


IE Infrastruktur	K2 Utvikle og vedlikeholde teknisk regelverk		Ref. nr.: IE-OS0000-420-AC-0001
 <b>sporveien</b>	Teknisk regelverk		EK nr.: D10490
	<b>Elkraft - Prosjektering og bygging - Lavspenningsanlegg</b>		Ver./dato: 03G / 15.01.2020
			Side: 1 av 21
Forfatter: Kjell Åge Lauritzen	Verifisert: Kjell Åge Lauritzen	Godkjent: Erik Sletten	EK-ansvarlig: Lauritzen, Kjell Åge

# Teknisk regelverk

## Elkraft

### Prosjektering og bygging

### Lavspenningsanlegg

03G		Rettet trykkfeil i dokument	KÅL	KÅL	ES
03G	03.04.2023	Lagt til strømforsyning til heis og røykventilsjon.	KÅL	ES	
02G	15.01.2020	Lagt til varmekabelanlegg	KÅL	ES	PMM
03G	03.04.2023	Nytt dokument, erstatter IE-TB0000-420-AC-0001 og IE-OT0000-420-AC-0001	KÅL	ES	PMM
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent
Dokumentnummer				Revisjon	Ant. sider
IE	OS0000	420	AC	0001	03G 21

IE Infrastruktur	K2 Utvikle og vedlikeholde teknisk regelverk	Ref. nr.: IE-OS0000-420- AC-0001
	<b>Elkraft - Prosjektering og bygging - Lavspenningsanlegg</b>	EK nr.: D10490
		Ver./dato: 03G / 03.04.2023
		Side: 2 av 21

## INNHold

<b>1. ORIENTERING OM SPORVEIEN OSLO AS'S TEKNISKE REGELVERK</b>	<b>4</b>
<b>2. MÅLGRUPPE</b>	<b>4</b>
<b>3. DEFINISJONER</b>	<b>4</b>
<b>4. GENERELT</b>	<b>4</b>
INNLEDNING	4
HENSİKT OG OMFANG	4
VİRKEOMRÅDE	4
ENERGIØKONOMISERING	5
4.1.1 Generelt	5
4.1.2 Vannbåren Varme	5
4.1.3 EL-varme	5
4.1.4 Ventilasjon	5
4.1.5 Belysning	6
4.1.6 Energimåling	6
GRENSESNİTT MOT ANDRE ANLEGG	6
<b>5. DOKUMENTASJONSKRAV</b>	<b>7</b>
<b>6. TRANSFORMATORER</b>	<b>7</b>
<b>7. FORDELİNGER</b>	<b>7</b>
7.1.1 Dokumentasjon	9
<b>8. RESERVESTRØMS FORSYNING</b>	<b>9</b>
8.1.1 Avbruddsfri strømforsyning, UPS	9
8.1.2 Selektivitet	10
8.1.3 Brannheiser og røykventilasjon	10
8.1.4 Reservestrømsaggregat	10
<b>9. BELYSNİNGSANLEGG</b>	<b>11</b>
9.1.1 Generelle krav	11
9.1.2 Utendørsbelysning	11
9.1.3 Styling og overvåking	11
9.1.4 Armaturer og lyskilder	12
9.1.5 Plattformbelysning	12
9.1.6 Arealbelysning	13
9.1.7 Nødbelysning	13
<b>10. TUNNELBELYSNING</b>	<b>13</b>
10.1.1 Generelle krav	13
10.1.2 Armaturer og lyskilder	13
10.1.3 Nødbelysning (Se også "Prosjektering og bygging – Underbygning" pkt. 8.10.2.5)	13
<b>11. İNNENDØRSBELYSNING</b>	<b>14</b>
11.1.1 Styling og overvåking	14
11.1.2 Armaturer og lyskilder	15
11.1.3 Plattformbelysning	15
11.1.4 Nødbelysning	15
11.1.5 Belysningstabell	15

IE Infrastruktur	K2 Utvikle og vedlikeholde teknisk regelverk	Ref. nr.: IE-OS0000-420- AC-0001
	<b>Elkraft - Prosjektering og bygging - Lavspenningsanlegg</b>	EK nr.: D10490
		Ver./dato: 03G / 03.04.2023
		Side: 3 av 21

11.1.6	Strølys (lysforurensning).....	16
<b>12.</b>	<b>VARMEKABELANLEGG .....</b>	<b>17</b>
12.1.1	Generelle krav.....	17
12.1.2	Tekniske krav .....	17
12.1.3	Prosjektering.....	17
12.1.4	Innhold .....	17
12.1.5	Styring og overvåking .....	18
<b>13.</b>	<b>SPORVEKSELVARME .....</b>	<b>18</b>
13.1.1	Generelle krav.....	18
13.1.2	Tekniske krav .....	18
13.1.3	Prosjektering.....	19
13.1.4	Innhold .....	19
13.1.5	Styring og overvåking .....	20
13.1.6	Kravspesifikasjon .....	21

IE Infrastruktur	K2 Utvikle og vedlikeholde teknisk regelverk	Ref. nr.: IE-OS0000-420-AC-0001
 <b>sporveien</b>	<b>Elkraft - Prosjektering og bygging - Lavspenningsanlegg</b>	EK nr.: D10490
		Ver./dato: 03G / 03.04.2023
		Side: 4 av 21

## 1. Orientering om Sporveien Oslo AS's tekniske regelverk

For informasjon om det tekniske regelverket for alle anlegg tilhørende Sporveien, se Fellesbestemmelser, dok. nr. IE-OS0000-110-AC-0001

## 2. Målgruppe

Målgruppen er ansatte i Sporveien AS og alle som får i oppdrag å levere utstyr til, utføre arbeide eller rådgivertjenester for Infrastrukturenheten.

## 3. Definisjoner

Se Fellesbestemmelser, dok. nr. IE-OS0000-110 -AC-0001

## 4. Generelt

### Innledning

Dette dokumentet beskriver generelle krav og retningslinjer til alle lavspenningsanlegg, sterkstrøm, med nominell spenning opp til og med 1000V AC og 1500 V DC med unntak av anlegg for banestrøm tilhørende Sporveien AS.

Lavspenningsanlegg prosjekteres og utføres iht. Forskrift om elektriske lavspenningsanlegg FEL og Forskrift om elektriske forsyningsanlegg (FEF).

Foretrukne normer er:

- NEK 400
- NEK 440
- NEK 439
- NEK 900
- FEF

I tillegg gjelder bestemmelser gitt i dok. nr. IE-OS0000-110-AC-0002, Felles bestemmelser elektrotekniske anlegg.

### Hensikt og omfang

Hensikten med dette regelverk er:

- Spesifisere driftsmessige, funksjonelle, energieffektive og andre krav for Infrastrukturenhetens lavspenningsanlegg
- Stille leverandører/entreprenører fritt til, innenfor de gitte rammebetingelsene, å foreslå system- og materialvalg.

Ved valg av løsninger skal det generelt tas hensyn til miljø. Ved valg skal det prioriteres produkter som gir lavt energiforbruk ved produksjon og drift. Andre forhold som skal prioriteres er brannbelastning, termiske egenskaper, teknisk levetid, brukervennlighet, EMC, tilgjengelighet, vedlikehold, rengjøring og minimal støvsamling.

