

EL-TAVLER ELSRO 104

Version	Dato	Initialer	Ændringer / rettelser
5	26-10-2023	JBWN	<p>ELSRO 104 gælder nu også for AMV (GTR-04 er flettet ind). Højspændingsrelaterede emner fra GTR-04 findes i den nye kravspec ELSRO 003</p> <ul style="list-style-type: none">• projektrelateret indhold er fjernet• dokumentkrav af generel karakter er fjernet• nomenklatur tilføjet.• afsnits navngivning er koordineret med ELSRO 103• nyt fælles afsnit "jordingsystemer" som samler jordingsanlæg, systemjord, potentialudligning.• nyt fælles afsnit om mærkning.

1	GENERELT	4
1.1	NOMENKLATUR	4
1.2	TAVLETYPER	5
1.2.1	<i>Fordelingstavle</i>	5
1.2.2	<i>Bygningstavle</i>	5
1.2.3	<i>Maskintavle</i>	5
1.2.4	<i>Styre-sektion/tavle</i>	5
1.2.5	<i>Fordelerboks</i>	5
1.3	LOVE, NORMER, BEKENDTGØRELSE M.M.	6
1.4	BYGHERRELEVERANCER	6
1.5	NETTILSLUTNING	6
2	PROJEKTERING	6
2.1	DIMENSIONERING	7
2.1.1	<i>Omgivelser</i>	7
2.2	UDFORMNING OG MONTERING	8
2.3	FORDELINGSTAVLE	9
2.3.1	<i>Forsyningsadskiller</i>	9
2.4	MASKINTAVLE	9
2.4.1	<i>Styretavlesektion</i>	9
2.4.2	<i>UPS-anlæg</i>	10
3	ARBEJDETS UDFØRELSE	11
3.1	VÅDE OMRÅDER	11
3.2	UDENDØRS TAVLER	11
3.3	KABELTERMINERING	12
3.4	AFTALER	12
3.5	UDSKIFTNING AF EKSISTERENDE TAVLER	12
4	MATERIALER	13
4.1	KORROSION	13
4.1.1	<i>Forskrifter</i>	13
5	JORDINGSSYSTEMER	14
5.1	SYSTEMJORD	14
5.2	POTENTIALUDLIGNING	14
5.2.1	<i>Udligningsforbindelser</i>	14
5.2.2	<i>Kabelfelter</i>	14
5.2.3	<i>Beskyttende potentialudligning (PB-ledere)</i>	14
5.2.4	<i>Kontrolmåling</i>	15
6	MÆRKNING	15
6.1	MÆRKNING AF TAVLER OG FORDELERBOKSE	15
6.2	MÆRKEPLADE	15
6.3	MIMIKDIAGRAM	15
6.4	KOMPONENTMÆRKNING	15
6.5	LEDERMÆRKNING	15
6.6	KABELLEDERMÆRKNING	15
6.7	TERMINALMÆRKNING	16
6.8	ADVARSEL, OPLYSNING OG PÅBUDSSKILTE	16
7	VERIFIKATION	17
7.1	DESIGNVERIFIKATION	17
7.2	RUTINEVERIFIKATION	17
7.3	FAT	17

7.4	TERMOGRAFERING	17
8	DOKUMENTATION	18
8.1	OMFANG:	18
8.1.1	Filformater:	19
8.2	CE-MÆRKNING	19
9	OPRYDNING OG RENGØRING	19
10	FORSYNINGSSPECIFIKKE KRAV TIL EL-TAVLER	20
10.1	VAND	20
10.1.1	Tavleopbygning og -komponenter	20
10.1.2	Forsyning af tavler	20
10.1.3	Farve	20
10.1.4	Opbygning og layout af tavler i dykpumpehus	20
10.1.5	PLC-tavle	20
10.1.6	Komponent TAG-numre (referencebetegnelser)	20
10.2	SPILDEVAND	21
10.2.1	Tavletype	21
10.2.2	Maskintavle	21
10.2.3	Indsatse med forafdækning	21
10.2.4	Tavle gruppe opbygning for komponenter	21
10.2.5	24Vdc automatsikringer	21
10.2.6	Betjening	21
10.2.7	Niveauvisning	22
10.2.8	UPS	22
10.2.9	Varmelegeme	22
10.3	FJERNVARME	22
10.3.1	Generelt	22
10.3.2	Sikkerhed og beskyttelse	22
10.3.3	UPS	22
10.3.4	Skilte og mærkning	22
10.4	FJERNKØLING	22
10.5	AMV	23
10.5.1	Generelt	23
10.5.2	Sikkerhed og beskyttelse	23
10.5.3	Udførelse	23

1 Generelt

Denne kravspecifikation præciserer de generelle krav til lavspændingstavler (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 lavspændingstavler i HOFOR.

Dokumentet er målrettet til rådgivere, el-entreprenører samt intern brug og benyttes i forbindelse med specifikation, udbud og indkøb af lavspændingstavler.

Til et givet projekt skal kravspecifikationen suppleres med et BPS-ipskema og evt.

projektspecifikke krav (særlig arbejdsbeskrivelse - SAB), hvor eventuelle tilføjelser/afvigelser fra nærværende generelle kravspecifikation er angivet.

