

## Intern rapport nr. 2228

### Samfunnstjenlige vegtunneler

### Funksjonskrav for tekniske installasjoner



Oktober 2001



# Intern rapport nr. 2228

## Samfunnstjenlige vegtunneler Funksjonskrav tekniske installasjoner

### Sammendrag

Statens vegvesen har gjennom etatssatsingsprosjektet "Samfunnstjenlige vegtunneler" satt fokus på trafikksikkerhet, miljø og langsiktig eierskap innenfor tunnelteknologien. Prosjektet som har gått over 4 år har hatt som målsetting å videreutvikle og forbedre dagens teknologi og gi rom for nytenking ved å utvikle mer kostnadseffektive, bedre, sikrere og mer miljøvennlige tunneler. Etatssatsingsprosjektet er inndelt i flere delprosjekt.

Delprosjekt "Tekniske installasjoner" har bl.a. som målsetting:

*"gruppen utarbeider funksjonskrav og/eller tekniske krav og beskriver funksjonssikkerhet som ivaretar både eksisterende og foreslåtte framtidige løsninger"*

På bakgrunn av en omfattende erfaringsregistrering er det utarbeidet forslag til funksjonskrav for en del viktige tekniske installasjoner. Kravene kan fremstå som rene funksjonskrav, en kombinasjon av funksjonskrav og tekniske krav eller rene tekniske krav. Rene funksjonskrav vil i hovedsak være knyttet til overordnet nivå.

Emneord: *Tunnel, Etatsprosjekt, Samfunnstjenlige vegtunneler, Tekniske installasjoner, Funksjonskrav*

Kontor: *Geologi og tunnelkontoret*

Saksbehandler: *Harald Buvik*

*/ harabu*

Dato: *17.09.01*

Statens vegvesen, Vegdirektoratet  
**Vegteknisk avdeling**

Postboks 8142 Dep, 0033 Oslo  
Telefon: 22 07 39 00 Telefax: 22 07 34 44

# Innhold

<b>1. Innledning</b>	<b>2</b>
<b>2. Tunnelementenes funksjon</b>	<b>3</b>
<b>3. Renseanlegg</b>	<b>5</b>
<b>4. Ventilasjonsanlegg</b>	<b>7</b>
<b>5. Lysanlegg</b>	<b>12</b>
<b>6. Pumpeanlegg</b>	<b>18</b>
<b>7. Styrings- og overvåkingsanlegg</b>	<b>21</b>
<b>8. Fiberoptiske kabelinstallasjoner</b>	<b>63</b>
<b>9. Kabler</b>	<b>68</b>
<b>Vedlegg II (pumpekrav visuelt)</b>	<b>79</b>

# 1 Innledning

Statens vegvesen har gjennom etatssatsingsprosjektet "Samfunnstjenlige vegtunneler" satt fokus på trafikk sikkerhet, miljø og langsiktig eierskap innenfor tunnelteknologien. Prosjektet som har gått over 4 år har hatt som målsetting å videreutvikle og forbedre dagens teknologi og gi rom for nytenking ved å utvikle mer kostnadseffektive, bedre, sikrere og mer miljøvennlige tunneler. Etatssatsingsprosjektet er inndelt i flere delprosjekt.

Delprosjekt "Tekniske installasjoner" har bl.a. som målsetting:

*"gruppen utarbeider funksjonskrav og/eller tekniske krav og beskriver funksjonssikkerhet som ivaretar både eksisterende og foreslåtte framtidige løsninger"*

På bakgrunn av en omfattende erfaringsregistrering er det utarbeidet forslag til funksjonskrav for en del viktige tekniske installasjoner. Kravene kan fremstå som rene funksjonskrav, en kombinasjon av funksjonskrav og tekniske krav eller rene tekniske krav. Rene funksjonskrav vil i hovedsak være knyttet til overordnet nivå.

Prosjektgruppen har bestått av:

Harald Buvik, Vegdirektoratet  
Tor Frøland, Rogaland  
Petter Bergersen, Oslo  
Mona Løvås, Hordaland  
Oddmund Lefdal, Sogn og Fjordane  
Jan Hennestad, Vegdirektoratet  
Kjell Moen, Troms  
Bjarne Lysberg, Hordaland  
Ole Gripstad, Akershus (delvis)  
Arve Jonassen, Oslo (delvis)  
Jan Øyvind Pedersen, Vest-Agder (delvis)

## 2 Tunnelementenes funksjon

Det er tre sentrale begrep som benyttes når vi behandler temaet funksjon av et element eller et system.

Disse er:

- Funksjonskrav
  - normal drift
  - hendelser
- Funksjonssikkerhet
- Funksjonskontroll

### Funksjonskrav

Funksjonskrav er betegnelsen på de krav som settes til hvordan en komponent eller et system skal fungere. Hvilken virkning systemet skal ha.

Funksjonskrav utarbeides spesielt for installasjoner og utstyr i tunneler, men også for noen av tunnelementene i selve konstruksjonen.

Når det planlegges en tunnel med konstruksjonsdeler og utstyr, har hver enkelt del en spesiell hensikt, en funksjon det skal oppfylle. Denne kan være beskrevet i byggebeskrivelser eller i anbudsbeskrivelser, men siden blir den ofte glemt. Det er som oftest lite aktuelt å snakke om funksjonskrav til elementene eller systemene i tunnelen blant de som utfører vedlikeholdsoppgaver.

For å få frem forståelsen for funksjonen til de enkelte elementer i tunnelen, må funksjonskravet også synliggjøres for drifts- og vedlikeholdsorganisasjonen. Det kan f. eks. gjøres ved at kravet skrives ut som en del av arbeidsordren/sjekklisten for vedkommende element. Det har stor betydning for de som skal utføre drifts- og vedlikeholdsoppgaver at de ser hensikten med den oppgaven de skal utføre slik at de gjør sitt arbeid best mulig. Videre vil det være helt vesentlig at funksjonskravene er kjent når de enkelte element skal utskiftes/fornyes.

### Funksjonssikkerhet

Funksjonssikkerhet er et mål på hvor stor sikkerhet som er innebygget for å holde funksjonen i gang. Sagt på en annen måte så kan det også være et mål på hvor mye som skal tåles før det slutter å fungere tilfredstillende ut ifra de fastlagte funksjonskrav.

For å ta vare på funksjonssikkerheten bygges det ofte inn seksjonering av strømtilførsel og/eller tilføring fra forskjellige steder. Det kan også bygges inn en viss overkapasitet for å ha nødvendig sikkerhet selv om enkelte komponenter skulle svikte. Et slikt eksempel er viftekapasitet som tillater at et antall vifter er ute av funksjon eller til overhaling.

Funksjonssikkerheten må bygges inn i anlegget fra starten av og det må tas hånd om i plan- designfasen der slike forhold blir bestemt. Det er viktig at en her får med alle forutsetningene. Det er også viktig at forutsetningene videreføres i byggefasen, og til slutt at en er klar over disse forutsetningene i driftsfasen.

Funksjonssikkerheten kan også prøves teoretisk ved å vurdere forhold etter modellen: Hva skjer ved brann eller annen hendelse? Eksempelvis hva skjer med lys og ventilasjon, styresystem, signalanlegg, pumpeanlegg og kommunikasjon dersom en kabel kuttet eller brenner av på et vilkårlig sted i tunnelen? Analysere dette på tegninger, ta konsekvensen av eventuelle uheldige svar, og følg så opp ute i tunnelen for å se om tegningene er fulgt.

## **Funksjonskontroll**

Det må utføres en omfattende funksjonskontroll når tunnelen skal overtas av driftsorganisasjonen. Funksjonskravene som er satt opp i designfasen skal prøves og dokumenteres.