### Virkeområde

Lavspenningsanlegget skal omfatte alt utstyr og alle installasjoner.

IE Infrastruktur	K2 Utvikle og vedlikeholde teknisk regelverk	Ref. nr.: IE-OS0000-420-AC-0001
 spurveien	<b>Elkraft - Prosjektering og bygging - Lavspenningsanlegg</b>	EK nr.: D10490
		Ver./dato: 03G / 03.04.2023
		Side: 5 av 21

Unntatt fra bestemmelsene i dette dokumentet er:

- Banestrøms forsyningsanlegg, dok. nr. IE-OS0000-401-AC-0002
- Banestrøms skinneanlegg, dok. nr. IE-TB0000-432-AC-0001
- Kontaktledningsanlegg, dok. nr. IE-OT0000-431-AC-0001
- Kontaktledningsanlegg, dok. nr. IE-OT0000-431-AC-0002

## Energiøkonomisering

### 4.1.1 Generelt

I utgangspunktet skal alle nye anlegg med større tekniske installasjoner innen belysning, varme og ventilasjon koples opp mot overordnet energistyringssystem. P.t. er dette "Datavaktmesteren". Dette systemet er fleksibelt, lett å endre og sørger for behovstilpasset bruk av energi og effekt. Datavaktmesteren legger opp til å regulere energi- og effektforbruket, samt maksimalvokte disse etter de individuelle bruksmønstrene som er i bygg, samt at all automatikk kan overstyres etter behov. Det leveres fra kWh-måler potensialfrie kontakter med kWh-puls og synk-puls. SD-anlegg "Datavaktmesteren" er basert på Software fra Genesis Iconics32 og OPC. Eksterne systemleverandører må installere egen OPC på server og sørge for kommunikasjon mot sin OPC via TCP/IP. Komplette tagliste skal leveres med installasjonen.

Etterfølgende prinsipper legges til grunn for optimal energistyring av varme, ventilasjon og lys.

### 4.1.2 Vannbåren Varme

Anlegget skal styres ut fra behovet for varme. Fra fyrhus distribueres vann til bygget etter tradisjonelle metoder (utekompensering). I rom/temperatursoner styres temperatur av romføler som gir styresignal til ventilmotor/aktuator montert på tur vann til aktuelle sone. Når rommet/sonen ikke er i bruk skal dag/nattsinking tre i funksjon. Normalt kan det anvendes en kombinasjon av temperatur-, IR- og/eller CO<sub>2</sub>-sensor kombinert med kalender- eller ur funksjon for å oppnå dette. Det skal legges opp til at hvert enkelt rom i et bygg skal kunne styres individuelt, og tas med i energibegrensningssystem. Valgt automatikk skal ha utstyr for å kunne styre varme, ventilasjon, lys, adgangskontroll for hvert enkelt rom.

### 4.1.3 EL-varme

Anlegget skal styres ut fra behovet for varme og energiuttak (maksimalvokting) i bygget. Når anlegget ikke er i bruk skal dag/nattsinking tre i funksjon. Hvis energiuttaket overstiger gitt grense slås elektrolast av etter innstilt individuell prioritet. Normalt kan det anvendes en kombinasjon av temperatur-, IR- og/eller CO<sub>2</sub>-sensor kombinert med kalender- eller ur funksjon for å oppnå dette. Det skal legges opp til at hvert enkelt rom i et bygg skal kunne styres individuelt. Valgt automatikk skal ha utstyr for å kunne styre varme, ventilasjon, lys, adgangskontroll for hvert enkelt rom.

### 4.1.4 Ventilasjon

Behovsstyring kan her implementeres ut fra flere kriterier. De mest aktuelle vil være luftkvalitet (CO<sub>2</sub>-føler), luftfuktighet og temperatur, og styres med AV/PÅ funksjon og nattsinking.

Ventilasjonsaggregat leveres med frekvensstyrte vifter med god viftevirkningsgrad og varmegjenvinner, primært roterende gjenvinner. Plate eller glykol varmegjenvinner velges ved

IE Infrastruktur	K2 Utvikle og vedlikeholde teknisk regelverk	Ref. nr.: IE-OS0000-420-AC-0001
 spurveien	<b>Elkraft - Prosjektering og bygging - Lavspenningsanlegg</b>	EK nr.: D10490
		Ver./dato: 03G / 03.04.2023
		Side: 6 av 21

behov. Roterende varmegjenvinner skal ha frekvensomformer med rotasjonsvakt. Det skal være spjeld med motor på tilluft og fraluft. Det skal settes av plass til kjølebatteri i aggregat.

Ventilasjonsaggregatets automatikk:

Det skal være temperaturløpere i luftinntak etter varmegjenvinner (gjennomsnittsfølere), tilluft, fraluft og avkast. Ved vannbåren varme leveres temperaturløpere på tur og retur varmebatteri med frostsikringsautomatikk og regulering. Automatikk skal kalkulere varmegjenvinnerens virkningsgrad, som presenteres på SD. Alternative reguleringsformer er konstant tilluft med utekompensering, eller romregulering med utekompensering etter kurve. (kaskaderegulering)

Det skal leveres trykkgivere over vifter, som presenterer levert luftmengde i m<sup>3</sup>/h på SD-anlegg.

Luftmengde skal kunne styres som følger:

Styrende parameter skal kunne velges til å være konstant trykk i forhold til utetemperatur, og/eller konstant trykk i forhold til CO<sub>2</sub> / luftkvalitet. Kurvene skal kunne stilles grafisk på SD.

Styring / kommunikasjon:

Leverandør av ventilasjonsaggregatets automatikk skal kommunisere mot SD-anlegget ”Datavaktmestern” på TCP/IP og leverandøren må levere alt kommunikasjonsutstyr som er nødvendig for å få dette til.

#### 4.1.5 Belysning

Ved utskiftning av større lysanlegg skal armaturene i utgangspunktet være utstyrt med moderne styrings- og dimmeautomatikk. Individuell programmering av lysgrupper gir muligheter for styring med dagslysregulering og bevegelsesdetektor. Har belyste arealer et rimelig tilskudd av dagslys skal dette være et av styringskriteriene. Enklere og mindre belysningsanlegg skal være automatisk regulert enten ved hjelp av fotoceller (utendørsanlegg) eller tidsur/astour.

#### 4.1.6 Energimåling

Alle infrastrukturanlegg skal ha registrering av energiforbruket (kWh-måler) hvor det legges ut kWh-puls og synk-puls på rekkeklemmer ved siden av måleren. Signalene skal være potensialfrie.

Er beregnet årlig energiforbruk større enn 50 000 kWh skal fjernavlest måler installeres. Hafslund Nett skal bekoste oppsett av ny måler ved forbruk over 100 000 kWh. Nye anlegg må meldes Infrastrukturenheten.

For å kunne se effekten av og beregne lønnsomheten av evt. ENØK-tiltak må det i hvert enkelt tilfelle vurderes å dele opp installasjonene slik at de ulike deler av anleggene kan overvåkes og måles uavhengig av hverandre. Dette er kun aktuelt for større anlegg. Avlesning og registrering av kWh-forbruk for de ulike installasjonene må utføres årlig.