1.1 Nomenklatur

ADK	Adgangskontrol
AM101	Kravspecifikation for arbejdsmiljø
ANL101	Kravspecifikation for anlægsdokumentation
BPS-skema planlægningssystem)	Standard specifikation af lavspændingstavler (byggeriets)
ELSR0 100	Oversigt over standarder for EL- og SRO-kravspecifikationer
ELSR0 003	Kravspecifikation for el-anlæg (mellemspænding)
EMC	Elektromagnetisk kompatibilitet
HMI	Human Machine Interface (betjeningspanel)
Ikmax/ikmin	kortslutningsniveau (maksimum og minimum)
Instrueret person person.	Person som er tilstrækkeligt informeret eller overvåget af en sagkyndig
PE-leder	beskyttelsesleder
PB-leder	beskyttelsesleder, potentialudligning
PLC	Programmerbar logisk styring (kontrolenhed)
Profibus/Profinet instrumenering/udstyr.	Bussystem som fører kommunikationsdata mellem en kontrolenhed og
RCD	Fejlstrømsrelæ
SAB	Særlig arbejdsbeskrivelse
SPD	Overspændingsbeskyttelse
THDu/THDi	Totalharmonisk forvrængning (spænding/strøm)
Sagkyndig person	Person med relevant uddannelse og erfaring.
Lægmand	Person som hverken er sagkyndig eller instrueret. F.eks. besøgende.

1.2 Tavletyper

Kravspecifikationen anvender nedenstående opdeling og betegnelser for forskellige typer af tavler.

1.2.1 Fordelingstavle

Herunder hovedtavle.

Fordelingstavlen indeholder tilgangsfelt for elforsyning med overordnede forsyningsadskillere, målerfelt og sikringselementer for bygnings-, maskin- og PLC-tavle.

Udføres efter DS/EN 61439-2

1.2.2 Bygningstavle

En bygningstavle kan være en sektion i en fordelingstavle hvis sandsynligheden for betjening af lægmand er minimal. I så fald udføres den efter 61439-2.

Bygningstavlen indeholder udstyr til elforsyning og styring af bygningens lys, stikkontakter, varme, komfortventilation, affugter, grundvandspumpe, brandventilation (ABV), automatisk brandalarmanlæg (ABA), adgangskontrol (ADK) mv.

Er en bygningstavle opført separat, udføres den efter DS/EN 61439-3

1.2.3 Maskintavle

Maskintavlen indeholder udstyr til elforsyning af maskiner og procesanlæg f.eks. motorer, frekvensomformer, ventiler, m.m.

Udføres efter DS/EN 61439-2 og DS/EN 60204-1

1.2.4 Styre-sektion/tavle

Kan være en sektion i maskintavlen.

Tavle med udstyr til:

- kommunikationsudstyr mellem hovedstation og PLC
- PLC-styring af motorer, ventiler mv., PLC ind- og udgange for instrumenter, signalgivere mv.
- strømforsyning af instrumenter og udstyr i processen (undtagen ventiler)
- kommunikation til proces f.eks. via remote I/O og Profibus DP-enheder, der enten er elektrisk og/eller optisk forbundet

Udføres efter DS/EN 61439-2 og DS/EN 60204-1

1.2.5 Fordelerboks

Typisk en samlekasse med klemrækker og relæer eller andet aktivt udstyr, som er forsynet og overstrømsbeskyttet af en tavle.

Udføres efter DS/EN 61439-2, DS/EN 60204-1 eller anden anvendelsesspecifik standard efter aftale med HOFOR.

1.3 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

1.4 Bygherreleverancer

Der henvises til SAB for det specifikke projekt.

1.5 Nettilslutning

Se ELSRO 103 "Nettilslutning"

2 Projektering

Forud for etablering af en eltavle skal der udarbejdes et BPS-specifikationskema.

- hvis BPS-skemaet udarbejdes af andre end HOFOR skal den forelægges HOFOR til kommentering og skriftlig godkendelse inden opstart/udførelse.

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.
- Tavler skal udlægges til en levetid på minimum 20år.

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 (skærmning af tavler og fordelerbokse)
- hæmmede koblingsveje (undgå f.eks. antennestrukturer)

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

- eltavler projekteres og dimensioneres efter følgende standarder:
 - DS/HD 61439 serien
 - DS/EN 60204-1 Maskinsikkerhed - Elektrisk udstyr på maskiner
 - DS/EN 61000 (EMC-immunitet, kompatibilitet og emission)
 - DS/EN 81346 serien

Projekteringsdokumentation, herunder layout og dimensionering, skal overdrages til HOFOR i redigerbar originalt filformat, se afsnittet dokumentation.
HOFOR skal godkende projekteringsdokumentation inden fremstilling af tavlen.