Dette er kontroll som utføres for å se om utstyret har den ønskede funksjon. Funksjonen kontrolleres ved å prøve komponentene ute i tunnelen. Virker de, og styres de slik de skal? Når signalene fram? etc.

Slike kontroller må også utføres systematisk i D&V-fasen etter oppsatte rutiner, og ofte basert på kontroll etter tidsintervall. Dette kan være kalendertid, eller etter registrert driftstid. Dette må bli et ledd i det forebyggende systematiske vedlikeholdet.

### 3. Renseanlegg

Funksjonskravene for renseanlegg inngår som en del av det oppdraget som Sintef Energiforskning skal utføre for etatsprosjektet i forbindelse med veileder for bestilling av renseanlegg for vegtunneler. Denne veilederen vil i hovedsak være knyttet til krav om metoder og prosedyrer for dokumentasjon av renseseffekt.

Funksjonskravene vil bli knyttet mot:

- definert rensestasjon
  - luftgjennomstrømning
  - renseseffekt i partikler og vekt
  - renseseffekt og dokumentasjon
- 
- systemvirkningsgrad - sluttresultat for tunnelen med hensyn til rensing av luften
  - prosedyrer og utstyr for funksjonsprøving,
  - standard for dokumentasjon etter funksjonsprøving

### Krav til rensegrad

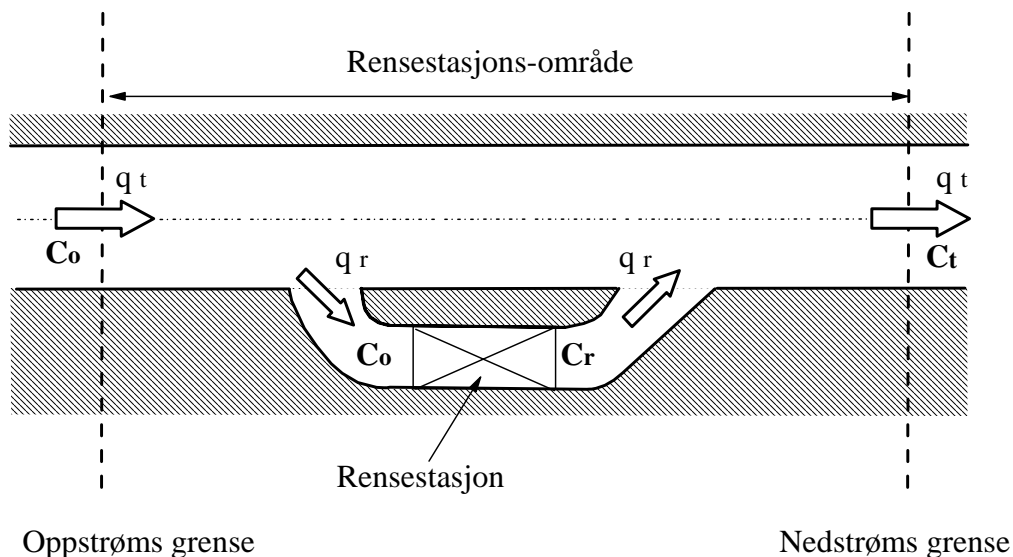
#### Generelt

Kravet som må stilles er at den luftmengden som strømmer gjennom tunnelen ( $q_t$ ) skal renses med en viss rensegrad. Denne rensegraden kan uttrykkes som:

$$E_t = 1 - \frac{c_t}{c_0}$$

hvor

- $c_t$  = støvkonsentrasjonen nedstrøms rensestasjonen
- $c_0$  = støvkonsentrasjonen oppstrøms rensestasjonen



*Definisjon av luftmengder og støvkonsentrasjoner.*

### Krav

Den garanterte rensegraden skal angis i anbudet, og vise rensegradene basert på utskilt masse ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) i de fraksjonene som er våre primære krav:

- $\text{Pm}_{2,5}$  (vekten av partiklene som er mindre enn  $2,5\mu\text{m}$ )
- $\text{Pm}_{10}$  (vekten av partiklene som er mindre enn  $10\mu\text{m}$ )
- $>\text{Pm}_{10}$  (vekten av partiklene som er større enn  $10\mu\text{m}$ )

Normalt vil følgende rensegrader for tunnelluften kreves:

- $\text{Pm}_{2,5}$  : = 75%
- $\text{Pm}_{10}$  : = 85%
- $>\text{Pm}_{10}$  : = 85%

Dette gjelder den totale luftmengden i tunnelen, ikke bare den andelen som går gjennom rensestasjonen.

For utfyllende beskrivelser av både funksjons- og tekniske krav tilhørende renseanlegg, vises til internrapport 2232 "Renseanlegg i vegtunneler – krav til metoder og prosedyrer for dokumentasjon av renseeffekt"



## 4. Ventilasjonsanlegg

### **Funksjonskrav**

Ventilasjonsanlegget skal være dimensjonert for å tilfredstille kravene til luftkvalitet i gjeldende retningslinjer for luftkvalitet. Det skal videre være dimensjonert for å kunne kontrollere en brann på h.h.v 5 / 20 MW, for tunneler med ÅDT under/over 10000.

### **Funksjonssikkerhet**

Funksjonssikkerhet er et mål på hvor stor sikkerhet ventilasjonsanlegget har for å overholdet funksjonskravet.

For å ta vare på funksjonssikkerheten i et ventilasjonsanlegg er det delt inn i normal drift og hendelser. I tillegg må de tekniske kravene ivaretas.

### **Normal drift**

Under normal drift styres ventilasjonsanlegget av den lokale automatikken i styreanlegget. Dvs. at start og stopp av tunnelviftene skjer med bakgrunn av gassmålere, siktmålerer der startgrenser og etterløpstider settes fra sentral styringssentral.

Ventilasjonsretningen kan velges på tre måter.

1. Fast ventilasjonsretning (asymmetriske vifter).
2. Vindretningsmåler(symmetriske vifter).
3. Gassmålere (symmetriske vifter).

### **Hendelser**

#### **Ved teknisk feil på styreanlegget (kommunikasjons evt. pls-feil).**

Ved kommunikasjonsfeil på lokalnettet i tunnelen eller ved pls-feil skal ventilasjonsanlegget fungere på følgende måte.

Ved gasskonsentrasjon over startgrense skal sensorene starte vifter i den viftegruppa som gassmåleren er koblet mot (forhåndsdefinert retning).

For øvrige funksjoner skal lokal automatikk i anlegget fungere.

Ved brann evt. Anna røykutvikling

Generelt skal ventilasjonsanlegget kunne styres ut ifra følgende prioritet.

Prioritet 1: Fra tavlefront i tavlerom.

Prioritet 2: Nødstyreskap ved tunnelmunning

Prioritet 3: Styringer fra VTS

Prioritet 4: Lokal automatikk i anlegget

### Funksjonskontroll

Før overtaking av et ventilasjonsanlegg må det utføres en omfattende funksjonskontroll. Kontrollen er omfattende då det er så mange funksjoner som skal testes.

Det enkleste er å starte i tunnelen med visuell kontroll av vifter, innfesting, kabler, kabelframføring, sikkerhetsbryter, starterutrustning etc. Videre testes styring fra tavlerommene i tunnelen, styring fra nødstyreskap, styring fra vs (retning, antall, prioritet, normal/feil situasjon etc).

### Lokal automatikk

Enkleste måten å teste ut den lokale automatikken er å utføre dette fra vs. Grenseverdiene kan da justeres slik at en får testet ønsket funksjon.