#### Grensesnitt mot andre anlegg

Under planlegging, prosjektering og bygging skal grensesnittene mot andre fagområder, anlegg og installasjoner (overbygning, underbygning, signal- og sikringsanlegg, tele- og automatiseringsanlegg, stasjoner og bygninger, øvrige elkraftanlegg, mv.) ivaretas.

IE Infrastruktur	K2 Utvikle og vedlikeholde teknisk regelverk	Ref. nr.: IE-OS0000-420-AC-0001
 <b>sporveien</b>	<b>Elkraft - Prosjektering og bygging - Lavspenningsanlegg</b>	EK nr.: D10490
		Ver./dato: 03G / 03.04.2023
		Side: 7 av 21

Krav til utforming og utrustning for elektrotekniske rom og bygninger er beskrevet i dok. nr. IE-OS0000-110-AC-0013.

Alle styringsanlegg skal bygges med åpne grensesnitt og standardiserte kommunikasjonsledd mellom undersystemer og mot omverdenen, slik at umiddelbar tilknytning til tredjemannsutstyr er mulig.

## 5. Dokumentasjonskrav

Det skal utarbeides dokumentasjon for lavspenningsanlegget som beskrevet i dokumentene IE-TB0000-110-AC-0001 Fellesbestemmelser.

For å bestemme dokumentasjonsnivået bør det gjennomføres en KAR-analyse iht. norm NEK 401.

Utførende er ansvarlig for å dokumentere selektivitet mellom alle vern i anlegget.

For visse typer anlegg må følgende dokumentasjon utarbeides:

- LUX beregninger for belysningsanlegget.
- Tegning for brakett(er) eller/og fundament(er).
- Tegninger og styrkeberegning av lystårn.
- Plantegning som viser armaturer og master.
- Snittegning av armaturer i åk.

## 6. Transformatorer

Fordelingstransformatorer tilknyttet lavspenningsnettet skal være epoxyisolerte, med kjøling type AN (naturlig ventilasjon) og ha berøringsikker kapsling type IP 23 med mindre de er plassert i eget transformatorrom. Generelt skal det tilstrebes å minimalisere magnetfeltstyrken fra anlegget.

På primærsiden skal transformatorer være tilpasset tilkobling av kabler og kabelsko, på sekundærsiden tilpasset kabler og kabelsko ev. skinnepakke.

## 7. Fordelinger

Installasjonsmessig fleksibilitet skal ivaretas slik at utstyr lett kan skiftes ut eller repareres. Fordelinger og skinne-/kabelforbindelser skal være arrangert på en slik måte at strømmåling på alle ledere, lekkasjestrømmåling og termografering er mulig.

Løsninger skal være kostnadseffektive med hensyn til senere drift og vedlikehold. Endringer i bruksfasen skal kunne gjennomføres med minimale konsekvenser for andre delanlegg. Fordelingene skal videre konstrueres/bygges med tanke på å minimere magnetiske felt.

**Utførende må kontrollere alle bygningsmessige mål og transportveier til tavlerommet før fordelinger settes i produksjon.**

Fordelingene skal være minimum IP20 og tilpasset de ytre påvirkninger som normalt inntreffer på denne typen anlegg/virksomhet. Den skal om ikke annet er spesifisert stå mot vegg. All tilkobling og vedlikehold må derfor kunne foretas fra front. Den skal ha kabelfelt med tilstrekkelig plass,

IE Infrastruktur	K2 Utvikle og vedlikeholde teknisk regelverk	Ref. nr.: IE-OS0000-420-AC-0001
 spurveien	<b>Elkraft - Prosjektering og bygging - Lavspenningsanlegg</b>	EK nr.: D10490
		Ver./dato: 03G / 03.04.2023
		Side: 8 av 21

slik at utgående kabler kan føres ut både gjennom tavlenes topp og bunn om nødvendig. Når tavler er plassert i fuktig miljø skal kabler føres ut fra undersiden.

Fordelingene skal tilfredsstillende gjeldende normer for tavler, om ikke annet er spesifisert. Avganger mindre enn 80 A kan plasseres sammen i en eller flere celler.

Kurser for nødstrøm, samt prioritert strømforsyning skal holdes atskilt fra andre kurser.

Alle utgående hovedstrømkabler t.o.m. 16 mm<sup>2</sup> og alle styre- og signalkabler skal tilkobles via rekkeklemmer.

Alle steder hvor det er angitt tilkopling av aluminiumsledere skal det primært avsettes tilstrekkelig plass og klargjøres for tilkobling med press-kabelsko med overgang Al-Cu. Dokumentasjon som viser tiltrekningsmoment for aluminiumsledere skal om nødvendig overleveres.

Felt for energimåler skal medtas der dette er angitt på tegning. Plassering og størrelse på målefelt skal være i henhold til nettleverandørens retningslinjer. Tofasewattmetermetoden skal ikke benyttes. Det monteres strømtrafoer i samtlige faser.

Betjeningsbrytere, instrumenter og overvåkningspaneler skal monteres i betjeningsfelt i tavlefront, hvis ikke annet er beskrevet.

Det legges til rette for en hensiktsmessig utvidelse av tavler både når det gjelder plass og termiske forhold. Avsatt plass skal minimum være 20 % i hvert felt og 30 % totalt etter idriftsatt anlegg.

Det skal ikke benyttes smeltesikringer som vern i fordelingene, men effektbrytere og automatsikringer.

Effektbrytere skal leveres med innstillbare vern for alle avganger, samt for avganger som forsyner UPS. Alle vern skal baseres på "True RMS" måleverdier. Effektbryternes koblingsevne/bryteevne skal tilfredsstillende kravene i gjeldende normer såfremt ikke annet er spesifisert.

Bryteevnen/koblingsevnen til vernet skal velges etter servicebryteevne ( $I_{cs}$ ). Det skal kun benyttes vern med tilstrekkelig bryteevne. Alle vern skal innstilles korrekt før idriftsettelse. Utførende er ansvarlig for å koordinere vernets innstilling med andre vern i anlegget.

Effektbrytere, automatsikringer, brytere/vendere og lignende skal leveres med signalkontakter ført frem til rekkeklemmer, for kommunikasjon mot overliggende fjernkontrollanlegg. Jordfeilbryter og hjelpekontakter leveres som integrert i automatelementer. Jordfeilbrytere skal være av typen elektronisk og digital utførelse.

Det skal installeres overspenningsvern i alle tavler. Utjevningsforbindelser skal være så korte som mulig til nærmeste utjevningspunkt, uten skarpe bøyer på lederne. Det skal også være forbindelse til hovedjordskinne.



IE Infrastruktur	K2 Utvikle og vedlikeholde teknisk regelverk	Ref. nr.: IE-OS0000-420-AC-0001
 <b>sporveien</b>	<b>Elkraft - Prosjektering og bygging - Lavspenningsanlegg</b>	EK nr.: D10490
		Ver./dato: 03G / 03.04.2023
		Side: 9 av 21

Jordfeilovervåkningsanlegg skal leveres for kommunikasjon med overliggende fjernkontrollanlegg.

Kritiske kurser må ikke ha forankoblet jordfeilbryter, men ha separat jordfeilovervåking for hver enkelt kurs.

Hva angår sporvekselvarme skal som hovedregel skilletransformator benyttes.

