstrøm kontinuerligt i hele installationens levetid.

Sikringsmateriel placeres bag låger.

9.3.2. Specifikt for bygningstavler

Bygningstavler skal generelt udføres som lægsmandsbetjente.

Sikringsmateriel placeres bag låger med fingerluk-mekanisme.

Tavlefelter med betjenelig sikringsmateriel skal udføres som IP2X med plastafdækning foran kabler og poler. Adgang til spændingsførende dele må ikke være muligt uden brug af værktøj.

9.3.3. Specifikt for maskintavler

Maskintavler skal generelt udføres som værktøjslukkede.

I alle maskintavler skal der være etableret lys i hele tavlens længde. Tænd/sluk etableres bag tavlelåge, og kan være en integreret del af tavlearmatur.

9.4. Kortslutningsniveau

Der er udarbejdet en model over SBF's kortslutningsniveauer i simuleringstværgærktøjet Power Factory, hvorfor det altid tilrådes at konsultere denne hos driftsledelsen.

Det er entreprenørens ansvar at foretage en kortslutningsmåling på opsætningsstedet.

10. Dokumentation af el-arbejde

Intet arbejde må påbegyndes, før dokumentationen er godkendt af bygherren. EI-dokumentationen skal udarbejdes i et format som opfylder kravene i Sund & Bælts CAD standard, TI9.12A-B16.

10.1. Testdokumentation

Testdokumentationen af installationsarbejdet bestemmes af typen af installation (maskin-, bygnings-, datainstallation m.v.), og skal overholde de i lovgivningen angivet dokumentationskrav inden idriftsættelse.

11. CE-mærkning

Det er entreprenørens ansvar, at CE-mærknings direktiver overholdes og anlægsdele CE-mærkes korrekt.

12. ATEX forhold

Eftersom potentielle eksplosive atmosfærer forekommer yderst sjældent, er der ingen ATEX-zoneklassificerede områder på Storebælt. Der er dog flere steder eksisterende installationer i EX-udførsel, som skal vedligeholdes efter forskrifterne, så EX-udførslen er intakt. Og ved udskiftning af udstyr anvendes fortsat EX-udstyr, således at installationerne opretholdes i EX-udførsel.

Dette stiller krav til de udførende entreprenører om uddannelse af de medarbejdere, der foretager reparations- og vedligeholdelsesarbejder på det pågældende udstyr. Som udgangspunkt er følgende lokaliteter omfattet:

- Arbejde i tunnel, dybdepunkt (TT16)
- Arbejde på afløbs- og drænanlæg på land

Ved tvivlsspørgsmål mht. omfang af konkrete EX-installationer, bedes henvendelse rettet til driftsledelsen.

13. Bilag

TI6.00.1-B1	Kabelliste og Tavle koncept
TI6.00.1-B2	Kabeltyper

14. Ændringslog

Dato	Rev.	Ændring	Årsag
20-01-2017	0	Nyt dokument	