Det ligg inne i alle elektroanbud at entreprenøren skal overlevere "test-rapport". Selv om en får en slik rapport så bør byggherren sin representant kontrollere alle funksjoner selv for å være helt sikker på at alle funksjoner er ivaretatt og fungerer.

### Skyvkraft

Etter at alle ventilatorene er installerte i tunnelen, skal det gjennomføres kontroll av effektiv skyvkraft. Byggherren og leverandøren skal hver for seg velge ut en gruppe av impulsventilatorer for kontrollmåling. Effektiv skyvkraft fra hver ventilatorgruppe blir utregnet på grunnlag av differansen i statisk trykk mellom profil på begge sider av ventilatoren etter følgende formel:

$$2F_t = (\Delta p_{2-1} + \lambda \cdot l \cdot \Delta P_{\text{dyn}}/D) \cdot A$$

- $2F_t$  = effektiv skyvkraft fra ei gruppe a 2 vifter, (N)
- $\Delta p_{2-1}$  = målt trykkdifferanse mellom profil 1 og 2, (Pa)
- $\lambda$  = motstandskoeffisient i tunnelen mellom profil 1 og 2. Verdi ca. 0,025.
- $l$  = avstand mellom profil 1 og 2, (m)
- $\Delta P_{\text{dyn}}$  = endring i dynamisk trykk i målepunktene etter start av den aktuelle viftegruppen, (Pa)
- $D$  = hydraulisk diameter i tunnelen, m
- $A$  = Netto tunneltverrsnitt i målepunktene, m<sup>2</sup>

Målingene skal utføres på en strekning med konstant tunneltverrsnitt. Avstanden mellom de to profilene skal være minimum 100 meter med minst 80 meter avstand fra ventilatoren til målepunktet på trykksiden. Trykkdifferansen skal måles med en Testo 454 datalogger eller et tilsvarende presisjonsinstrument med differensialtrykksonde og funksjon for kontinuerlig registrering. Leverandøren kan kontrollere målingene med eget måleutstyr. Gjennomsnittlig netto skyvkraft skal utregnes på grunnlag av kontinuerlig trykkmåling i 5 minutt med stabil medvind på minimum 2 m/s. Stabile vindforhold skal sikres ved hjelp av andre vifter og stenging av tunnelen for all trafikk. Aktuell medvind under måleperioden skal utregnes på grunnlag av gjennomsnittsmålinger av vindstyrken i et profil minst 50 m oppstrøms viftegruppen.

For hver viftegruppe skal det gjennomføres trykkmålinger i 3 måleserier à 5 minutt. Dersom avviket mellom høyeste og laveste verdi utgjør mer enn 5%, skal det utføres to nye måleserier à 5 minutt og gjennomsnittsverdien skal utregnes på grunnlag av alle 5 målingene.

Dersom de utregnede gjennomsnittsverdiene for den første viftegruppen (etter korleksjon for tunneltverrsnitt, medvind, trykk og temperatur), er lik eller større enn garantert skyvkraft, kan måleprogrammet avsluttes og leveransen av impulsventilatorer aksepteres. Dersom gjennomsnittlig skyvkraft for de to kontrollerte viftene i gruppen ligg under den garanterte verdien i anbudet, skal det gjennomføres tilsvarende måleprogram for ei ny viftegruppe. Dersom denne gruppen oppnår garantert effektiv skyvkraft og gjennomsnittet av alle de fire kontrollerte viftene ligg over garantert effektiv skyvkraft, skal leveransen aksepteres utean flere målinger.

Dersom målingene viser at impulsventilatorene har mindre effektiv skyvkraft i tunnelen enn den garanterte verdien i anbudet, skal leverandøren sette inn tiltak for å øke skyvkraften. Tiltakene skal ikke medføre større energibruk eller øke støynivåene. I dette tilfelle skal leverandøren dekke alle kostnader med utbedring og ny prøvekjøring av ventilasjonsanlegget.

Dersom viftene etter justering ikke oppnår garantert effektiv skyvkraft innen 4 uker fra den første garantiprøven, kan byggherren kreve redusert kontraktsum eller at leverandøren tar viftene tilbake for ombygging eller utskifting uten kostnader for byggherren. Dersom dette skjer etter at tunnelen er åpnet for trafikk, skal en eventuell utskifting fordeles slik at minst 2/3 av viftene til en hvar tid er disponible for ventilasjon av tunnelen.

Dersom byggherren aksepterer impulsventilatorer med redusert skyvkraft, plikter leverandøren å levere ekstra ventilatorer inntil samlet garantert skyvkraft blir oppnådd.

#### **Det foreslås følgende tekniske krav:**

1. Lydnivået for impulsventilatorene skal ved drift i hovedretningen ikke overstige 85 dBA målt i 3 m avstand og i 45° vinkel i lengdeaksen av ventilatoren. Kravet gjelder både foran og bak ventilatoren. Referansepunktene for utmåling av den oppgitte avstand og vinkel er skjæringspunktet mellom lengdeaksen og utløpsflaten/innløpsflaten for ventilatoren. Ved reversering kan det aksepteres et tillegg på 3dBA i lydnivået i de samme målepunktene.
2. Alle motorene skal dimensjoneres for direkte start og kontinuerlig drift i 24 timer ved lufttetthet som kan komme over 1,30 kg/m<sup>3</sup> og tåle de store trykksvingningene som kan forventes i tunnelen. Motor og startutstyr skal dimensjoneres for minimum to startsykluser innenfor en periode på 5 minutt. Ved kontinuerlig drift i hovedretningene skal impulsventilatoren kunne starte i motsatt retning på mindre enn ett minutt.
3. Impulsventilatoren skal kunne fungere i minimum 15 minutt ved temperatur opp til 400°C og i minimum 60 minutt ved 250°C
4. Når 50% av ventilasjonsanlegget er i drift skal det gi minst 2 m/s. Måling skal skje ved å måle gjennomsnittet i profilet midt mellom to viftegrupper.

5. Skyvkraft ,viser til håndbok 021.
6. Effektiv skyvkraft fra hver ventilatorgruppe blir utregnet på grunnlag av differansen i statisk trykk mellom profil på begge sider av ventilatoren etter følgende formel:

$$2F_t = (\Delta p_{2-1} + \lambda \cdot l \cdot \Delta P_{\text{dyn}}/D) \cdot A$$

- $2F_t$  = effektiv skyvkraft fra ei gruppe a 2 vifter, (N)  
 $\Delta p_{2-1}$  = målt trykkdifferanse mellom profil 1 og 2, (Pa)  
 $\lambda$  = motstandskoeffisient i tunnelen mellom profil 1 og 2. Verdi ca. 0,025.  
 $l$  = avstand mellom profil 1 og 2, (m)  
 $\Delta P_{\text{dyn}}$  = endring i dynamisk trykk i målepunktene etter start av den aktuelle viftegruppen, (Pa)  
 $D$  = hydraulisk diameter i tunnelen, m  
 $A$  = Netto tunneltverrsnitt i målepunktene, m<sup>2</sup>

7. Det skal legges ved tegninger som viser konstruksjon og festeutstyr for ventilatorene. Leverandør skal kontrollere at ventilatorene får plass innenfor de aktuelle tunneltverrsnittene som er vist på tegningene.
8. Atmosfæren i tunneler er korrosiv på grunn av at nitrøse gasser i eksosen blir oppløst i vann og vanndamp. Alt stål skal derfor være varmforsinket med minimum 60 µm etter at de enkelte delene er ferdiglaget. I tillegg skal alle ståldeler vernes mot korrosjon med et 100 µm lag tørrfilm eller annet korrosjonsvern med tilsvarende levetid(metallisering).
9. Impulsventilatorene skal leveres med en 4 meter lang funksjonssikker bevegelig kabel(IEC 332-3 og IEC 331). Kabelen skal være ferdig tilkoblet viklingene på motoren uten utvendig koblingsboks på motor eller viftehus.
10. Kabelen skal ha 3 faser +jordledning og skal dimensjoneres for direkte start og kontinuerlig drift.
11. Alle motorer skal oppfylle kravene etter isolasjonsklasse F og ha tetningsgrad etter minimum IP 55.
12. Det skal være drenshull i statorhus og eventuelt andre steder der det kan være fare for oppsamling av kondensvann.
13. Impulsventilatorene skal ha påmonterte vibrodempere.
14. Det skal leveres montasjeramme for montering av impulsventilatorene.
15. Med leveransen skal det medfølge bolter for feste av impulsventilatorene mot montasjerammen.
16. Med vifteliveransen skal det leveres montasjevugge som passer til impulventilatoren.
17. Forlegningsmåte for tilførselskabel
  - Rør/sand fra styretavle til viftene.
  - Kabelbru fra styreskap til viftene.