Hovedfordeling skal ha et tavleinstrument. Instrumentet skal kunne måle fase- og linjespenning og strøm i alle faser inkl. N, samt effekt og energi (kWh). Instrumenter skal baseres på "True RMS" strøm- og spenningsmåling. Tavleinstrument skal leveres for kommunikasjon med overliggende driftskontroll anlegg.

#### 7.1.1 Dokumentasjon

Det er etablert et teknisk merkesystem som gir entydig merking av alle komponenter, uttak og kursopplegg, Ref. Sporveiens FDV krav. Komponenter, kabler og selve fordelingen skal merkes i henhold til denne i nødvendig omfang.

I tillegg til dokumentasjonskrav beskrevet i punkt 4.6 skal følgende også utarbeides og leveres:

- Enlinjeskjema i glass og ramme
- Mappe med dimensjonerende data i form av:
  - Beregningsresultater for mekaniske påkjenninger
  - Kortslutningsberegninger
  - Selektivitetsanalyse inkl. vern i etterfølgende fordelinger
  - Tabell med opplisting av alle innstilt verdier
  - EMC-dokumentasjon
- Samsvarserklæring med underliggende dokumentasjon og kvitterte sjekklister for gjennomført sluttkontroll.
- Brukerveiledning for betjeningsutstyr, betjeningsinstruks, sikkerhetsinstruks på norsk.

## 8. **Reservestrøms forsyning**

### 8.1.1 Avbruddsfri strømforsyning, UPS

Avbruddsfri strømforsyning, UPS (Uninterrupted Power Supply), skal sikre strømforsyning til kritisk last.

UPS kan benyttes som eneste reservestrøms kilde. Batterikapasiteten skal dimensjoneres for full belastning i minimum 1 time hvis ikke annen tid fremgår av myndighetskrav.

UPS kan også benyttes for å bedre spenningskvaliteten til spesielt følsomt utstyr i tilfeller med store forstyrrelser fra det foranliggende nettet.

Ytelsen for UPS skal være dimensjonert etter og tilpasset størrelsen og typen belastning. Belastninger med høy startstrøm, dårlig effektfaktor eller ulineære belastninger (brolikerettere etc.) skal spesielt vurderes i denne sammenheng.

Ved større anlegg kan UPS dimensjoneres for prioritert drift av anlegget. Det vil si at det skal foretas en anleggsspesifikk prioritering av objekter som forteller hvor mange og hvilke objekter som skal ha avbruddsfri strømforsyning. Det skal fortrinnsvis benyttes vedlikeholdsfrie ventilregulerte bly-/syrebatterier, med levetid på minimum 10 år definert i EUROBAT-normen.

IE Infrastruktur	K2 Utvikle og vedlikeholde teknisk regelverk	Ref. nr.: IE-OS0000-420-AC-0001
 <b>sporveien</b>	<b>Elkraft - Prosjektering og bygging - Lavspenningsanlegg</b>	EK nr.: D10490
		Ver./dato: 03G / 03.04.2023
		Side: 10 av 21

Det skal ved prosjektering utarbeides rutiner for overvåkning av anlegget. Det skal også utarbeides rutiner for vedlikehold og service. Det skal etableres automatisk test av UPS systemet med tilhørende laster som sjekker at kapasitet på en minst 1 time er opprettholdt ved primærutfall.

Alle feil / avvik skal meldes/logges i Sporveiens Metro Control system (MCS) eller Trikkens toppsystem (Triks). Testen intervall og tidspunkt skal være justerbart ifra MCS eller Triks.

UPS-installasjoner skal kunne fjernovervåkes. Følgende bør minimum overvåkes:

- Status for strømforsyningen (primær forsyning, reservenett eller UPS-drift fra batteri).
- Spenning og strøm på inngang og utgang.
- Ladestrøm og spenning batteri.

#### 8.1.2 Selektivitet

Det skal foreligge dokumentasjon på selektivitet mellom kurser internt og foranstående vern for kurser forsynt fra UPS.

#### 8.1.3 Brannheiser og røykventilasjon.

Avbruddsfri strøm til brannheiser røykventilasjon, samt andre motor baserte laster er ikke forenelig med reservekraft fra UPS. Slike installasjoner må forsynes fra annen sikker strømforsyning. Dette kan utføres ved at det benyttes strømforsyning fra 2 stk. separate innmatninger fra forskjellige steder i forsyningsnettet til nettleverandør. Separate innmatninger kan ikke komme fra samme nettstasjon. Det kan eventuelt benyttes reservestrømsaggregat.

Installasjoner skal kunne fjernovervåkes. Følgende bør minimum overvåkes:

- Status for strømforsyningen (primær forsyning og reservenett).
- Feilalarmer fra kontrollsystem eller motorstyring.

#### 8.1.4 Reservestrømsaggregat

Disse skal dimensjoneres for å kunne forsyne alle prioriterte installasjoner. Aggregatet skal kunne tåle de lastvariasjoner (lastpåslag- og -avslag) som kan oppstå, og skal ha en tilstrekkelig ytelse som sikrer riktig funksjon.

Fast monterte reservestrøms aggregater skal startes automatisk og overta strømforsyningen ved bortfall av primærstrømforsyningen. Det bør legges inn tidsforsinkelse ved oppstart for å unngå unødige oppstarter av aggregatet, men aggregatet bør kunne overta strømforsyningen etter maksimalt 15 sekunder.

Der det også er UPS bør det tilstrebes at denne henger på tavleseksjon forsynt fra reservestrømsaggregat.

Det skal inngås servicekontrakt og utarbeides instruks for drift og vedlikehold av aggregatet som tar hensyn til regelmessig kontroll av anlegget, regelmessig oppstart og ettersyn av aggregatet. Fullsttest med utprøving av automatisk oppstart skal utføres minst 2 ganger hvert år. Rutinemessig driftstest foretas 1 gang pr. mnd. Alternativt i henhold til fabrikantens test- og vedlikeholds krav.

Reservestrøms aggregat skal kunne fjernovervåkes. Det bør minimum overvåkes:

IE Infrastruktur	K2 Utvikle og vedlikeholde teknisk regelverk	Ref. nr.: IE-OS0000-420-AC-0001
 spørveien	<b>Elkraft - Prosjektering og bygging - Lavspenningsanlegg</b>	EK nr.: D10490
		Ver./dato: 03G / 03.04.2023
		Side: 11 av 21

- Driftsstatus for aggregatet.
- Spenning, strøm, effekt og frekvens ved drift.
- Drivstoffnivå.
- Batterispenning og lade strøm for startbatteri.
- Bryterstilling for nett- og aggregatbryter.

## 9. Belysningsanlegg

### 9.1.1 Generelle krav

For byspor er i hovedsak holdeplasser belyst fra gatens belysning. På forstadsbaner må holdeplassene ha egen belysning der de ikke er belyst fra gater.

Kravforskriften stiller krav til universell utforming, inkludert belysningsanlegg. Det vises også til TEK17 vedrørende belysning og konturer.

Stasjonsområdene er utsatt med hensyn til kriminalitet og hærverk. Ved hjelp av riktig belysning ønskes det å oppnå trygghet og tilgjengelighet for trafikantene så vel som for servicepersonalet. Alle informasjonstavler og anvisningsskilt skal være godt belyst, spesielt ovenfor svaksynte og at alle utganger og rømningsveier er tilstrekkelig belyst. Krav til belysningsstyrke finnes i tabell.

