

# Fv. 49 Fossenbrattetunellen - Tunneloppgradering

Spesifikasjon automasjonsanlegg



## Revisjonshistorikk

Rev	Dato	Beskrivelse av endringen	Utarbeidet av	Kontrollert av
00	02.10.2025	Førsteutkast	NOTMHO	NOSSAL/ NO1F1R
01	24.11.2025	Opprettet etter intern runde	NOTMHO	NOSSAL/ NO1F1R
02	21.01.2026	Opprette etter KS VLFK	NOTMHO	NOSSAL/ NO1F1R
03	10.02.2026	OPC integrert i PLS	NOTMHO	NOSSAL/ NO1F1R

<b>Sweco Norge AS</b>	967032271
<b>Prosjekt</b>	Fv. 49 Fossenbrattetunellen, tunneloppgradering
<b>Prosjektnummer</b>	10246529
<b>Kunde</b>	Vestland fylkeskommune
<b>Opprettet av</b>	Tom Hellebø
<b>Kontrollert av</b>	Stian Salmo/Marion S. Gullaksen
<b>Godkjent av</b>	Øystein Wilkensen

## Innhold

1.	Innledning .....	2
2.	Forkortelser .....	3
3.	Sikkerhet.....	5
4.	Anvendte normer og normaler ved prosjektering .....	6
5.	Automasjon/SRO - generelt .....	7
6.	Nettverk, arkitektur og funksjonalitet .....	9
7.	Kommunikasjon .....	10
8.	Programmer for styring og overvåking .....	11
9.	Nødtelefoni .....	12
10.	Belysningsanlegg, tunnel .....	13

## **1. Innledning**

Dette dokumentet gir spesifikasjoner for automasjonsanlegget (SRO) som skal bygges ved oppgradering av tekniske installasjoner i Fv. 49 Fossenbrattetunellen. Valg og prinsipper for prosjekterte løsninger fra Sweco Norge AS er beskrevet. Dokumentet beskriver hovedpremisser og noen detaljer, og må leses i sammenheng med risikovurdering for Automasjonsanlegg, risikovurdering EKOM og Spesifikasjon av EKOM installasjon. For fullstendig oversikt over kvalitets- og funksjonskrav vises det til tegninger, mengdeoppsett og øvrige tekniske beskrivelser som samlet sett er utarbeidet i prosjektet.

## 2. Forkortelser

AID	-	Automatic Incident Detection
ANSI	-	American National Standards Institute
APC	-	Angled Physical Contact
BF	-	Bygningsfordeler
CP	-	Konsolideringspunkt (Consolidation Point)
DTF	-	Distance To Fault
E2000	-	E2000 Connector
EKOM	-	Elektronisk kommunikasjon
EIA	-	Electronic Industries Allianc
EMC	-	Electromagnetic Compatibility
FC	-	Ferrule Core Connector
FTP	-	File Transfer Protocol
HSRP	-	Hot Standby Router Protocol
IEC	-	International Electrotechnical Commission
IEEE	-	The Institute of Electrical and Electronics Engineers
MM	-	Multimodus fiberkabe
NEK	-	Norsk Elektroniskteknisk Komite
LC	-	Lucent Connector
OF	-	Områdefordeler
OLTS	-	Optical Loss Test Set
OTDR	-	Optical Time Domain Reflectometer
PDU	-	Power Distribution Unit – Strømtilslut i kabinett
PIM	-	Passiv intermodulasjon
PSPF	-	Open Shortest Path First
OTDR	-	Optical Time Domain Reflectometer
OPC	-	Open Platform Communications
OSPF	-	Open Shortest Path First
PC	-	Physical Contact
PLS	-	Programmerbar Logisk Styring
PoE	-	Power over Ethernet
PSE	-	Power Sourcing Equipment
STP	-	Skjermet horisontal kabel (Shielded Twisted Pair)
QoS	-	Quality of Service
RAID	-	Redundant Array of Independent Disks
SCADA	-	Supervisory Control and Data Acquisition
SIP	-	Session Initiation Protocol
SNMP	-	Simple Network Management Protocol
SRO	-	Styring, Regulering og Overvåkning
SSD	-	Solid State Drive
ST	-	Standard Connector
STI	-	Speech Transmission Index