18. Tilførselskabler til tunnelviftene forlagt på bro skal være funksjonssikre. Type:BFSl Cenelec typebetegnelse NO-N1T4Z1CZI-R-S ,IEC 332-3 og IEC 331 eller tilsvarende kabel.
19. Tilførselskabler forlagt i bankett fram til tunnelviftene og i rør uten beskyttelse opp i hengen. skal være halogenfri kabel type IFSI.
20. Tilførselskabler forlagt i bankett fram til tunnelviftene og i rørbeskyttelse bak PE-skum og betong opp i hengen, skal være vanlig installasjonskabel type PFSP.

## 5. Lysanlegg

Vegtunneler skal belyses med hensyn til sikkerheten og trygghet for trafikantene. Belysningens primære formål er å oppnå best mulig trafikksikkerheten igjennom hele vegtunnelens lengde.

De lystekniske krav for alle typer og klasser av tunneler er definert i håndbok 021.

Belysningens primære formål er å sikre trafikksikkerheten ved å belyse alle viktige objekt igjennom hele vegtunnelens lengde.

Utifra dette stilles det lystekniske krav til belysningen, om dagen og om natten med definisjoner av soner og luminans.

Tunnelen deles opp i innkjøringszone, overgangssoner, indre sone, utkjøringszone. I disse sonene stilles det krav til vegbaneluminans som funksjon av adapsjonsluminansen ute i det fri, hastighet og trafikkmengde.

### **Funksjonskrav.**

#### Ønske og mål for belysning i tunneler.

Belysningen kan bestå av sammenhengende lyskilder som trinnløst justeres opp og ned i forhold til lysnivået ute. Dette for å unngå mørke felt som fører til flimrer.

Belysningen skal kunne trinnløst dimmes ved lavtrafikk perioder, for energisparing. Det skal kunne dimmes/økes individuelt i forhold til soner med varierende trafikksikkerhet. F.eks. før en avkjøringsrampe o.l..

Belysning med dimming, vil spare kabling, fordi samme kabel brukes uansett belysningsnivå. Det er krav om egen kurs for nødlys, men hvis kabelforlegningen kan sikres ved brann vil sikkerheten bli ivaretatt.

Kabelbru med funksjonssikkerhet, eller skjult forlegning av trekkerør bør benyttes. Kabler til installasjoner i tunnel tak kan forlegges i taket i sin helhet uten å gå via bankett.

Nødlysarmaturene skal ikke kunne kortslutte sikringskursen ved brann. Armaturene som blir utsatt for brann, skal ikke føre til utkoblinger av andre armaturer fra samme kurs.

#### **Lavtrafikkerte tunneler (A+B):**

Nivået på nattbelysningen bør være minimum 0,5 - 1 cd/m<sup>2</sup> for alle lavtrafikkerte tunneler. Belysningen bør være hvit lys for eksempel lysstoffrør, QL lamper og NaH. Farge temperatur skal være likest mulig naturlig lys, samt vise alle farger uten forvrengning. Jevnheten for tunnelbelysningen skal ha en faktor på 0,4 eller bedre og skal ikke ha flimrer effekt.

Daglyset i inngangs og overgangssoner forsterkes med maksimalt 2 effekt typer (250W og 400W) av NaH armaturer. Belysningen skal alltid midtplasseres.

Belysningen skal være tilstrekkelig, slik at førerne ikke føler overgang fra utside til innkjøring i tunnelen ubehagelig.

Nattlys armaturene skal normalt ha en lysfordeling som er symmetrisk i z-,x- og y akse av tunnelen.

God sikt inn i- og ut av tunnelen skal ivaretas under alle værforhold. Belysnings nivået skal ha jevn reduksjon til grunn belysningen uten at bilistene får problemer med iris og fokusering.

### **Høytrafikkerte tunneler (C-F):**

Nivået på nattbelysningen skal være minimum 2 – 4 cd/m<sup>2</sup> for ÅDT >20.000, dette kravet bør også gjelde for ÅDT < 20.000. Det anbefales høyere lysnivå fordi erfaringen er at støv og tilsmussing legger seg på glasset.

Videre er det lang levetid på lysrørsarmaturer og QL-lamper, derfor kan man utsette gruppeskift utover økonomisk levetid.

Belysningen skal alltid midtplasseres. Lyset skal tilpasses tunnelens utforming (bestanddel) og bekledning.

Inngangssoner og overgangssoner skal variere i lengde, i forhold til hastighet (km/t) og antall kjøretøy (ÅDT). Lysnivået i disse sonene varierer i forhold til hva adaptasjonsluminansen er målt til utenfor tunnel munningene, men det regnes ikke med luminanser under 1000 cd/m<sup>2</sup> og ikke over 10 000 cd/m<sup>2</sup>. Lysnivået i inngangssoner skal være 5,0 % av målt adaptasjonsluminans. Lysnivået i overgangssone 1 og overgangssone 2 skal være henholdsvis 1,0 % og 0,2% av målt adaptasjonsluminans.

Belysningen i tunnelen skal ha farge temperatur likest mulig naturlig lys, samt vise alle farger uten forvrengning. Blending og direkte motlys skal ikke forekomme. Lyset skal oppleves naturlig. Belysningen skal være tilstrekkelig, slik at førerne ikke føler overgang fra utside til innkjøring i tunnelen ubehagelig.

Jevnhet på tunnelbelysning er meget viktig og den skal ikke ha faktor mindre enn 0,4 - 0,5 gjennom hele tunnelens lengde. Det skal ikke forekomme flimrer og mørke soner. Det skal tilstrebes at alle typer kjøretøy har samme lysforhold gjennom tunnelen.

Nattlys armaturene skal normalt ha en lysfordeling som er symmetrisk i z-,x- og y-akse av tunnelen.

God sikt inn i- og ut av tunnelen skal ivaretas under alle værforhold. Belysnings nivået skal ha jevn reduksjon til grunn belysningen uten at bilistene får problemer med iris og fokusering.

Belysningen skal kunne dimmes ved lavtrafikk perioder, for energisparing. Det skal kunne dimmes/økes individuelt i forhold til soner med varierende trafiksikkerhet, f. eks. før en avkjøringsrampe og lignende.

Lysstoffrør kan dempes til ca. 15% av fullt lysnivå, mens høytrykksnatrium lampen kan dempes til ca.50% av fullt lysnivå.

Det skal være egne kurser for nødlys i tunnelen. Hver fjerde, evt. femte nattlysarmatur i tunnelen skal være tilkoblet nødlys kurs. Kabelen til nødlys skal være av brannsikker utførelse eller være brannsikkert forlagt.