Det skal ved prosjektering tas hensyn til plassering og valg av lavenergiprodukter, både når det gjelder lyskilder (lampetype og effekt) og armatur (lysfordeling, kontrastforhold og virkningsgrad) for å tilfredsstille krav til et godt og energioptimalt belysningsanlegg. Det skal velges lyskilder med god lysytelse og lang levetid. Anlegg som er enkle og effektive og har lave levetidskostnader og energiforbruk skal vektlegges.

Bruken av området som belyses skal vurderes slik at anlegget tilpasses aktiviteten og de stedlige forhold. Spesielle objekter og arealer som krever ekstra høy belysningsstyrke skal om nødvendig ha egen plassbelysning i tillegg til den generelle belysningen.

Det skal ved prosjektering av belysning i og ved sporet spesielt tas hensyn til hvordan belysningen påvirker vognførere. Ubehags- og synsnedsettende blending skal vurderes sett fra vognførerens posisjon.

Belysningen skal ikke virke skjemmende eller sjenerende for omgivelsene. Det skal vurderes behovet for spesielt utstyr eller plassering slik at armaturer er beskyttet mot hærverk. Det skal brukes utrustning på armaturen som sikrer at lyskilder kobles ut ved feil. Krav til belysningsstyrke, jevnhet og vedlikeholds faktor er gitt i belysningstabell. For øvrige krav og hensyn som bør tas, vises til publikasjoner fra Lyskultur.

For kontroll med driftstid og energiforbruk skal det for alle belysningsanlegg monteres driftstimeteller eller energimåler.

### 9.1.2 Utendørsbelysning

Det skal tas hensyn til vedlikehold av belysningsanlegget ved plassering av armaturer. Lysarmaturer for områdebelysning bør monteres på master slik at vedlikehold kan gjøres fra liftbil.

### 9.1.3 Styring og overvåking

IE Infrastruktur	K2 Utvikle og vedlikeholde teknisk regelverk	Ref. nr.: AC-0001	IE-OS0000-420-
 <b>sporveien</b>	<b>Elkraft - Prosjektering og bygging - Lavspenningsanlegg</b>	EK nr.:	D10490
		Ver./dato:	03G / 03.04.2023
		Side:	12 av 21

I prosjekteringen av et nytt anlegg skal det ut fra en kost-/nytte vurderes behov for individuell styring og dimming av lyskildene. Er merkostnaden nedbetalt innen 3 år skal system med individuell lysstyring velges.

Utendørs belysningsanlegg skal styres over fotocelle eller. Det skal være mulighet for overstyring av fotocelle til bruk ved vedlikeholdsarbeider og lignende. Dersom bryter for overstyring av fotocelle ikke blir satt tilbake til auto-modus skal det gis varsel på toppsystemet etter 15 timer.

Plattform- og arealbelysning bør begrenses i lengre perioder når ikke området er i bruk, eller i perioder hvor refleksjonen fra omgivelsene er stor. Belysningen kan eksempelvis reduseres til det halve i perioder på døgnet da det ikke er trafikk eller om vinteren med høy refleksjon fra omgivelsene. Automatisk reduksjon av belysningen skal kunne overstyres i forbindelse med vedlikeholdsarbeider og lignende. Bruk av automatisk regulering av belysningen skal vurderes ved prosjektering av alle belysningsanlegg.

#### 9.1.4 Armaturer og lyskilder

I stasjonsområder må belysningsarmaturene utformes for å tåle hærverk (varme, slag, kjemisk rens) og høytrykksspyling. Armaturenes kapslingsgrad bestemmes ut fra forventet ytre påvirkning.

Generelt bør det benyttes lyskilder med høy Ra-indeks (god fargegjengivelse). Det bør fortrinnsvis benyttes lamper med lang levetid for å minimalisere vedlikeholdskostnader. Valg av løsninger for nye belysningsanlegg bør vurderes etter levetidsberegning (LCC).

Det skal benyttes LED armaturer så langt som mulig. Der det er behov for å benytte andre lyskilder skal LCC, ENØK og vedlikehold vurderes. LED armaturer må vurderes i forhold til EMC, og det må legges særlig fokus på overharmoniske ved prosjektering. Produktene må inneha dokumentasjon på at de ikke lager støy som forstyrrer andre driftskritiske systemer (F.eks. TETRA).

#### 9.1.5 Plattformbelysning

Med plattformbelysning menes belysningsanlegg som belyser plattformområder, trapper og gangveier og -soner til plattformer på stasjoner og holdeplasser.

Armaturer bør prosjekteres i eller på plattformtak, på egne master eller på vegg. (Anbefalt høyde 4000-6000 mm.)

Velges en belysningsløsning med automatiske dimmbare ballaster skal det etableres styringsparametere som differensier belysningsstyrken på plattformkant avhengig av om det er tog tilstede eller ikke på plattform. Krav til belysningsstyrke når tog er tilstede ved plattformkant for utendørsstasjoner er gitt i tabell 8.1 Belysningsløsning skal også ta hensyn til mest mulig jevn belysning på hele plattform for eksempel ved bru over deler av plattform. Dvs at det velges utstyr der det er mulig å utjevne dette/velge styringsparametere som kan differensiere på dette.

Det bør tas hensyn til vedlikehold av belysningsanlegget ved plassering av armaturer. Avstand til kontaktledningsanlegg bør være så stor, eller det bør benyttes nedfellbare master slik at det ikke

IE Infrastruktur	K2 Utvikle og vedlikeholde teknisk regelverk	Ref. nr.: IE-OS0000-420-AC-0001
 <b>sporveien</b>	<b>Elkraft - Prosjektering og bygging - Lavspenningsanlegg</b>	EK nr.: D10490
		Ver./dato: 03G / 03.04.2023
		Side: 13 av 21

er nødvendig med utkobling av kontaktledningsanlegget ved vedlikeholdsarbeider på belyningsanlegget.

#### 9.1.6 Arealbelysning

Med arealbelysning menes belysning av sporveksler, driftsområder, o.l.

Belysningen bør prosjekteres i åk, på spir på åk og på master eller lystårn. Festeordning for armaturer skal være varmforzinket i henhold til anerkjente standarder. Der det ikke er montert kontaktledningsanlegg kan wire oppheng benyttes. For belysning av større arealer er det spesielt viktig at anlegget deles opp slik at det er mulig å styre belysningen i ulike områder avhengig av aktiviteten i området.

Sporvekselbelysning bør prosjekteres på mast med høyde 4000-5000 mm der det ikke er annen belysning. Sporvekselbelysning skal normalt være avslått og skal kun benyttes ved arbeider i eller ved vekselen.

#### 9.1.7 Nødbelysning

Det skal vurderes om det for det utvendige arealet er behov for nødbelysning ved strøbrudd og/eller bortfall av den ordinære belysningen. Det er spesielt viktig at plattformer med stor trafikk ikke mørklegges helt. Belysningsstyrken skal være tilstrekkelig til at personer kan orientere seg og sikkert finne fram til utganger. For krav til nødbelysning generelt vises til anbefalinger i publikasjoner fra Lyskultur, samt Sporveiens belysningstabell.