2.1 Dimensionering

Tavlebyggeren skal projektere og dimensionere tavler og det leverede udstyr, herunder udføre følgende:

- der skal være ubetinget selektivitet for overstrømsudstyr både opstrøms og nedstrøms, medmindre andet aftales.
 - Alle maksimalbrydere skal indeholde tilstrækkelige indstillingsmuligheder for at sikre ovenstående.
- fejlstrømsafbrydere kan forsikres med mærkestrøm eller bagsikres via samtidighedsfaktor.
- fejlstrømsafbrydere skal være af en type med mulighed for indkobling uden først at afbryde belastningen.
- ved forsyning af trefaset udstyr med rene DC fejlstrømme, f.eks. frekvensomformere, ladere, UPS osv. anvendes separat overstrømsudstyr og fejlstrømsafbryder type B.
- ved forsyning af enfasede udstyr med rene DC fejlstrømme, f.eks. frekvensomformere, ladere, UPS osv. anvendes separat overstrømsudstyr og fejlstrømsafbryder type F.
- mærkesamtidighedsfaktor aftales med HOFOR.
- kapsling af tavlerne skal sikre, at temperaturstigninger indenfor kapslingen forbliver $<15^{\circ}\text{C}$, f.eks. ved brug af naturlig eller mekanisk ventilation.

2.1.1 Omgivelser

Alle kapslinger (tavler og fordelerbokse) skal leveres tilpasset forholdene på opstillingsstedet.

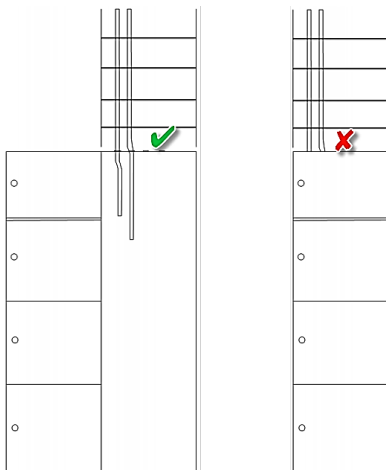
- kapslingsklassen for tavler og fordelerbokse skal som minimum være IP44 med lukkede låger og IP20 med åbne låger
- kapslingsklassen for tavler og fordelerbokse i aflåste tavlerum, skal som minimum være IP22 med lukkede låger og IP20 med åbne låger

Temperaturforhold:

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

2.2 Udformning og montering

- tavlerne skal om nødvendigt kunne opdeles i sektioner med henblik på transport og indbaksning.
- tavlefelterne skal kunne samles mekanisk og elektrisk med det af tavleleverandøren leverede materiale.
- interne PE- og strømskinner, ledninger og kabler imellem tavlefelterne skal have en tilpas længde og være nummereret for montage på installationsstedet.
- tavlesektioner over 63A skal leveres i form min. 2b.
- skabe og tavler skal af hensyn til senere udvidelser leveres med 25% disponibel plads dvs at kun 75% af den disponible plads er bestykket, medmindre andet fremgår af BPS skema.
- I skabe og tavler, der også indeholder elektronikudstyr, skal der være tydelig fysisk adskillelse mellem elektronik- og effektdeel.
- kabelindføring i tavler defineres i BPS-skema for det specifikke projekt.
- alle felter skal have en størrelse, som tilgodeser kablers bukeradius under montage, rimelige aflastningsforhold og godt monteringshåndværk.
- tavler på samme lokation skal udføres i samme type og farve, og så vidt muligt med samme højde- og dybdemål.
- forsyningsadskillere, maksimalafbryder mv. over 63A monteres med koblingshåndtag ført til tavlefront.
- fordelingstavler og maskintavler skal kunne termofotograferes under spænding.
 - Det vil sige alle tavlelåger skal kunne åbnes under spænding, også ved sikringshåndtag/aksel.
- PE-ledere i kabler skal tilsluttes en PE-terminal i tavler eller boks
- kabelskærm skal tilsluttets PE-skinne eller skærmskinne med 360° forbindelse.
- kabeloplægningsmetoden tavler skal så vidt muligt svare til oplægningsmetoden i føringsvejen, da dimensionering af kabler ellers hæmmes af eventuel ringere oplægningsmetode.



2.3 Fordelingstavle

2.3.1 Forsyningsadskiller

Der skal altid etableres adskiller i tavlens indgangsfelt, så adskillelse kan foregå uden brug af "Isolerende værktøj" (L-AUS værktøj).

Afbryderen skal kunne aflåses med hængelås.

2.3.1.1 Transientbeskyttelse

Der skal etableres transientbeskyttelse (SPD) i relevant kategori på alle udefrakommende kabler. Sammenhængende bygninger skal betragtes som én bygning (beskyttelseszone).

SPD placeres som minimum i første tavle eller opstrøms i separat boks.

SPD skal som minimum have følgende egenskaber:

- med fjernmeldekontakt
- udføres i henhold til EN 61643-11
- komplet SPD Type 1 + Type 2 gnistgabsbaseret afleder.

2.4 Maskintavle

Udføres efter 61439-2 og 60204-1

- er tavlen placeret, hvor der er risiko for kondens og/eller temperaturer lavere end 5° C, indbygges termostatreguleret varmelegeme med en passende termisk effekt.
- tavlen skal være designet således, at senere påmontering af tavleventilator er muliggjort.
- betjeningskomponenter, herunder indikatorer, anbringes max. 185 cm over gulv.

2.4.1 Styretavlesektion

Udføres efter 61439-2 og 60204-1

2.4.1.1 SRO-udstyr

Der henvises til HOFORs kravspecifikation for SRO-anlæg (ELSRO 101) angående valg af PLC type, grafisk skærm og tilhørende systemkomponenter.

2.4.1.2 Styrespænding

Styrespænding skal være 230V AC eller 24V DC for maskin- og bygningstavler.