## Tekniske krav

### Armatur.

Lampene (lysrør, NaH-lampe og QL-lampe) skal minimum ha 4 års levetid med garantert økonomisk lysutbytte på 80% (lystilbakegang) og garantert maksimalt utfall på 1% for hele anlegget i lampenes levetid. Det skal brukes super eller plus NaH lamper, som gir ca.15% bedre lys og er mindre avhengig av nettspenning.

Det er stor variasjon på kvalitet og produksjons seier fra den enkelte produsent. Det anbefales å sjekke produksjon og serie opplysninger med leverandøren.

Det kan også nevnes at Thorn har en prøve på dobbel brennstav (2 lys kilder i samme lampe) i NaH lamper.

### Forkobling.

Forkoblingsutstyr (elektrodel) for både NaH- og lysrørarmaturer skal kunne skiftes uten å benytte verktøy, og innvendige komponenter skal være berøringssikre.

Forkoblingsutstyret skal ha så høy kvalitet at det ikke vil forekomme utfall før lampens garanterte levetid, men det bør tilstrebes driftstid > 25 000 t. Utstyret skal være sikret med automatsikring.

### Materiale og koblinger.

Alle utvendige deler på armaturene skal være i rustfritt stål eller sjøvannsbestandig aluminium. Nattlys armaturene skal ha varig tetthetsgrad minimum IP 65. Alle andre armaturer skal ha minimum IP 65, samt være utstyrt med støvtett pustefilter. Inn- og utføringsnipler for kabel, skal være tilpasset for kabel med diameter fra 15 til 29 mm. Nipler skal ha strekkavlastning, samt tåle bend uten å svekke tettingen. Membranen skal kunne tåle en temperatur på 180°C og ha minimum IP 68.

Armaturene skal være enkle å vedlikeholde. Ved bytting av lamper skal armaturen være utført slik at man ikke behøver å benytte verktøy. Hele elektrodelen (forkoblingsutstyret) skal være uavhengig av lampen, den skal være montert på en montasjeplate.

Armaturene skal ha hengslet herdet glass som kan tas av uten bruk av verktøy. Hengslene skal være syrefaste og skrudd med syrefasete skruer. Hvis glasset har ramme, skal denne være syrefast og hengsler være skrudd fast ikke bruk av poppnagler. Pakning mellom glass og armaturkropp skal være av et materiale som gir varig elastisitet, tetting og ikke kleber. For å unngå mulig korrosjon anvendes pakning mellom armatur og opphengsbrakett.

Optikken skal kunne skiftes ut uten bruk av verktøy.

Armaturene skal ha ballansert vektfordeling i forhold til opphengsfestet. Alle armaturer skal ha varig og godt synlig (etter montering) symbol for lampe type.

Merking av armaturene skal ha varig og synlig merking med inntil 9 tegn for eksempel "D1-T1-320".

Alle armaturer skal ha intern viderekobling mellom inn og utgående kabler og tilkoblingsklemme for 2 x 4 x 10 mm<sup>2</sup> +P Cu.

Armaturene skal ikke avgi eller oppta påvirkning av radiostøy, jfr. EMC-direktiv.



Armaturene skal ikke kunne kortslutte sikringskursen ved feil på forkoblingsutstyr eller utfall av lampe. Det skal være full selektivitet i forsyningen, fra fordeling til armatur. Armaturene skal ha intern automatisk utkobling ved feil på lampe og elektrodel (forkoblingsutstyr) "cut off". Det er viktig at bergning for ivaretagelse av selektivitet utføres riktig. Erfaring fra anlegg viser at armatursikringen er for liten, slik at denne utløses ved utenforliggende og interne korte overspenninger. Startstrømmen for armaturene skal ikke overskride 5 ganger driftsstrømmen og tenningsforløpet skal ikke vare lenger enn 5 min..

### **Kabel.**

Alle kurser skal være trefaset. Nødbelysningen skal ha brannhemmende kabel type BFSI eller tilsvarende. Alle andre kabler skal være halogenfrie. Alle kabel leveranser skal tilfredstille gjeldende europeiske krav.

Alle tilførsler bør tilstrebes brannsikkert forlagt. Belysningen må ha tilstrekkelig med tilførsler slik at belysningen opprettholdes selv om 1 til 2 kurser på samme trinn skulle falle ut samtidig. Belysning i rømningstverrslag må belyses fra kurser i begge løp slik at brann i det ene løpet ikke forårsaker totalt lysutfall.

### **Flimmer.**

For å unngå ubehagelig flimmerpåvirkning fra armaturene må man ikke montere armaturene i en fast avstand som gir frekvens ved passage, som ligger mellom 2,5 og 15Hz.

D.v.s. at avstanden mellom armaturene ved forskjellige hastigheter skal ligge utenfor områdene angitt nedenfor.

Hastighet	Armatravstand som gir flimmer
50 km/t	0.9 m ---- 5.6 m
60 km/t	1.1 m --- 6.7 m
70 km/t	1.3 m --- 7.8 m
80 km/t	1.5 m --- 8.9 m
90 km/t	1.7 m --- 10 m

### **Styring av belysning.**

Belysningen skal styres automatisk av analoge (4-20mA) luminans- eller fotoceller i hver dagsone/ende med luminansområde fra 0-20.000 lux.

Den nødvendige lysmengde i innkjørings- /overgangssonene er bestemt av adaptjonsluminansen. Når den målte verdien over- /underskrider en av de verdier som er satt, hvor et tilleggstrinn skal inn- /utkobles skal det sendes et styresignal.

For å unngå at tilleggstrinnene blir inn- /utkoblet på grunn av kortvarige endringer i belysningen, f.eks ved drivende skyer, skal koblingen skje ved en viss tidsforsinkelse, som skal være justerbar.

Innkoblingen kan f.eks tidsforsinkes 5 min og utkoblingen 10min. Nivået for inn- og utkobling for evt, tilleggstrinn skal kunne justeres individuelt uten å endre innstillingen av de andre trinnene. Fordi adaptjonsforholdene ute er forskjellig ved de 2 innkjøringene skal også lyset her kunne styres uavhengig av hverandre.

Belysning skal kunne styres og ha følgende prioritert rekkefølge som følger:

Tavlefront i skapet belysningen blir forsynt fra. Hvis tunnelen har flere forsyninger skal alle ha betjening. Merke tekst øverst på skapdør skal være " Belysning" og "Trinn nr. " hvis det er flere skap for belysning. Styringen skal kobles direkte mot kontaktorene og være uavhengig av styresystemet/PLS.

Betjeningen skal ha følgende:

Vri brytere med merking på plate under bryteren, hvor tekst med funksjon leses i bryterens stilling.

- Auto - Lokal (pr.trinn)
- På - Av (pr. trinn)

Kontroll lamper. ( max. 24 V eller lysdiode)

- På (grønn)
- Feil (rød) Skal indikere sikringsutfall og feil ved styringen.

Timeteller for alle trinn med 5 siffer og (nedsunket) bryter for reset.

Display med lux verdi og funksjonsknapper som viser de trinn satte verdiene. Verdiene skal enkelt kunne stilles, etter at passord eller liknende logges inn.

## 6. Pumpeanlegg

### Krav

Dets ettes krav til hvordan pumpeanlegget skal fungere og hvilken virkning systemet skal ha. Funksjonen skal alltid være beskrevet i anbuds- og byggebeskrivelser, men det er like viktig å få frem forståelsen for funksjonskravet og få synliggjort dette ovenfor drift og vedlikeholdsorganisasjonen.

Funksjonskravene skal skrives inn i de fremtidige D&V instruksjer.