STP	-	Skjermet horisontal kabel (Shielded Twisted Pair)
SVV	-	Statens vegvesen
TFM	-	Tverrfaglig Merkesystem
TIA	-	Telecommunications Industry Association
TO	-	Telekommunikasjonsuttak (TU)
TRS	-	Tunell Radio System
UTP	-	Uskjermet horisontal kabel (Unshielded Twisted Pair)
VLFK	-	Vestland fylkeskommune
VoIP	-	Voice over IP
VRRP	-	Virtual Router Redundancy Protocol
VSWR	-	Voltage Standing Wave Ratio
VTS	-	Vegtrafikksentral



### **3. Sikkerhet**

For ivaretagelse av sikkerhet for mennesker, anlegg og verdier under prosjektering, installasjon, verifikasjon og under installasjonenes levetid, stilles det krav til autorisert installatør som er faglig oppdatert for aktuelle Automasjon/SRO-installasjoner.

#### **Personell**

Ansvarlig virksomhet skal til enhver tid ivareta sikkerheten til personell som arbeider på eller med Automasjon/SRO-installasjoner.

Virksomhetens interne prosedyrer skal som minimum ivareta krav i Forskrift om systematisk helse-, miljø og sikkerhetsarbeid i virksomheter (internkontrollforskriften).

#### **Brann**

Ansvarlig virksomhet skal til enhver tid påse at prosjektering og utførelse av Automasjon/SRO-installasjoner ikke øker faren for brann eller at brann og røyk sprer seg.

#### **Energiforsyning – Lavspenning**

Energiforsyningsinstallasjoner til Automasjon/SRO-installasjoner skal følge gjeldende norm(er) og være fagmessig utført.

Tilkoblet Automasjon/SRO-utstyr skal samsvare med beskyttelseskrav mot elektrisk sjokk i relevante normer og standarder for produktsikkerhet.

#### **Utjevning for beskyttelsesformål**

Ledende- og annen ledende deler i Automasjon/SRO-installasjonen skal utjevnes for beskyttelsesformål iht. gjeldende standarder/normer.

#### **Kvalitet**

For å ivareta sikkerheten til personell, system og installasjonenes kvalitet skal alt utstyr ha nødvendig merking, og kunne spores til produsent og produsentens kvalitetssikring. Utstyr som ikke er tilstrekkelig merket anses som ikke levert og entreprenør står selv økonomisk ansvarlig for alle kostnader ved levert utstyr som ikke har tilstrekkelig merking og kvalitetssikring.

#### **4. Anvendte normer og normaler ved prosjektering**

Liste over anvendte normaler og normer, listen er ikke uttømmende.

N200	Vegbygging
N500	Vegtuneller
N601	Sikkerhetskrav for elektriske anlegg i- og langs offentlig veg
NEK 400	Elektriske lavspenningsinstallasjoner
NEK 600	El og ekom i vegtrafikksystem
NEK 700	Informasjonsteknologi

Alle standarder/normer og normaler gjeldende p.t.

For fullstendig anleggsbeskrivelse henvises det til prosjektert underlag med tverrfaglig modell, tegningshefte og teknisk beskrivelse (kap. D1).

##### **Kabelføringssystem**

Kabelføringssystem skal tilpasses Automasjon/SRO-installasjoner. Det skal tas hensyn til følgende faktorer, listen er ikke uttømmende:

- Understøtte installert kabling iht. produsentens veiledning.
- Ikke føre til skade på kabel/kabler fra kabelens/kablenes egenvekt.
- Sikre avstandskrav til energiforsyningsinstallasjoner og jordelektroder for denne.
- Ved installasjon i grunn skal kabelføringssystem være av ikke ledende materiale.



## 5. Automasjon/SRO - generelt

Nytt lokalt styringssystem skal etableres i Fossenbrattetunellen. Eksisterende tekniske installasjoner skal fjernes. Eksisterende trafikktekniske og sikkerhetsmessige installasjoner skal være i drift inntil nytt anlegg tas i bruk.

### EKOM nett

Spesifikasjonene for EKOM er ivarettatt i et eget dokument, som skal leses i sammenheng med dette dokumentet.

### Signalkabling for Automasjon

Signalkabling for automasjon skal planlegges og utføres i samsvar med NEK700.

Spesifiserte krav i dokument «Fv49 Fossenbrattetunnelen\_Spesifikasjon av EKOM installasjon» skal imøtekommes.

### I/O-lister og OPC-tag

I/O- og OPC-tag lister skal utarbeides av entreprenør i henhold til *Prosessgrensesnitt* for Statens vegvesen region vest (SVV) for programmering av SCADA toppsystem Vegvokteren på VTS. I prosjekteringen er det utarbeidet foreløpig lister. Disse skal danne grunnlag for entreprenørens lister og tag.