- 230V AC styrespænding fås fra 400/230V skilletransformer og dimensioneres for 50% udvidelse.
- styrespændingen for PLC skal være 24V DC og skal være dimensioneret for 50% udvidelse.
- strømforsyning til styrespænding skal være af typen PELV og overholde EN 61558.
- for særligt udstyr, der kræver anden styrespænding, vil det fremgå af BPS-skema eller SAB
-

2.4.1.3 Instrumentforsyning 24V DC / 230V AC styrespænding

Instrumentforsyning 24V DC og 230V AC føres til sikringsklemmer med indikering, og der skal være individuel sikring for hver afgang.

2.4.1.4 PLC-udstyr

Strømforsyning til PLC-udstyr skal forsikres med en separat gruppe i tavlen. Alle PLC-moduler opdeles med hver deres sikring med indikation.

2.4.1.5 Tavleinstrumenter

Når en installation er bestykket med frekvensomformere der ikke er af typen ultra lav harmonisk, skal der monteres tavleinstrument med visning af strøm kvalitet THD% efter harmoniske numeriske størrelser.

2.4.2 UPS-anlæg

- UPS-anlægget skal leveres med relæudgang for alarmoverførsel til PLC.
- UPS-anlægget skal være typen "on-line" og skal anbringes, så det er let at servicere.
- UPS-anlægget skal kunne serviceres/demonteres blinkfri (via et egnet service by-pass panel) med hotswap-omskifter.
- UPS-anlægget skal forsynes fra egen gruppe.
- UPS-anlægget skal forsyne følgende, hvis installeret:
 - PLC
 - HMI Operatør panel
 - kommunikationsudstyr (switch, router og modem)
 - instrumenter, monteret i tavle (230V AC)
 - instrumenter, monteret udenfor tavle (230V AC)
 - 230V stikkontakt til PC (krav om separat RCCB)
 - til 24V DC styrespænding
 - til 24V DC forsyning til instrumenter
- UPS'en batteritid skal aftales
- der monteres kombirelæer foran hver af ovennævnte afgange fra UPS'en.
- der skal etableres separat fremført driftsisoleret systemjord PE(N) for TN-S og TN-C systemjord. driftsjord fra transformer eller evt. PEN leders først punkt.
- der skal for TT-net etableres skilletrafo (for trefasede UPS).

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.
- tavlebyggeren 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.
- eltavler anbringes således, at de kan udskiftes uden beskadigelse af bygningsdele. Dog skal tavler være solidt fastgjort til gulv eller væg.
- fastgørelse af materiel må ikke udføres med dobbeltklæbende tape, lim eller lignende. Alt materiel skal fastgøres med skruer, bolte, nitter, strips og lignende.
- tavlerne skal være forberedt så de kan fastgøres til væg og gulv.
- sektioner beregnet for betjening skal have gennemsigtige låger.
- gulvtavler udføres med sokkel.
- hvor der er fysisk plads, skal der altid monteres en brandhæmmende dokumentholder på indersiden af tavlen.
 - udvendig på tavlen skal dette mærkes med et skilt: "Tavledokumentation bag denne låge".
- der skal medleveres et stk. aflåsningsudstyr mod utilsigtet indkobling til alle typer sikringer og afbrydere.
- lukning af kabelindføringer i tavle skal ske kabelgennemføringssystem eller forskruninger, som er godkendt af tavleproducenten.
- maskintavler skal være sektioneret i henholdsvis fordelingstavle, bygningstavle, maskintavle og styretavle.
- tavlen skal indeholde kabelfelter designet til at opretholde oplægningsmetoden helt ind i tavlen.
- ledersystemer med forskellige energiniveauer skal holdes adskilt f.eks. 230 V AC, 24 V DC signalkabler og kommunikationskabler.
 - maskinkabler og bygningskabler skal ligeledes holdes adskilt.
- brydere og termoafbrydere skal skiltes med indstillede værdier.
- UPS-forsynede tavlesektioner skal være kortslutningssikkert oplagt og der skal være sikringer foran ekstern elinstallation.
- UPS-anlægget skal placeres, så det er let at servicere for instrueret personale.

3.1 Våde områder

Tavler og fordelerbokse skal anbringes uden for områder, hvor der er risiko for, at de kan blive oversvømmede.

3.2 Udendørs tavler

I udendørs omgivelser i det offentlige rum, skal tavler så vidt det er muligt placeres og installeres, utilgængeligt, uden for rækkevidde, eller ved indkapsling / aflåsning.

- for tavler og fordelerbokse under terræn skal der findes en forsyningsadskiller over terræn.
 - tavler skal placeres så højt som det er praktisk muligt, og under hensyntagen til betjening og vedligehold.
 - tavler skal altid placeres over terræn, medmindre der er udført vandtæt tavlerum.

- tavler udført i plastik med en kapslingsklasse over IP23 skal forsynes med overtryksventil som forhindrer deformationer på tavlen.

3.3 Kabelterminering

Klemmerne for signalkredse skal udføres med skillemulighed og/eller sikringsklemme med indikering.

- for signalkredse skal der anvendes fjederklemmer.
- klemrækker skal være let tilgængelige og må ikke være placeret, så de dækkes af kabel eller anden installation.
- flerkorede ledninger monteres med tyller/ledningsterminalrør.
- alle klemmer leveres større end ledningskvadrat.
- der må ikke være mere end én leder i klemmer for afgående kredse.
- PB-leder fra tavlestel til låger fastmonteres med kabelsko, tandskiver og skruer.