### Pumper – i undersjøiske tunneler

I normal driftssituasjon er det bare lekkasjevann som renner inn til pumpekamrene. Kravet til et pumpeanlegg i en undersjøisk tunnel er å sikre at alt lekkasjevann blir pumpet ut av tunnelen.

Ved dimensjonering av pumpeanlegget skal en ta hensyn til lekkasjemengden. Pumpeanlegget skal ha tilstrekkelig kapasitet for å ta hånd om innlekkasjevannet. For å takle en unormal driftssituasjon skal pumpene ha en reservekapasitet på 50%. Det skal tilrettelegges plass for montering av en ekstra reservepumpe.

Likeledes skal forholdene legges til rette for en senere evaluering og fornying av pumpestasjonen.

En pumpe skal alene i en nød situasjon kunne dekke anleggets utpumpings- kapasitet.

Det skal stilles krav til at pumpene skal kunne gå kontinuerlig og være dimensjonert for direktestart.

Lokal utrusting skal sikre alternerende drift på pumpene (alternativt etter drifts tid). Denne automatikken skal manuelt kunne overstyres fra overordnet styre- og overvåkingssystem.

Pumpene skal starte og stoppe automatisk, styrt av nivået i pumpeumpen. Ved høgt og lavt nivå (med fare for tørrløping), skal det gis alarm. Nivåmåler vil bli dubleret med nivåvipper for kritisk høgt og lavt nivå. Pumpene skal ha separate start og myk stopper, men de skal kunne starte og stoppe samtidig. På grunn av store trykk forskjeller i pumpeledningen ved start og stopp skal det etableres en dempingsanordning. Pumpene skal fjernovervåkes og fjernstyres ved hjelp av et PC-basert driftskontrollanlegg som for øvrig også betjener andre tekniske installasjoner i tunnelen (eventuelt andre anlegg).

Styringen av pumpene skjer med PLS fra automatikkskap. PLS- styringen muliggjør optimalisering av el.kostnader for tunnelanlegg som helhet.

De elektriske installasjoner i pumpestasjonen skal plasseres/monteres så høgt som mulig ut ifra praktiske hensyn, samtidig som de skal være vedlikeholdsvennlig plassert. Dette for at pumpene skal ikke settes ut av drift ved uforutsett overbelastning av nød bassenget.

**NB.**

Ved bruk av store pumper med stor effekt, men med forholdsvis kort utpumpingstid kan det være ønskelig å legge begrensninger for når på døgnet pumpene skal være i drift. (Størrelse og tilpassing av nød bassenget er avgjørende her)  
I en situasjon hvor en gjør bruk av dagpumper som pumper kontinuerlig er dette uaktuelt.

Eksempler på dette: (kap. sees i sammen med styring og overvåking!)

Tidsrommet 23.00 - 07.00:

Ingen restriksjoner d.v.s. at om nødvendig kan alle pumper gå samtidig.

Tidsrommet 07.00 - 23.00:

Ved 50 % last på ventilasjonsanlegget kan f.eks. 1 pumpe være i drift.

Ved større last må pumpene stå.

Dette innebærer at pumpeanlegget må dimensjoneres for at innlekket volum i 16 timer (07.00 - 23.00) pumpes ut innenfor en begrensning på 8 timer. (23.00 - 07.00) av 1 pumpe.

**Pumpeledning**

Det kreves pumpeledninge(r) for utpumping av alt lekkasjevann i tunnelen. Pumpeledningene skal til enhver tid være funksjonssikker.

Kvaliteten på pumpeledningen skal være av slik kvalitet at den tåler både vannkvaliteten og vanntrykket i ledningen.

Pumpeledningen skal være tilgjengelig for inspeksjon med video kamera.

**Nød basseng**

Bassenget skal dimensjoneres etter tunnelens innlekkasje, pumpeløsning, tid og sikkerhets nivå. Det er kun nødvendig med et "større" nød basseng plassert i tunnelens lavbrekk. Plasseringen må ta hensyn til det fremtidig vedlikehold, slik at en lett kan komme til med tynge vedlikeholdsutstyr (slamsuger m.m.).

Innlekkasjevannet skal kunne separere farlige/uønskede stoffer på en funksjonssikker måte. Vannet må passere en stengeanordning før det til slutt renner inn til pumpekammeret.

**Sandfang/oljeutskiller/sedimenterings kammer**

Plasseres i mellom dremsledning og innrenning til nød basseng Utløpet fra sandfang/sedimenterings kammer må legges lengst mulig vekk fra inntaket til pumpekammer slik at vi får renest mulig vann. Ved utforming av sedimenterings kammer må en ta hensyn til både kapasitet samt hvordan det ordinære renhold blir utført. Sedimentert slam skal lett og praktisk bli fjernet !

Sedimenteringskammerene må være utformet med bunnseksjoner som skal være tilgjengelige for slamsugingsutstyr.

Seksjonene må videre ha montert trykklufttrør, slik at en kan få løst opp det sedimenterte slammet ved å tilføre trykkluft. Det skal være nødvendig tilgjengelighet i/ved pumpeasjonen for kjørbart materiell (slamsuger) for utførelse av arbeidsoperasjonene.

Over sedimenteringsbassenget kan der være repo med mantel hull. Størrelsen på disse skal være utformet slik at vedlikeholdspersonell får god oversikt over arbeidet som pågår, samtidig som kommunikasjonen skal være god, og at nødvendige redningsoperasjoner kan utføres funksjonssikkert. Utforming skal for øvrig tilpasses det ordinære drift og vedlikehold.

Det må kunne etableres en by-pass ledning eller en stenge anordning av innlekkasje vannet. I taket over sedimenterings kammeret må det etableres innfesting/skinne for løfteutstyr til bruk ved arbeid (slamsuging) og i akutte nød situasjoner. Det skal etableres nødvendig gang bru/platting, godkjente stiger og lys i sedimenteringskammeret. Det bør etableres uttak for spylevann ved slamkammer samt til rengjøring/spyling av driftspersonell etter behov.

### **Pumpekammer/rom**

Inntaket til pumpekammer skal ligge lengst mulig vekk fra utløp fra slamkammer. Størrelse og utforming skal tilpasses valgte pumpeanlegg, dykkpumpe med motor og pumpe neddykket, halv våt oppstilt pumpe med motor på det tørre å pumpe neddykket, tørroppstilt pumper plassert på repo over nød bassenget eller tørroppstilt pumpe plassert i eget kammer på nivå med i nød bassenget.

Alle elektriske installasjoner skal plasseres så høgt som praktisk mulig og ut i fra generell vedlikeholdsvennlighet. Generelt skal styreskap være plassert i ventilerte og oppvarmete rom.

I en unormal drifts situasjon må tunnelens dreneringen klare å takle all innrenning. Det samme må en forlange av både sedimenterings kammer og det øvrige pumpeanlegget. Ved vask må forholdene må legges til rette slik at mest mulig av vaske vannet bli samlet opp via en feiemaskin. Oppsamlet vaske vannet skal ikke under noen omstendigheter føres tilbake via drenering og ned vi i nød bassenget.

### **Deponi av forurenset vaskevann**

Det må legges til rette for at det forurensete vaske vannet ikke renner ukontrollert ut i det fri, ei heller ikke inn i det offentlig kloakksystem. En bør anlegge et eget slam- deponi i eller i forbindelse med tunnelen.