Identifikasjonsadresser som skal benyttes i anlegget skal avklares med VTS.

### PLS og RIO/DIO

Alle PLS-er og tilhørende distribuert I/O (DIO) som monteres skal være av samme fabrikat PLS, distribuerte enheter og I/O moduler/kort i industrikvalitet og i samsvar med NEK EN 61131. I/O-moduler skal ha dioder for lokal tilstandsindikering av kommando (DO) og status (DI). Digitale og analoge innganger og utganger skal være galvanisk adskilt fra elektronikkdelen.

OPC server skal være integrert i PLS CPU.

Lagringseenhet i PLS skal være uavhengig av ekstern kraftforsyning. Ved midlertidig utfall av strømforsyning skal utstyret re-starte automatisk.

Digitale I/O skal operere etter prinsippet "normalt lukket". Tilknyttet halogenfri parkabel.

Analoge innganger skal være av type 4-20 mA tilpasset passive givere (sensorer). Digitale utganger 24 V<sub>DC</sub>.

### Nettverksutstyr

Elektronisk utrustning som switcher mv. montert på anlegget skal tilfredsstillende EMC immunitet etter IEC 61000-6-2 og emisjon etter IEC 61000-6-4, eller EN55032/35.

OPC server (OPC UA) skal være integrert i PLS. Nettverksutstyr, som switcher, routere, etc., skal bygges i redundant system. Switcher og routere skal passordbeskyttes. Det skal ikke benyttes standardpassord fra utstyrsleverandør.

### PoE

Det vises til dokument «Fv49 Fossenbrattetunnelen\_Spesifikasjon av EKOM installasjon».

### **SCADA system**

Oppgradering av regionens SCADA system (Vegvokteren) med bl.a. utarbeiding av nye skjermbilder for tunellen på VTS utføres av Trafsys AS iht. gjeldende rutiner. Nytt samband skal også bestilles til tunellen. Arbeidet skal bestilles av oppdragsgiver, men kontrolleres og koordineres av utførende entreprenør.

### **Klima/tetthet**

Automasjonsutstyr plasseres i egne IP65 skap (tunellrom/daganlegg) eller i tavler i tekniske bygg. Utstyr for klimakontroll monteres. Utstyr for tetting/begrensning av støvinntrenging monteres. Skap skal prosjekteres med tilstrekkelig kjøling for fullt, 100%, utnyttelse av kabinett.

### **Jording/skjerming**

Jording utføres i samsvar med NEK400 og NEK700.

### **Merking**

Som merkesystem benyttes Statsbyggs tverrfaglige merkesystem, tilpasset veg som gitt i NEK600 og NEK TS 600. Dokument «X101 Krav til merking» gir ytterlig detaljering.

### **Sluttkontroll**

Som gitt i konkurransegrunnlaget.

### **Dokumentasjon**

Som gitt i konkurransegrunnlaget.

Ved utarbeiding av sluttdokumentasjon skal også følgende leveres:

1. Utstyrliste over alt nettverksutstyr (switcher, routere, etc.) som minimum inneholder:  
Merkenummer i henhold til TFM, fabrikant, modellnummer, antall prosjekterte enheter for hvert utstyr, serienummer og firmware-versjon
2. Datablad for alt utstyr i utstyrliste.
3. Nettverkstopologi-tegning som viser fysisk nettverkstopologi. Tegningen skal inneholde alle koblinger i nettverket og alt tilkoblet utstyr som har en IP- og/eller MAC-adresse.
4. Det skal markeres hva som er fiber og hva som er kobberlinjer. Utstyret skal merkes med en unik id i henhold til TFM. Det skal også leveres tegning over fibertopologi og patchelister.
5. Dokumentasjon av fysisk portbruk. Dokument skal inneholde oversikt over hvilke fysiske porter som er planlagt å bruke og til hva de skal brukes til. Dette skal dokumenteres pr. switch og router.
6. Dokumentasjon over påloggingsinformasjon med brukernavn og passord for alt utstyr som krever innlogging.
7. Manualer som beskriver konfigurering for alt konfigurerbart utstyr.

## Tilgang/utstyrsrom

Dører og skap skal låses med egen grensesnittnøkkel.