3.4 Aftaler

Indgreb på idriftværende tavleanlæg 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.

3.5 Udskiftning af eksisterende tavler

Ved udskiftning af en eksisterende tavle gælder følgende:

- kortslutningsniveauer verificeres, så den nye tavle er bygget efter forholdene på opstillingsstedet.
- tavleopmærkning skal iagttages og kabler mærkes, så ombytning af gruppeledninger ikke forekommer.
- fasefølge skal registreres inden tavlen lukkes ned, så ledninger kan monteres i samme rækkefølge i ny tavle.
- hvor det ikke er muligt at montere ledninger i nye klemmer uden at de bliver forlænget, skal der anvendes egnede presmuffer.
- løse samlemuffer accepteres ikke.
- inddækning af nye tavler skal etableres på en sådan måde, at tavlen kan åbnes og betjenes uden at afdækningen fjernes.
 - først ved endelig afslutning af arbejdet i det pågældende rum (alt håndværkerarbejde) skal inddækningen fjernes.
- kabelfelter/grav skal støvsuges, gamle ankerbolte i væg fjernes.
- såfremt der er ført vand- eller afløbsrør over tavlen, skal der etableres overdækning af tavle.
- gammel opmærkning skal konverteres til ny opmærkning.

4 Materialer

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

- HOFOR skal godkende materialelister før indkøb.
- alle anvendte materialer skal være CE-mærket, som minimum iht. CPR (byggevarerforordningen).
- 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

Se ELSRO 103

4.1.1 Forskrninger

Forskrninger skal være fremstillet iht. DS/EN 62444:2013

- for industriinstallationer skal kapslingsklassen være minimum IP67.
- der skal anvendes forskrninger med metrisk gevind
- forskrningens størrelse skal passe til kablets diameter.
- disponible kabelforskrninger skal forsynes med blindprop monteret direkte i forskrningen.
- for skærmede kabler skal der anvendes EMC-forskrninger

5 Jordingsystemer

5.1 Systemjord

Tavler skal hvis muligt udføres med systemjord TN-S.

- TT systemjord kan udføres hvis TN-S ikke er muligt, f.eks. i gadeskabe.
- PEN-ledere skal opsplittes i hovedtavle, så udbredelsen af PEN-ledere i bygningen minimeres.

5.2 Potentialudligning

5.2.1 Udligningsforbindelser

Udligningsforbindelser skal generelt udføres med boltede samlinger eller klemmer.

- for boltede samlinger anvendes tandskiver eller fjederskiver.
- 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 ikke.

Tilslutningspunktet til jordklemmen skal opmærkes tydeligt.

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.

Der skal være gennemgående PE-skinne i tavlen.

- denne skal i begge ender af tavlen være forberedt for tilslutning til bygningens jordingsanlæg

5.2.2 Kabelfelter

Kabelfelterne skal være udstyret med kabelaflastninger, PE-kobberskinne med fastgørelsesskruer for kablernes PE-leder og skærmjord.

- der skal være en dedikeret PE-klemme for hvert kabel.
- skærmede kabler skal kunne tilsluttes vha. 360 graders forbindelse ved indføring i tavlen.

PE-skinne skal placeres parallelt af tilslutningsklemmerne, så entydigt tilhørsforhold til kabelmontagen opnås.

- PE-skinne skal føres i hele kabelfeltets højde.

5.2.3 Beskyttende potentialudligning (PB-ledere)

5.2.3.1 Udsatte ledende dele

Der skal udføres PB-ledere mellem hovedjord og udsatte ledende dele, som tavlekapslinger og fordelerbokse.

- fastgørelse af PB-leder skal som udgangspunkt ske med dertil egnede dedikerede PE-klemmer.

- hvis der ikke findes en egnet klemme, anvendes boltet kabelsko med tandskive på tavlestel.

5.2.4 Kontrolmåling

Alle potentialudligningsforbindelser skal testes jf. DS/EN 61439 serien, og målerapport skal afleveres til HOFOR.

- kontrolmålinger (kontinuitet) til potentialudligningsklemmer udføres som minimum på ledende dele i tavlen der ligger længst fra jordplinten.
- testresultat for kontinuitet skal være mindre end 0,1ohm.

6 Mærkning

El-entreprenøren skal navngive og opmærke tavler og tavlekomponenter.

6.1 Mærkning af tavler og fordelerbokse

Tavler og fordelerbokse skal være mærket med navn og referencebetegnelser efter aftale med HOFOR.

- mærkningen skal være mindst 80x200 mm.
- mærkningen skal have 3 linjer (tekst leveres af HOFOR):
 - anlægsnavn
 - komponentnavn
 - referencebetegnelse (TAG)
- tavlens navneskilt skal placeres på tavlefront (venstre side i toppen).

6.2 Mærkeplade

Fabrikantens mærkeplade udføres efter relevant tavlestandard

- mærkningen skal være udført ved støbning, presning eller gravering.
- klistermærker eller laminering tillades ikke.

6.3 Mimikdiagram

Fordelingstavler (hovedtavler) skal være forsynet med mimikdiagram på tavlefronten, som tydeligt angiver skinneføringen og hovedstrømvej i tavlen.