### 10. Tunnelbelysning

#### 10.1.1 Generelle krav

Tunnelbelysningen skal kunne slås på fra følgende steder:

- Fra togleder
- Ved tunnelåpningene med systemnøkkel
- Ved alle rømnings- og atkomstveier

#### 10.1.2 Armaturer og lyskilder

Armaturer som benyttes skal ha en utførelse og kapslingsgrad som tåler de trykkpåkjenninger som kan oppstå ved togpassering.

Armaturer skal ha en kapslingsgrad på minimum IP67

Lyskilden som anvendes (inkludert evt. tennmekanisme/forkoplingsutstyr) skal ha lang forventet levetid.

#### 10.1.3 Nødbelysning (Se også "Prosjektering og bygging – Underbygning" pkt. 8.10.2.5)

For de tunneler skal Sporveiens nød og ledelys konsept benyttes dok: IE-OS0000-420-AC-0002.

Nødlys skal sikre:

- Lys under evakueringsperioden
- Tilstrekkelig lys til at sikker evakuering kan gjennomføres

IE Infrastruktur	K2 Utvikle og vedlikeholde teknisk regelverk	Ref. nr.: IE-OS0000-420-AC-0001
 <b>sporveien</b>	<b>Elkraft - Prosjektering og bygging - Lavspenningsanlegg</b>	EK nr.: D10490
		Ver./dato: 03G / 03.04.2023
		Side: 14 av 21

Strømforsyning til nødlysanlegg skal prosjekteres slik at anlegget sikres en stabil og sikker strømforsyning. Anlegget skal ikke kobles ut ved en enkel jordfeil. I praksis vil det bety at anlegget utføres som IT-anlegg med egen skilletransformator, se FEL og NEK400. Det skal være batteribackup som sikrer drift av nødlysanlegget ved bortfall av primær Strømforsyning. Batteribackup skal ha en kapasitet til å drive anlegget i minimum 60 min.

Det skal monteres ledelys som gir tilfredsstillende virkning også ved evakuering av røykfylte tunneler. Ledelys bør plasseres maksimalt 0,7 m over gangbane/rømningsvei og det bør maksimalt være 10 meter avstand mellom hvert lyspunkt. Armaturer og evt. festebraketter skal plasseres utenfor frittromsprofil for evakueringsrom.

Ved anvisningsskilt og ved eventuelle nødtelefoner skal det være ledelys som belyser skilt og sikkerhetsutstyr. Armaturene kan være integrert med anvisningsskiltene.

Tunnelbelysning og utendørs belysning skal ha kapslingsgrad IP67 (må tåle høytrykksspyling).

Nødbelysning i bygninger skal tilfredsstillende kravene i offentlige forskrifter. Nødbelysningen skal sikre sikker evakuering av publikum i nødssituasjoner og hindre panikk dersom den alminnelige strømforsyningen svikter.

Nødbelysningen skal tilkobles reservestrømforsyningen i området og/eller ha egne batterier i hver armatur. Driftstiden for nødbelysningen skal være min. 60 min.

Nødbelysningen består av ledelys for sikker evakuering via rømningsveier, belysning av anvisningsskilt og sikkerhetsutstyr, og markeringslys for markering av rømningsveier og rømningsretninger.

Ledelys i tunnelen skal normalt være slukket, men der det benyttes felles armaturer til ledelys og normallys (for eksempel LED håndløper) skal dette styres på ordinær måte. Funksjon med tenning ved utfall av spenning (nettspenning) må ivaretas.

Lys i tunneler skal kunne slås på:

- Fra togleder
- Med systemnøkkel ved tunnelåpningene og ved plattformender i underjordiske stasjoner
- Nødutganger

## 11. Innendørsbelysning

Innendørsbelysning inndeles i belysning av tekniske bygninger og rom i tilknytning til banetekniske infrastrukturanlegg og publikumsarealer i stasjonsbygninger. Generelt gjelder kravene i offentlige forskrifter og anbefalinger fra Lyskultur.

I alle tekniske rom skal det være belysningsnivå tilpasset de arbeidsoppgaver som utføres i rommet (se Sporveiens belysningstabell).

### 11.1.1 Styring og overvåking

Alle nye lysarmaturer i innendørs stasjoner skal ha helelektronisk forkoplingsutstyr, samt styregrensesnitt for DALI tilkopling. Alle armaturer skal ha mulighet for individuell styring og

IE Infrastruktur	K2 Utvikle og vedlikeholde teknisk regelverk	Ref. nr.: IE-OS0000-420-AC-0001
 spurveien	<b>Elkraft - Prosjektering og bygging - Lavspenningsanlegg</b>	EK nr.: D10490
		Ver./dato: 03G / 03.04.2023
		Side: 15 av 21

trinnløs dimming. Unntak er kun når det er behov for å skifte ut et fåtall av lysarmaturene i et eksisterende belysningssystem.

#### 11.1.2 Armaturer og lyskilder

Generelt bør det benyttes lyskilder med høy Ra-indeks (god fargegjengivelse). Armaturer bør ha min. kapslingsgrad IP65 for lampehuset og IP43 for forkoblingsenheten. Det anbefales å benytte LED armaturer i innendørsstasjonene. For å sikre vedlikeholdbarhet skal banesjefen godkjenne valgt løsning.

#### 11.1.3 Plattformbelysning

Med plattformbelysning menes belysningsanlegg som belyser plattformområder, trapper og rulletrapper til plattformer på stasjoner og holdeplasser.

Ved tog tilstede på plattform skal belysningsanlegget tilfredsstille kravet til 200 lux på plattformkant. Når toget har forlatt plattformen skal lysanlegget dimmes ned til et mindre, men akseptabelt nivå (omkring 100 lux). I perioden utenom driftstid skal armaturene slås helt av. Lysanlegget skal ha mulighet for manuell påsetting.

#### 11.1.4 Nødbelysning

Nødbelysning består av ledelys for sikker evakuering via rømningsveier, belysning av anvisningsskilt og sikkerhetsutstyr, og markeringslys for markering av rømningsveier og rømningsretninger.

Nødbelysning i bygninger skal tilfredsstille kravene i offentlige forskrifter. I tillegg finnes anbefalinger i publikasjoner fra Lyskultur.

Nødbelysningen skal sikre sikker evakuering av publikum i nødsituasjoner og hindre panikk dersom den alminnelige strømforsyningen svikter.

Nødbelysningen skal tilkobles reservestrømforsyningen i området. Driftstiden for nødbelysningen skal være tilstrekkelig til at evakuering av alle personer i bygget kan utføres på en sikker måte, minimum 60 min.