### **OBS !!!**

**Se ellers vedlagte samleskjema på funksjonskrav og sikkerhet !!!**

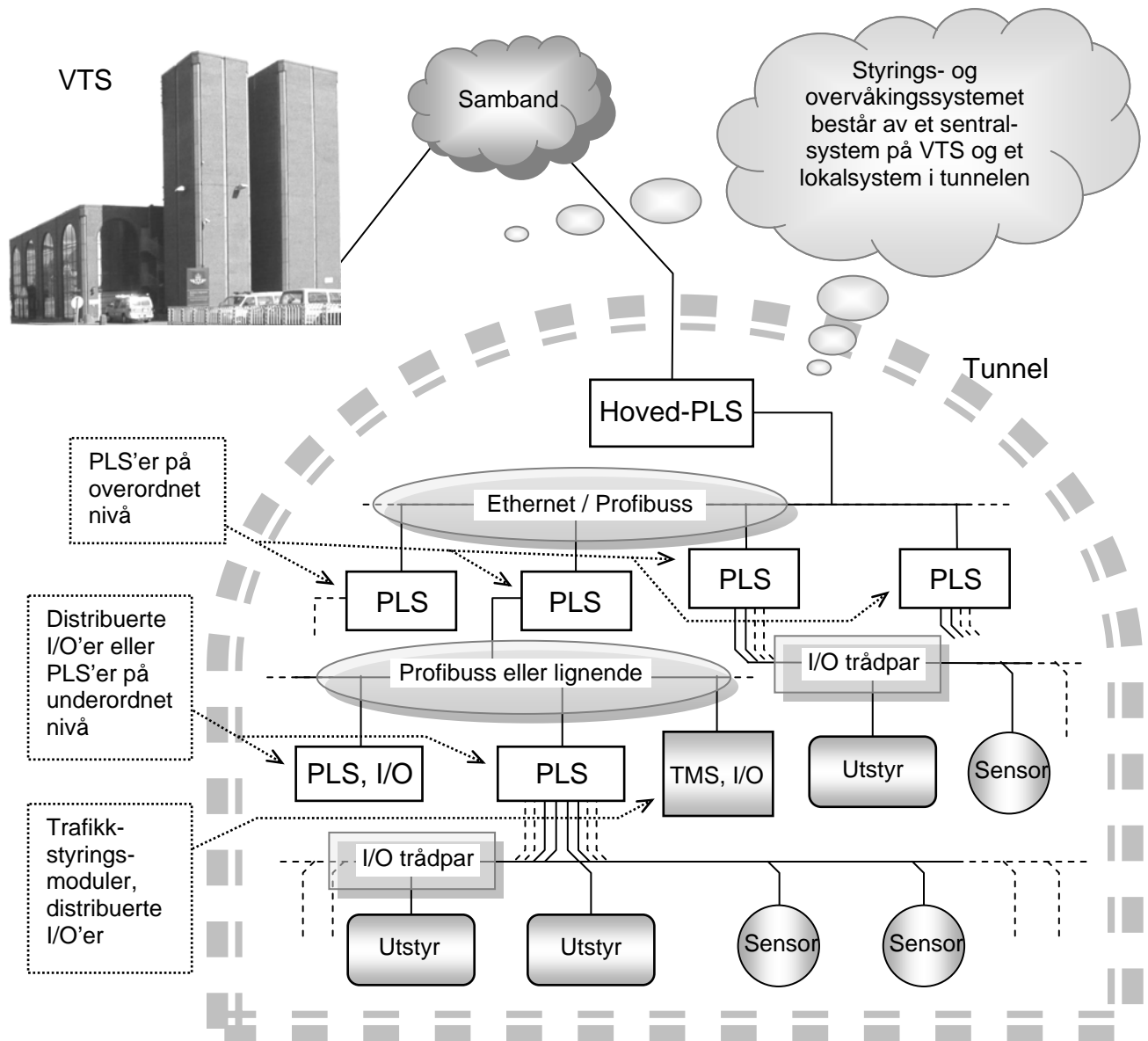
## 7 Styrings- og overvåkingsanlegg

Innhold:

7.0 Generelt .....	21
7.1 Sentralt styresystem.....	22
7.2 Trafikktekniske installasjoner .....	22
7.2.1 Styrbare installasjoner .....	22
7.2.2 Styreskap - utstyr i skap .....	23
7.2.3 Bommer .....	23
7.2.4 Faste innvendig belyste skilt .....	25
7.2.5 Mekanisk variable skilt .....	26
7.2.6 Optisk variable skilt .....	26
7.2.7 Standard trafikksignalhoder .....	28
7.2.8 TV-overvåking .....	28
7.2.9 Kjørefeltssignaler.....	29
7.2.10 Trafikktelling, køvarsling, tilfartskontroll.....	30
7.2.11 Høydebegrensning.....	31
7.3 Styringssentral.....	33
7.3.1 Systemets funksjonssikkerhet .....	33
7.3.2 Det lokale styresystemets omfang og funksjoner.....	33
7.3.3 Merking og koding .....	37
7.3.4 Kommunikasjon .....	46
7.3.5 Trafikk.....	49
7.3.6 Belysning.....	49
7.3.7 Ventilasjon .....	49
7.3.8 Andre installasjoner.....	50
7.3.9 Styreapparatet (SSA) og fysisk grensesnitt .....	50
7.3.10 Nødstyreskap.....	51
7.3.11 Styring og overvåking i fordelinger .....	51
7.3.12 Styring og overvåking av tunnelbelysningen .....	52
7.3.13 Belyste skilt.....	53
7.3.14 Styring og overvåking av ventilasjonen .....	54
7.3.15 Styring av partikkelrenseanlegg.....	55
7.3.16 Overvåking og styring av sikkerhetsutrustninger.....	57
7.3.17 Styring og overvåking av øvrige installasjoner.....	59
7.3.18 Styring og overvåking av trafikktekniske installasjoner .....	60
7.3.19 Funksjoner i Master.....	66
7.3.20 Funksjoner i styreapparatene.....	67
7.3.21 Øvrige funksjoner.....	67
7.3.22 Byggherrens egne programmeringsmuligheter .....	68
7.3.23 Krav til sikkerhet og pålitelighet.....	68
7.3.24 Meldinger til VTS .....	69
7.3.25 Overføringer av analoge måleverdier til VTS.....	70
7.3.26 Krav til systemets respons.....	70
7.3.27 Uttesting - Omfang.....	71

## 7.0 Generelt

Et styrings- og overvåkingssystem har som formål å formidle kommandoer og meldinger fra autorisert personell til styrbare enkeltinstallasjoner eller grupper av utstyr i tunnel. I retur skal systemet formidle bekreftelse på om kommandoene er utført og gi meldinger om status på de enheter som styres. Det skal loggføre driftstimer på enheter og komponenter som inngår i et vedlikeholdsprogram. Systemet skal overvåke alle målbare tilstander i installasjonene ute, og ved feil på disse skal systemet generere alarmer eller feilmeldinger som sendes opp til aktuelt kontrollnivå. Styrings- og overvåkingssystemet skal også overvåke dets egne funksjoner og enheter, og ved feil på disse eller kommunikasjonen mellom dem, sendes det spesifikke alarmer om dette til toppsystemet på vegtrafikksentralen (VTS).



## **7.1 Sentralt styresystem**

- Skal ivareta styring og overvåkning av et eller flere tunnelanlegg.
- Systemet skal være logisk oppbygget.
- Systemet skal være redundant (f.o.m. tunnelklasse C) slik at driftsstans unngås. Skal gjelde alle ledd i systemet.
- Alarmer og hendelser defineres på 2 nivåer, hvor nivå 1 er høyt prioritert, nivå 2 defineres som ordinær tekstmelding. Alle alarmer og hendelser sendes / overføres fra lokalt styresystem.
- Varsling av alarm- og hendelsesmeldinger bør ikke virke stressende eller avbrytende for operatørene, men skal fange oppmerksomheten.
- Kvittering/avstilling av meldinger skal operatøren enkelt utføre. Gjentakelser av avstilte meldinger skal ikke forekomme.
- Alarmer- og hendelser skal automatisk overføres i en database med søke-, utskrifts- og sendemulighet.
- Feilrettet/utførte meldinger skal enkelt kunne avvikles i databasen, men lagers i historikken.