6.4 Komponentmærkning

Komponenter skal opmærkes i henhold til tavletegningens systematik

- komponenterne i tavlerne skal være mærket robust og synligt.

6.5 Ledermærkning

Interne ledninger skal have ledningsnumre i hver ende iht. tavletegningens systematik

6.6 Kabelledermærkning

Kabler mærkes ifølge DS/EN 62491 tabel 1, metode A:

- permanent farvemærkning eller nummERMærkning på isolation anvendes (iht. tavletegning).

6.7 Terminalmærkning

Terminaler mærkes iht. DS/EN 60445

6.8 Advarsels, oplysnings og påbudsskilte

- tavler skal have nødvendige skilte/piktogrammer
f.eks.:
 - "fremmed styrespænding"
 - "UPS-forsynet"
 - "skinner bag låge"
 - "forsyningsadskiller bag denne låge"
 - "dokumentation bag denne låge"
- mærkningen skal være tydelig og forståelig, så vidt muligt iht. DS/EN 7010.
- mærkning skal være på dansk
 - bortset fra mærkning på masseproducerede komponenter, hvor mærkningen kan være engelsk.



7 Verifikation

7.1 Designverifikation

Tavlefabrikanten skal gennemføre designverifikation som beskrevet i DS/HD 61439-1.

- designverifikation skal gennemføres på hvert nyt design i form af en verifikationsvurdering (anvendelse af producentens designregler).
- tavlefabrikanten skal sikre sig at der udelukkende installeres komponenter i tavlen som er godkendt af tavlestål producenten (den oprindelige fabrikant).
- HOFOR kan i tvivlstilfælde kræve grundlag for verifikationen udleveret.

7.2 Rutineverifikation

Der skal gennemføres rutineverifikation af alle tavler som beskrevet i DS/HD 61439-1.

7.3 FAT

Der skal udføres fabriksafprøvning (FAT) af alle tavler.

- HOFOR forbeholder sig ret til at deltage i FAT-testen.
- HOFORs udleverede FAT-protokol eller DS/EN 62381 benyttes for FAT-prøvninger.
- der skal udføres test af alle elektriske og mekaniske dele.
 - Testen inkluderer en visuel, mekanisk og elektrisk test af alle dele og komponenter
- Tavlefabrikanten skal gennemføre nødvendige og lovgivningsmæssige kontrolmålinger efter DS/HD 61439 serien

Test og afprøvning skal indeholde:

- a. gennemgangs test for interne PB-ledere og PE-ledere
- b. tavlens isolationsmodstand
- c. automatisk afbrydelse af forsyning (RCD)
- d. polaritetsprøve
- e. funktionsprøve

Der skal på anmodning udleveres kopi af certifikat for udført kalibrering af testinstrument. Underskrevne FAT-protokoller for de fremstillede tavler skal overdrages til HOFOR inden leveringen.

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

7.4 Termografering

Der skal for nye eller ændrede installationer udføres certificeret termografering af tavler og kabelskabe 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.

8 Dokumentation

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

Tavledokumentation skal så vidt muligt være på dansk og indeholde informationer, der er nødvendige for etablering, drift og vedligehold samt evt. bortskaffelse, herunder information om tavlens funktion, anvendte komponenter, reparation og navne på anvendte fabrikater, leverandører og serviceorganisationer.

Sikkerhedsforskrifter skal forefindes på dansk for at beskytte bruger eller reparatør.

Følgende standarder benyttes ifm. udarbejdelse af tavledokumentation, 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

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

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.

I tavletegninger skal alle kabelafgange have TAG-nummer.

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

8.1 Omfang:

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

før tavler bygges

- projekteringsdokumentation
 - tavlespecifikationsskema (BPS-skema)
 - tavlekomponentliste
 - tavletegninger med referencer:
 - Indholdsfortegnelse
 - arrangementstegninger (front- og grundplade layout)
 - kredsskemaer, herunder et stregsskemaer
 - klemrækker og kabellister med HOFORs TAG-navne og referencer (lednings- og skinetværsnit i tavlen skal være angivet på el-skemaerne).
 - styklister med komponent-identifikation (type og bestillingsnummer) og leverandør
 - backup-, selektivitets- og varmetabsberegninger/diagrammer

før idriftsættelse

- testdokumentation
 - signal liste
 - gennemføre test iht. testprotokoller (FAT)
- dokumentation for gennemført designverifikation
- projekteringsdokumentation "som udført"

før aflevering

- "Som udført" dokumentation
 - dokumentliste (skabelon udleveres)

- manualer
- betjeningsvejledninger/brugsanvisninger
- datablade
- service- og vedligeholdelsesdokumentation
- testcertifikater
- testrapporter
- termograferingsrapporter
- overensstemmelseserklæringer iht. 61439 serien
- et fysisk eksemplar af kredsskemaer i tavledokumentholderen

8.1.1 Filformater:

Oversigt over dokumentation og krav til filformater.

- der anvendes nyeste softwareversioner-
- i det enkelte projekt aftales eventuelle afvigelser.

Dokumentation	Format	Format
Tavledokumentation	PC Schematic	.pro
Signallister	MS Excel	.xlsx
Øvrig dokumentation	MS Office eller pdf	

8.2 CE-mærkning

Alle tavler skal leveres CE-mærkede iht. 61439 serien.