#### 11.1.5 Belysningstabell

Sted		Minimumskrav belysningsstyrke inkl. vedlikeholds faktor $E_m$ i lux	Jevnhet ( $E_{min}/E_m$ )
Åpne stasjoner Plattformer	Skal kunne oppfatte vertikale former, f.eks. ansikt.	50	0,5
Åpne stasjoner adkomstveier	Skal kunne bevege seg trygt i område	30	0,5

IE Infrastruktur	K2 Utvikle og vedlikeholde teknisk regelverk	Ref. nr.: IE-OS0000-420- AC-0001
 spurveien	<b>Elkraft - Prosjektering og bygging - Lavspenningsanlegg</b>	EK nr.: D10490
		Ver./dato: 03G / 03.04.2023
		Side: 16 av 21

Åpne stasjoner Informasjonstavler samt ved billettautomater og validatorer i lehus	Skal kunne lese informasjon	300	
Driftsområde	Belysningen skal benyttes som arbeidslys og ivareta personsikkerheten.	20	0,4
Sporvekselområde Gjelder på drivmaskinen	Belysningen skal benyttes som arbeidslys og ivareta personsikkerheten.	20	0,4
Tunnelbelysning Ganglys kombinert med nødlys	Skal kunne bevege seg trygt i område	20	0,4
Tekniske rom	Skal kunne foreta kontrollmålinger og service på teknisk utstyr	300	
Overbygde stasjoner, underjordiske og innendørsstasjoner	Skal kunne oppfatte vertikale former, f.eks. ansikt.	100	0,9
Plattformer	Skal kunne oppfatte vertikale former, f.eks. ansikt.	200 lux med bidrag fra vogn ved påstigning	0,9
Overbygde stasjoner adkomstveier	Skal kunne bevege seg trygt i område.	100	0,5
Billettautomater, validatorer og infotavler.	Skal kunne identifisere personer og lese små skrift	300	
Trapper		100	0,5
Nødbelysning innendørs/ underjordisk plattform.	Skal kunne orientere og bevege seg farefritt til utgang	15	0,5

*Belysningstabell viser gjennomsnittlig belysningsstyrke, jevnhet (inkludert vedlikeholdsfaktor) for belysning av ulike jernbaneanlegg.*

#### 11.1.6 Strølys (lysforurensning)



IE Infrastruktur	K2 Utvikle og vedlikeholde teknisk regelverk	Ref. nr.: IE-OS0000-420-AC-0001
 <b>sporveien</b>	<b>Elkraft - Prosjektering og bygging - Lavspenningsanlegg</b>	EK nr.: D10490
		Ver./dato: 03G / 03.04.2023
		Side: 17 av 21

Det må under prosjektering av lys i forbindelse med utendørs stasjoner tas hensyn til naboer og omgivelser når det gjelder strølyst. Dette omhandles i NS-EN-12464-2(2004) tabell 2 pkt. 5,5 Verdier for lys mot annen eiendom, opplys og stasjonens refleksjon mot naboer sone E3/E4 tas til følge.

## 12. Varmekabelanlegg

### 12.1.1 Generelle krav

Nye varmekabelanlegg skal prosjekteres og bygges slik at de kan overvåkes fra togledersentralen. Anleggene skal være utkoplest i tørrvær og inn- og utkopling av anleggene vil skje gjennom en automatisk styring.

Når det er behov for varme, reguleres effektbehovet for varmeanlegg på luft- eller bakketemperatur og fuktighet/nedbør.

### 12.1.2 Tekniske krav

Det stilles følgende tekniske krav til varmekabelanlegg som Sporveien skal benytte:

- Installasjonen skal tilfredsstille kravene i FEL/NEK 400 og NEK 900. Varmeelementer, kabler, skjøter, følere mm. skal tåle de mekaniske påkjenninger som vil oppstå ved normal drift og vedlikeholdsarbeider som for eksempel roterende freser/børster ved snørydding etc. samtidig som anlegget skal utføres på en måte som gjør at det er minst mulig utsatt for setningsskader.
- Varmemengden og reguleringen skal gi en oppvarming som ivaretar tiltenkt funksjon. Samtidig skal behovet for energisparing ivaretas bl.a. gjennom god varmeoverføring mellom trapp eller bakke og varmeelement.
- Utstyret skal være monterings- og vedlikeholdsvennlig.
- Plassering av utstyr skal vurderes med tanke på vedlikehold, reparasjon og slik at trafikanter forstyrres minst mulig.

### 12.1.3 Prosjektering

Ved prosjektering av varmekabelanlegget skal det tas hensyn til:

- Effektbehovet, avhengig av beliggenhet.
- Antall og plassering av varmeelementene.
- Plassering av fordelingsskap.
- Valg av reguleringssystem som skal utføres som et lokalt anlegg med feilmelding til toppsystem.
- Reguleringsenhet skal være av utprøvd anerkjent type som skal vurderes av Banesjef.
- God drenering hvor smeltevann kan samles opp og at dreneringen er frostsikker.
- Installasjon i tavle som muliggjør styring som beskrevet.
- Utvidelsesmuligheter.
- Monteringsvennlighet.
- Feilretting/feillokalisering.
- Dokumentasjon.

### 12.1.4 Innhold

Et varmekabelanlegg består normalt av:

IE Infrastruktur	K2 Utvikle og vedlikeholde teknisk regelverk	Ref. nr.: IE-OS0000-420-AC-0001
 <b>spurveien</b>	<b>Elkraft - Prosjektering og bygging - Lavspenningsanlegg</b>	EK nr.: D10490
		Ver./dato: 03G / 03.04.2023
		Side: 18 av 21

- Fordelingsskap som inneholder nødvendige vern og utstyr for overvåkning og regulering.
- Reguleringsenhet med nødvendige temperaturløpere
- Varmeelementer.

Det skal benyttes allpolig vern som hovedsikring/overbelastningsvern for alle kabler og komponenter i anlegget. Selektivitet mellom vern skal vurderes slik at minst mulig del av anlegget kobles ut ved feil.

Fordelingsskapets innredning bør være oppdelt i moduler, hvor hver modul bør ha plass for 20 % utvidelsesmulighet. Drift av varmekabelanlegget skal indikeres med lett synlig grønn indikeringslampe utvendig på skapet.

Skapet skal være låsbart. Type låsesylinder avtales for hvert anlegg.

Alle innvendige og utvendige komponenter skal ha godt synlig, entydig og varig merking.

#### 12.1.5 Styring og overvåking

Varmekabelanlegget skal kunne overvåkes fra toppsystem og indikere samlefeil ved anlegget.

Anlegget skal ha en lokal regulering som tar hensyn til omgivelsestemperatur, bakketemperatur og nedbør/fuktighet.

Detaljerte feilmeldinger skal presenteres lokalt i fordelingsskapet. Følgende feilmeldinger skal presenteres:

- Jordfeil/isolasjonsovervåkning
- Feil ved varmeelement (overvåkning av strøm til hvert element)
- Feil ved reguleringsenhet

### 13. Sporvekselvarme

#### 13.1.1 Generelle krav

Nye sporvekselvarmeanlegg skal prosjekteres og bygges slik at de kan fjernstyres fra togledersentralen. Anleggene skal være utkoplest i tørrvær og inn- og utkopling av anleggene vil skje gjennom en kombinasjon av manuell og automatisk styring (basert på værprognoser gitt av Meteorologisk institutt) Når det er behov for varme, reguleres effektbehovet for sporvekselvarmeanlegg på kriteriene luft- eller skinnnettemperatur og/eller fuktighet/nedbør.