## Avfallshåndtering

Alt el-/Automasjon/EKOM materiell skal sorteres og leveres til godkjent mottak for det aktuelle avfallet.

## 6. Nettverk, arkitektur og funksjonalitet

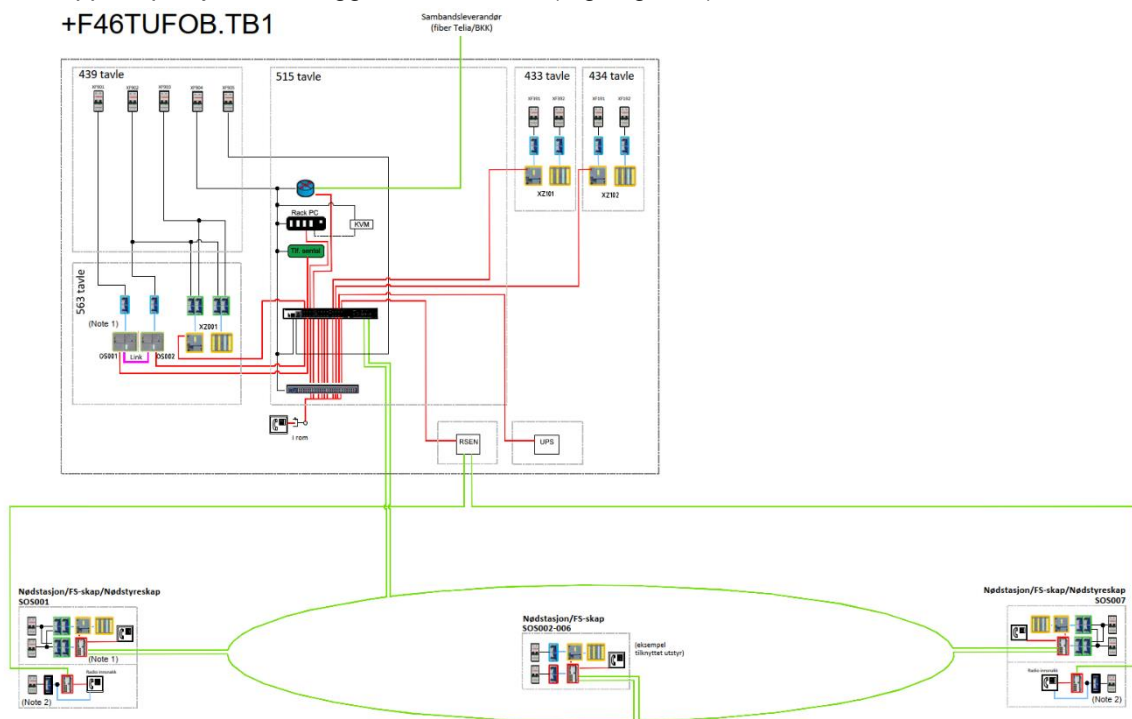
Nettverket skal være redundant implementert i henhold til eksempelvis ITU-T G.8032 ERPS. Nettverk gjenopprettingstid skal maksimalt være 1 sek. Switchetid må tilpasses tilkoblet utstyr som stiller krav til dette, eksempelvis PLSer.





















For å ivareta krav til robusthet blir nødstasjoner tilknyttet tunnelen forsynt fra egne kurser til hvert skap iht. NEK 600-9. For å sikre kommunikasjon med skap som har strøm, ved utfall av en kurs eller switch (1. feil), bygges redundant nettverksarkitektur. Se figur 2.

Hjelpespenninger til automatikkutrustning og kommunikasjonsutstyr utføres i samsvar med NEK600 kap. 11.11. Det benyttes også redundante DC strømforsyninger for utstyr tilknyttet til indre stengepunkt.

Driftsspenning til inn og utgangskretser på automatikkutrustning utføres i samsvar med NEK600 11.11.2.

All styring vil foregå fra redundante PLS i teknisk bygg. PLS med OPC servere kobles til hoved switch. Ringprotokollers begrensninger skal ikke overskrides. Prinsipp for prosjektert anlegg vises nedenfor (tegning I531).



Symboler					
	Kurssikring		DIO – CP del/controller (communication processor)		Telefon/innsnakk
	Sambandsrouting		L2 switch		Server/pc
	L3 switch(er) (redundant power, høy MTBF)		24V / 48V DC redundant power supply		Telefonsentral
	POE injector		12V DC power supply		Ekom uttak
	PLS (CPU+CP) med hot standby, for hot redundancy		24V DC power supply		AC forsyning
	DIO – IO del		48V DC power supply		DC forsyning
					Lokalnett (CAT)
					Fiber

For detaljer bør tegning studeres sammen med øvrig fiber og SRO tegninger for prosjektet.