9 Oprydning og rengøring

Alle tavler 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.

10 Forsyningspecifikke krav til el-tavler

10.1 Vand

10.1.1 Tavleopbygning og -komponenter

Udendørsudstyr: Kapslingsgraden skal mindst svare til IP 54.

Indendørs udstyr: Kapslingsgraden skal mindst svare til IP 54.

Udstyr monteret i apparatrum: Kapslingsgraden skal mindst svare til IP 21 for apparatskabe.

Kabelindgang skal være i bunden af tavlerne.

Alle kapslinger (skabe, tavler, kasser og dåser) skal leveres i kapslingsklasse IP 54.

10.1.2 Forsyning af tavler

Hvis installationen ikke har foransiddende stikledningssikring, dvs. hvis stikket tilsluttes i en T-muffe eller lign. skal der opsættes en separat adskiller i stikledningen. Denne skal anbringes i en klasse II kapsling (plast) sammen med et efterfølgende tilslutningsfelt, der er spændingsløst, når adskilleren er åben. Der skal være en IP20 adskillelse mellem adskillerens tilslutningsklemmer og tilslutningsfeltet. Der skal ikke etableres transientbeskyttelse på stikledningen.

10.1.3 Farve

Farve: Lys grå. Pulverlakeret 60-80 µm.

10.1.4 Opbygning og layout af tavler i dykpumpehus

For tavler (hovedtavler, bygnings- og PLC-tavler, samt undertavler mv.) i dykpumpehuse skal sidedækslerne være af den glatte type (dvs. tykkelse maks. 2 mm).

For tavler (hovedtavler, bygnings- og PLC-tavler, samt undertavler mv.) i dykpumpehuse skal tavlernes fundament hæves op fra gulv med gummi-afstandsklodser (å 4-5 mm).

For frekvensomformere i dykpumpehuse skal frekvensomformere monteres på konsoller fastgjort i gulv.

10.1.5 PLC-tavle

PLC-tavlen er opbygget med fordeling af strømforsyningen i toppen af tavlen. Nedenunder er evt. overdragerelær monteret.

Midt i tavlen er monteret rack, CPU'en, kommunikationsmodul, Ethernet switch, patchboks og optisk/elektrisk mediekonverter.

Nederst i tavlen er kabelfeltet med tilgangsklemmer, klemmer, Profibus interface-modul, power modul og ind- og udgangsmoduler.

Lyslederkabler skal afsluttes inden i en dertil egnet fiberpatchbox i en SC/SC-adapter i materiale af messing. Fiberpatchkabel fra fiberpatchbox (SC) til OLM (ST) skal have SC/ST-stik.

10.1.6 Komponent TAG-numre (referencebetegnelser)

Ud fra en af elinstallationsfirmaet udarbejdet komponentliste i MS Excel-regneark udtager HOFOR TAG-numre (referencebetegnelser).

10.2 Spildevand

10.2.1 Tavletype

Tavle materiale skal som udgangspunkt være pladekapslet, tæthedsklasse minimum IP44. I særlige tilfælde hvor der er risiko for svovlbrinte dampe, skal tavletypen være udført i syrefast rustfri stål.

10.2.2 Maskintavle

Maskintavler skal beskyttes ved et transientrelæ, og overvåges af et 3 faset spændingsovervågningsrelæ, med signaloverførsel til PLC.

10.2.3 Indsatse med formafdækning

Komponenter der passer i standardindsatsene med formafdækning skal placeres under disse forhold, ikke på bundpladen. F.eks komponenter med betjening samt signal- og stillingsvisning.

10.2.4 Tavle gruppe opbygning for komponenter

Følgende komponenter skal have egen/seperat strømkredse, (maksimaler, automatsikringer og fejlstrømsrelæ og kombirelæer) for:

- Pumper
- Aktuatorer
- Flowmåler
- PLC udstyr.
- Hydraulik
- Vakuum
- Lys
- Procesventilation

Der skal være meldekontakt på strømkredse forbundet til PLC på forsyningen for følgende komponenter:

- Pumper
- Aktuator

10.2.5 24Vdc automatsikringer

Automatsikringer monteret på 24Vdc strømkredse skal have A eller Z karakteristik og være beregnede for halvleder beskyttelse.

10.2.6 Betjening

Betjeningskomponenter, herunder indikatorer, anbringes så vidt muligt i et modulnet b x h = 36 x 48 mm.

Ved HMI operatørpanel i tavlefront anbringes følgende over HMI operatørpanelet: to lamper og to trykknapper: en rød lampe for "Fejl", en blå lampe for "Manuel", en knap for "Reset" fejl og en knap med beskyttelsesdæksel for at forhindre tilfældig aktivering for "Scada auto".

Ved traditionel styretavle uden HMI operatørpanel, placeres komponenter med komponentskilt øverst, herunder alarmlampe, driftslampe og betjeningskontakt.

Betjeningskomponenter tilhørende forskellige maskinkomponenter adskilles tydeligt med mellemrum fx tom modullinie. Mellemrum mellem forskellige grupper skal være større end mellemrum mellem komponenter indenfor samme gruppe.