#### 13.1.2 Tekniske krav

Det stilles følgende tekniske krav til sporvekselvarmeanlegg som Sporveien skal benytte:

- Installasjonen skal tilfredsstille kravene i FEL/NEK 400 og NEK 900. Varmeelementer, kabler, skjøter, følere mm. som plasseres i veksler, spor eller i nærheten av spor, skal tåle de mekaniske påkjenninger som vil oppstå ved tog passering og vedlikeholdsarbeider i sporet (roterende børster ved snørydding/ballastfordeling), samtidig som anlegget skal utføres på en måte som gjør at det er minst mulig utsatt for setningsskader.
- Varmemengden og reguleringen skal gi en oppvarming som ivaretar sporvekselens funksjon. Samtidig skal behovet for energisparing ivaretas bl.a. gjennom god varmeoverføring mellom skinne og varmeelement.
- Varmeelementene skal festes på en slik måte at de ikke kommer i konflikt med sporvekselens bevegelige deler eller kravet til fritt profil for hjulet. Skal også tilpasses drivmaskinens innfesting på tungen.

IE Infrastruktur	K2 Utvikle og vedlikeholde teknisk regelverk	Ref. nr.: IE-OS0000-420-AC-0001
 <b>sporveien</b>	<b>Elkraft - Prosjektering og bygging - Lavspenningsanlegg</b>	EK nr.: D10490
		Ver./dato: 03G / 03.04.2023
		Side: 19 av 21

- Utstyret skal være monterings- og vedlikeholdsvennlig. Plassering av utstyr skal vurderes med tanke på vedlikehold og reparasjon slik at trafikk på sporet forstyrres minst mulig.

### 13.1.3 Prosjektering

Ved prosjektering av sporvekselvarmeanlegg skal det tas hensyn til:

- Effektbehovet, avhengig av sporvekseltype og beliggenhet.
- Valg av spenningsnivå på varmeelementene.
- Antall og plassering av varmeelementene.
- Plassering av fordelingsskap og evt. transformator.
- Valg av reguleringssystem.
- God drenering hvor smeltevann kan samles opp og at dreneringen er frostsikker.
- Installasjon i tavle som muliggjør styring som beskrevet.
- Utvidelsesmuligheter.
- Monteringsvennlighet.
- Feilretting/feillokalisering.
- Dokumentasjon.

### 13.1.4 Innhold

Et sporvekselvarmeanlegg består normalt av:

- Et fordelingsskap (gruppeskap) plassert langs banen ved de aktuelle veksle som skal varmes. Fordelingsskapet inneholder nødvendige vern og utstyr for overvåking og regulering.
- Skap for skilletransformatorer.
- Reguleringsenhet med nødvendige temperaturfølere
- Varmeelementer på skinner og i rådegrav (dette gjelder ikke ved bruk av drivmaskin i kassesville).
- Transformator må vurderes benyttet ved lange tilførselsledninger og/eller høy belastning.
- Belysningsanlegg i og ved veksler. Belysningen skal normalt være avslått, men skal kunne slås på og av ved fordelingsskapet eller ved lysmasten. Belysning skal slås av automatisk, enten tidsstyrt eller via fotocelle.

Sporvekselvarmeanlegg skal forsynes enten fra lokalt elverk eller fra nærmeste likeretterstasjon. Jordfeilbryter skal ikke benyttes. Ved bruk av isolasjonsovervåking eller jordfeilvarsel bør alarmsignaler kunne overvåkes.

Alle anlegg skal ha utstyr for fjernavlest måling av energiforbruk og funksjonsovervåking via PLS.

Det skal benyttes allpolig vern som hovedsikring/overbelastningsvern for alle kabler og komponenter i anlegget. Selektivitet mellom vern skal vurderes slik at minst mulig del av anlegget kobles ut ved feil.

Fordelingsskap og trafoskap skal monteres på standard fundament for skaprekke. Plasseres så langt fra sporet at vedlikeholdsarbeider i skapet ikke påvirker togtrafikken i sporet. Skapet skal være dobbeltvegget aluminiumsskap, utstyrt med innvendig belysning og termostatstyrt varmeelement for å forhindre kondensering, og stikkontakt (16 A, 230V, 1-fase) for vedlikehold. Skapstørrelse 900x900x1640 mm. Farge på skap skal være RAL 7032.

IE Infrastruktur	K2 Utvikle og vedlikeholde teknisk regelverk	Ref. nr.: AC-0001	IE-OS0000-420-
 <b>sporveien</b>	<b>Elkraft - Prosjektering og bygging - Lavspenningsanlegg</b>	EK nr.:	D10490
		Ver./dato:	03G / 03.04.2023
		Side:	20 av 21

Fordelingsskapets innredning bør være oppdelt i moduler for ulike spenningsnivå, hvor hver modul bør ha plass for 20 % utvidelsesmulighet. Drift av sporvekselvarmeanlegget skal indikeres med lett synlig grønn indikeringslampe utvendig på skapet.

Dersom aktuelt utstyr er forsynt fra skapet skal det monteres:

- Bryter utvendig på skap for sporvekselbelysning
- Bryter i skap for manuell styring av rådegravsvarme.
- Bryter i skap AV/AUTO/PÅ for å kunne slå på full varme fra kontrollsystem

Utstyr på skapet skal ha samme IP-grad som skapet og skal ikke forringe skapets kapsling. Skapet skal være låsbart. Type låsesylinder avtales for hvert anlegg. Alle innvendige og utvendige komponenter skal ha godt synlig, entydig og varig merking.

#### 13.1.5 Styring og overvåking

Sporvekselvarmeanlegget skal kunne overvåkes og styres fra togleder.

Anlegget skal ha en lokal regulering som tar hensyn til omgivelsestemperatur, skinnetemperatur og/eller nedbør/fuktighet.

Detaljerte feilmeldinger skal presenteres lokalt i fordelingsskapet. Følgende feilmeldinger skal presenteres:

- Jordfeil/isolasjonsovervåking
- Feil ved varmeelement (overvåking av strøm til hvert element)
- Feil ved reguleringsenhet
- Feil ved følere

Det skal være mulighet for fjernavlesning av feilmeldingene. Alle feil skal gi tilbakemelding om feil ved anlegget (samlesignal) til togleder.

På områder med flere sporvekselvarmegrupper bør reguleringen kunne styre flere grupper. Det gjelder også for krysningsspor med kun to sporveksler.

Det skal være mulig å overstyre reguleringen via en bryter merket (PÅ/AUTO/AV) for test og vedlikeholdsarbeider.

Dersom det brukes transformator (ved annen forsyningsspenning enn 230 V), bør transformatoren plasseres i et tilsvarende skap, men utformet med ventiler for luftgjennomstrømning til kjøling av transformator. Der det er hensiktsmessig bør det prosjekteres med 20 % ledig kapasitet på transformatoren.

Hver transformator skal ha eget allpolig vern.

Rådegravsvarme skal sikre at drivmaskinens stenger til skinnene kan beveges uhindret av snø og is. Behovet for rådegravsvarme skal vurderes spesielt for hvert anlegg. Det skal sikres at det er tilstrekkelig drenering fra rådegraven for å forhindre isdannelse pga. smeltevann.

IE Infrastruktur	K2 Utvikle og vedlikeholde teknisk regelverk	Ref. nr.: AC-0001	IE-OS0000-420-
 spurveien	<b>Elkraft - Prosjektering og bygging - Lavspenningsanlegg</b>	EK nr.:	D10490
		Ver./dato:	03G / 03.04.2023
		Side:	21 av 21

#### 13.1.6 Kravspesifikasjon

For ytterlig informasjon henvises til spesifikasjon IE-OS0000-420-SB-0001.