Fossenbrattetunellen skal knyttes mot VTS via et eget samband. Lag3 switch i teknisk bygg skal integreres til dette nettverket. Switch bestilles i samarbeid med den som er systemansvarlig for nettverket.

Switcher koblet til lokalnett skal være industrielle industrielle DIN-rail switcher med miljø og EMC krav som for tung industri. Hoved-switcher skal være en Layer 3 (routing) switch beregnet for å monteres i et 19" rack.

Hovedoppgavene til styresystemet skal være:

- Grensesnitt mot sentralt SCADA system på Vegtrafikksentralen (VTS)
- Styre og overvåke miljøet (belysning, ventilasjon mm.)
- Styre og overvåke all ferdsel i anlegget (skiltstyring, kameraovervåkning, mm.)
- Styre og overvåke systemer som skal sikre trafikantene (nødstasjoner, branndeteksjon, informasjon til trafikanter mm.)

I tillegg skal Automasjon/SRO systemet også:

- Overvåke tilstanden til alt elektroteknisk utstyr
- Overvåke tilstanden til alt ekom-utstyr (data-switcher, routere, mm.)
- Overvåke sin egen integritet (tilstanden til SRO utstyret)

## 7. Kommunikasjon

All kommunikasjon skal overvåkes og feil skal alarmeres. Kommunikasjon mellom anlegget og VTS overvåkes av VTS sitt SCADA system, men all annen kommunikasjon skal overvåkes av det lokale styresystemet. Dersom det oppstår en kommunikasjonsfeil skal det også signaliseres hvilke objekter som blir påvirket av kommunikasjonsfeilen. Dette gjøres enten ved å aktivere en feil status på relevant objekt eller å opprette et eget objekt for overvåkning av kommunikasjonslinjen. Dette objektet skal i tilfelle bli linket mot de objektene som blir påvirket.

Kommunikasjon mellom PLS og DIO skal være på standard Ethernet. Komponenter som benyttes skal være designet og produsert for bruk i industrielt miljø.

PLS skal i tillegg til valgte industrielle ethernet protokoll ha støtte for Modbus/TCP over Ethernet (både klient og server) for integrasjon med eksterne systemer. PLS skal også håndtere valgt bus-løsning for dimming/styring av tunellbelysning.

## 8. Programmer for styring og overvåking

PLSer og programmeringen skal være iht. EN 61131-3 med følgende begrensning:

Programvaren (PLS kode) som utvikles i forbindelse med dette prosjektet skal ikke benytte programmeringsspråket "Instruction List (IL)". Programmering skal skje med høynivåspråk og logiske elementer, ved hjelp av blokker eller funksjonsplaner.

Programmer skal utformes strukturert og med utfyllende kommentartekster/beskrivende tekst.

Programvareverktøyet som brukes til programmering av PLS'ene skal også og ha integrert verktøy for simulering og debugging slik at følgende funksjoner er tilgjengelig i sanntid:

- Monitorering og verifikasjon av at status ord er i henhold til Prosessgrensesnittet
- Simulering av kommandoer fra VTS ved å manipulere bit i kommando ord (iht Prosessgrensesnittet)

### Robusthet

Programvaren skal designes slik at tekniske feil eller kommunikasjonsfeil ikke fører til unødig aktivering av styrefunksjoner.

Tiden det tar å lese alle tilgjengelige I/O skal være mindre enn halvparten av korteste programmerte timeout tid i anlegget, uavhengig av tilstanden på datanettverket eller tilkoblede komponenter.

### Styresystemets funksjoner/oppgaver

- Datautveksling mellom Vegvokteren ved VTS og lokal styringsutrustning via OPC UA server.
- Intern datautveksling og grensesnitt mot tilknyttet utstyr.
- Fjernprogrammering av styresystemet
- Styring og overvåking av tunellutrustning
- Registrere og overføre alarmer, meldinger, måleverdier, status osv. til VTS for lagring og presentasjon.
- Motta, registrere og behandle/utføre kommandoer fra VTS.