Betjeningskomponenter skal anbringes, så der er en umiddelbar logisk sammenhæng til procesforløbet. Flowretninger så vidt muligt fra venstre mod højre eller oppefra og ned.

10.2.7 Niveauvisning

For pumpestationer (over ti parceller) uden HMI operatørpanel skal der være niveauvisning på tavlefront.

10.2.8 UPS

230V UPS placeres i den nederste tavle sektion, af hensyn til arbejdsmiljø – tung løft.

24V UPS skal være med batteritype "longlife" lithium.

Batteritid skal beregnes for minimum 30-minutter drift.

10.2.9 Varmelegeme

Tavler placeret i uisoleret rum (gadeskabe) skal tavlen monterets med termostatstyret tavle varmelegeme, der sikrer tavlen mod kondens og frost.

10.3 Fjernvarme

10.3.1 Generelt

Samme krav som AMV.

10.3.2 Sikkerhed og beskyttelse

Alt udstyr skal overholde Ics. I tilfælde af tavler med dobbelt transformerindfødning skal udstyret og tavlen kunne holde til den dobbelte kortslutningsstrøm.

Fordelingstavler skal være adskilt indvendigt i separat strømskinnesektion, separat kabelsektion og separat sektion for tavlekomponenter.

Tilgangsbryder udføres som form 4.

Drawout udføres som form 3b.

DIN skinnesektion udføres som form 2b.

10.3.3 UPS

Batteritid for UPS minimum 8 timer baseret på nominelt forbrug for det tilsluttede udstyr.

10.3.4 Skilte og mærkning

For fjernvarme gælder følgende kravspecifikation medmindre andet aftales:

General Technical Requirements for Marking and Labeling GTR-16.

10.4 Fjernkøling

Ingen forsyningsspecifikke krav.

10.5 AMV

10.5.1 Generelt

Hovedtavler udføres som pladekapslede luftisolerede typetestede tavler i henhold til fabrikantstandard.

Tavler dimensioneres for naturlig ventilation. Alle dele af tavlen skal være i stand til kontinuerligt føre den nominelle strøm af de individuelle sektioner.

Der skal være 30 % disponibel plads for udvidelse i områder med drawout og DIN-skinne sektioner. Alle ledningskanaler og lignende skal være dimensioneret til max 75 % udnyttelse for at sikre at fremtidige udvidelser kan foregå ved anvendelse af disse.

10.5.2 Sikkerhed og beskyttelse

Alt udstyr skal overholde Ics. I tilfælde af tavler med dobbelt transformerindfødning skal udstyret og tavlen kunne holde til den dobbelte kortslutningsstrøm.

Der må ikke anvendes smeltesikringer.

Transientbeskyttelse skal være type 2 iht. EN61643-11.

Hovedtavler skal være adskilt indvendigt i separat strømskinnesektion, separat kabelsektion og separat sektion for tavlekomponenter. Tilgangsbryder udføres som form 4. Drawout udføres som form 3b. DIN skinnesektion udføres som form 2b.

ABB's krav for beskyttelse af ACS880 frekvensomformere skal opfyldes.

Låger skal kunne åbnes med Rittal nøgle. DIN-skinne sektioner skal kunne åbnes med håndvrider.

Gulvtavler med sokkel skal kunne monteres ovenpå 50 mm varmgalvaniseret stålramme.

10.5.3 Udførelse

Hovedstrømskinnerne skal have samme dimension i hele tavlens udstrækning. Nulskinne skal være af samme størrelse som faseskinne, og skal anses som en spændingsførende leder. Strømskinner skal være umalet Cu.

Alle afgang større end eller lig med 63 A skal som udgangspunkt være drawout. De skal kunne aflåses med hængelås i teststilling og i afbrudt stilling.

Tavler udformes med eksterne styrespændinger :

- 230 V AC
- 24 VDC fra SRO
- 220 V DC fra højspændingsanlæg

Overdragerelæer skal have test knap og LED. Alle lampeindikeringer skal være LED.

Amperemetre skal være analog type med bevægeligt jern med kvadrantskala.

Måletransformere skal være af et anerkendt fabrikat. Hver transformer skal have unik ID inklusiv medleveret test- og kalibreringscertifikat. Beskyttelsesrelæer for brydere > 1000 A skal være elektronisk type med display.

Udstyret skal være egnet til at modstå enhver intern lysbuefejl. Lysbue skal trykaflestes opad.

Personale må ikke kunne udsættes for skadelige flammer og gasudladninger og bryderlåge skal forblive lukkede. Lysbuerelæer skal være ultrahurtige.

Alle interne styreledninger skal være mindst 1,5 mm² (flertrådet kobberleder), flammehæmmende iht. IEC 60332-3 og være røgfattig, halogenfri. Ledninger skal være kontinuerlige mellem klemmer. Ledninger skal føres i passende ledningskanaler og være beskyttet mod slid og skader hidrørende fra overspændinger, skarpe kanter og varme. Ingen ledninger må begrænse adgangen til udstyr og komponenter. Hvor ledninger føres på et bevægeligt låge eller dør skal der anvendes fleksible ledninger og føringsmateriel.

Strømkredse og klemmer skal opdeles og adskilles struktureret i forhold til driftsspænding og funktioner. 1 ledning pr. klemme. Klemmer skal grupperes i henhold til de eksterne kabeltilslutninger.