### Meldinger og kommandoer

Installasjonene skal gi individuelle feil- og tilstandsmeldinger som skal føres tilbake til VTS. Ved setting av en kommando overvåkes tilbakemeldingen fra installasjonen. Kommer ikke riktig tilbakemelding innen en bestemt tid, meldes det feil til VTS. En kommando skal stå så lenge tilstanden skal opprettholdes. Skulle styre- og overvåkingssystemet falle ut, må installasjonene opprettholde tilstanden som den siste kommandoen tilsvarer.

Følgealarmer (alarmras) ved overordnede feil i anlegget skal unngås. Ved slike hendelser skal alarmer fra tunnelen siles og maskeres før overføring til operatør på VTS. Entreprenøren skal lage forslag til maskering-/prioriteringsliste.

## Prioritet ved styring

- Prioritet 1. Manuelle betjeningspunkt (lokalt)
- Prioritet 2. Nødstyreskap (operatørpanel lokalt)
- Prioritet 3. Styringer fra VTS (manuelt)
- Prioritet 4. Lokal automatikk i anlegget (PLS, auto)

Styrekommandoer etter gitt prioritet (manuelt eller automatisk) setter utstyr i gitt tilstand. Tilstanden skal opprettholdes så lenge styrekommando er gyldig. Når grunnlag for kommando frafaller, eller ny kommando av høyere prioritet gis, skal aktuell normalsituasjon/tilstand settes. Aktuell normalsituasjon skal da også følge gitt prioritet. Ved feil på overordnet system, skal alltid siste posisjon opprettholdes i styresystemet.

## 9. Nødtelefoni

Nødtelefoner (VoIP) i tunnelanlegget skal gi kontakt med vegtrafikksentral og VTS skal kunne se hvilken telefon det ringes fra. Fra telefonsentral i tunnelen blir samtaler fra nød-/servicetelefoner rutet til VTS i Bergen. Kommunikasjon mellom telefoner og VTS foregår over Ethernet med SIP der tale blir digitalisert. Status på nødtelefoner leses av lokal PLS i anlegget.

### Krav til nødtelefoner

Nødtelefoner skal være uten tastatur, ha brukerveiledning på minimum to språk, norsk og engelsk, og ha automatisk oppkobling, direkte ring, mot VTS. Nødtelefon skal være designet og produsert for å tåle ytre påvirkninger som den utsettes for i tunnel og omgivelsene rundt.

Følgende skal krav gjelder for nødtelefoner:

- Kapslingsgrad IP65 og solid utført – for beskyttelse mot hærverk
- Spenningsforsynt via PoE/PoE+
- RJ-45 tilkobling for Ethernet og driftsspenning
- Skal støtte en standard industriell ethernet protokoll som f.eks. Modbus/TCP, ProfiNET, EtherNet/IP e.l. for avlesning av status til telefonrør (av/på) og resultatet til selvtest.
- Støtte SIP i henhold til RFC-3261
- Lydkvalitet med STI 0,9 eller bedre iht. IEC 60268-16 utført av nøytralt testlaboratorium
- Aktiv funksjon for å filtrere bort støy fra omgivelsene (tunnelen)

IP-telefoni systemet skal støtte:

- Støtte trafikk-klassifisering som DiffServ
- Pakke tap skal ikke overskride 1%
- En-veis taleforsinkelse, munn til øre, skal ikke overstige 150 ms.
- En-veis pakkeforsinkelsesvariasjon, skal ikke overstige 30ms.
- Avhengig av valg skal garantert prioritert båndbredde være 21 – 320 kbps

### Krav til servicetelefoner

Skal programmeres med en hurtigtast for nødsamtale til VTS. Alternativt kan telefonene settes opp slik at rør av gir automatisk oppringing til VTS dersom ingen knapp trykkes innen 5 sekunder.

## **10. Belysningsanlegg, tunnel**

Belysningsanlegg skal utføres med adresserbare LED armaturer, som dimmes via lokal styreutrustning i tekniske bygg. Feltbus og distribuerte repeatere/interface mot armaturenes LED drivere sørger for kommunikasjon.

Innkjøring/overgangsonene og indre sone skal kunne dimmes individuelt. Systemet skal også monitorere tilstanden til armaturene.

Feltbussen skal være en standard som enten er definert i IEC 61158 eller i henhold til standarden IEC 62386.

Lokale styreenheter/repeatere monteres i styreskap.

Systemet skal være seksjonert slik at det er minimum en individuell/uavhengig buss for styring av armaturer i innkjøring/overgangssone ved hver portal og minimum en for styring av armaturer tilhørende indre sone.