## **7.2 Trafikktekniske installasjoner**

### **7.2.1 Styrbare installasjoner**

#### Funksjonskrav

For styrbare trafikktekniske installasjoner som inngår i trafikkestyringssystemet for tunnelanlegget, gjelder følgende:

- Ved feil på overordnet system skal siste posisjon opprettholdes.
- Alle objekter skal kunne styres for seg og skal gi egne tilstandsmeldinger, alarmer og feilmeldinger til overordnet styresystem.
- Generelt skal alle styrbare objekter kunne styres av lokal styringsenhet selv om forbindelse til resten av styresystemet brytes.
- Generelt skal alle enheter som inngår i trafikkestyringen, kunne styres lokalt på et helt manuelt nivå. Dette må vurderes konkret i hvert enkelt tilfelle.

Det forutsettes en utgang for hver tilstand en installasjon kan ha. Som tilbakemeldinger (innganger) forutsettes en tilbakemelding fra hver enkelt slutttilstand. Ved eksempelvis et skilts veksling fra tilstand 1 til tilstand 3 via tilstand 2, skal det ikke gis tilbakemelding til overordnet styresystem fra tilstand 2. Ved setting av en utgang (kommando) overvåkes tilbakemeldingen fra installasjonen. Kommer ikke riktig tilbakemelding innen en bestemt tid (f.eks. 5 sek.), meldes det feil. Skulle tilbakemeldingen komme for deretter å falle uten at ny kommando er gitt, meldes det feil på installasjonen. Feilmelding skal bli stående til feil er rettet uavhengig av installasjonens posisjon. En kommando blir stående så lenge tilstanden skal opprettholdes (Disse forhold ivaretas av SSA styreenhet)



Dersom det installeres egen PLS for styring av installasjonene, skal hver posisjon ha sin individuelle I/O.

Ved bruk av plugger på kabel mot installasjoner skal det velges konsekvent pinnenummerering for ensartede installasjoner.

## **7.2.2 Styreskap - utstyr i skap**

### Funksjonskrav

Alle funksjoner (status og posisjoner) for de enkelte installasjonene skal kunne styres/overvåkes direkte fra lokalt styreskap. Det skal være en tidsbegrenset vender pr. skilt med posisjoner auto, pos 1, pos 2, pos 3.

Miljøkrav

### Funksjonskrav

Konstruksjoner som kan medføre fare for kondens, skal ha et system for selvventilering og drenering. Oppvarming må da også vurderes.

Merking

### Funksjonskrav

Alle trafikktekniske installasjoner skal merkes med installasjonsnummeret som skal være leselig fra vedlikeholdskjøretøy.

Jording

SSA skap må utstyres med grovvern, mellomvern og finvern. Grovvern og mellomvern etableres for lavspentforsyningen (230/400V). I utstyr utenfor skap skal det ikke være forbindelse mellom referansejord (for elektronikken) og beskyttelsesjord (PE).

Det etableres samlepunkt for elektronikk jording og et separat, riktig dimensjonert samlepunkt for beskyttelsesjord på lavspenning.

Busskabelelens kappe/skjerm skal kun forbindes i én ende for å unngå jordsløyfe. Forbindelse skal være i den enden som er nærmest en fordeling/hovedfordeling. Der hvor det finnes flere kraftforsyninger i samme skap skal, disse ha samme referansejord. Skinne for referansejord skal ha en lask mot PE skinne i skapet. Denne lasken bør ha en sperre for ledning av overspenning mot referanseskinne.

### **7.2.3 Bommer**

#### *Generelle Funksjonskrav*

Installasjonen skal fungere døgntkontinuerlig under alle stedlige forhold. Det må tas spesiell hensyn til vind og isdannelse. Bommen må være dimensjonert for montering av skilt og blinklamper på bomarmen.

Installasjonenes tekniske levetid skal være minst 15 år, basert på at de forskrevne vedlikeholdsrutiner følges

Installasjonen skal ikke trenge mer enn 2 servicetilsyn i året, og hver service skal kunne utføres på 60 minutter. Installasjonen skal ha så få bevegelige deler som mulig.

Bommens tid på å bevege seg fra en posisjon til neste posisjon skal ikke overskride 10 sek. Det kreves tilbakemelding både ved bommens bevegelsestart og sluttposisjon.

Fundament/feste for bomstyreskap

#### *Funksjonskrav*

Fundament eller egnet veggfeste skal gi en stabil og varig forankring av installasjonen i hele dens levetid.

Detektering av kjøretøy

#### *Funksjonskrav*

For alle bommer skal det forefinnes et deteksjonssystem som hindrer at bom kan treffe kjøretøy. Kravet kan avvikes i gjennomkjøringsnisjer m/ varmekabel.

Markeringer (Skilt 904 og 908)

#### *Funksjonskrav*

Det skal benyttes godkjent refleksfilm, type 3 (Diamondgrade). Skiltplaten skal festes varig og individuelt (popnagler eller lignende) med korrosjonsbestandig festemateriell uten gjenger.

Bomhus - størrelse

#### *Funksjonskrav*

Bomhusets størrelse tilpasses de lokale forhold. Det skal tas spesiell plasshensyn til rotasjon av bomhus ved påkjørsel. Utløsermekanisme skal enkelt kunne resettes/erstattes.

Mekanisk styrke

Funksjonskrav

Bomarmene, med påmontert utstyr, må være tilstrekkelig sterke til å motstå vibrasjoner og vindkrefter og normal bruk av bommene under de aktuelle lokale forhold, slik at ingen deler av systemene kan løsne og falle ned på trafikkareal.

Bommene skal ha en slik utførelse at de ved påkjørsel forvolder minst mulig skade på kjøretøy og at vitale deler i bomsystemet ikke blir skadet.

Varselblink, "løpende gult blink" på bom

Funksjonskrav

Bomarmene skal utstyres med signallykter for varsling av trafikanter.

Som gult varselblink skal benyttes impulslykter av type LED. Signalene skal ved aktivering ha et fast gult bakgrunnslys. Signallysene skal ha individuell krafttilførsel. PVC-basert kabel utendørs skal være UV-beskyttet.

Signalhodene skal monteres på individuelle festebraketter som gir mulighet for horisontal justering av signalhodene.

Spesielle funksjonskrav til bom og bomstyring

Funksjonskrav

Ved manuelt kontrollert styring av bommene skal bommene kunne stoppes hvor som helst underveis til ny posisjon. De skal da kunne returneres tilbake til utgangsposisjonen.

Bommene skal kunne beveges mellom alle posisjoner ved bruk av manuell kraft. Når manuell kraft benyttes, skal maskinell kraft kobles ut automatisk.

Varselblink på bomarmer skal som hovedregel styres og overvåkes av det overordnede styringssystemet som separate installasjoner. Blinkfunksjonen og "løpende gult" funksjon skal ivaretas av bomleverandør

Det skal være givere for endeposisjoner. Disse skal ikke ha bevegelige deler.

#### **7.2.4 Faste innvendig belyste skilt**

Generelle funksjonskrav

Skiltet skal være lett leselig i den avstand som skilteforskriftene krever.

Installasjonen skal fungere døgntinuerlig under alle stedlige forhold.

Installasjonenes tekniske levetid skal være minst 15 år, basert på at de forskrevne vedlikeholdsrutiner følges

Installasjonen skal være vedlikeholdsfri, og hver lyskildeskift skal enkelt kunne utføres. Lyskilden skal ha en levetid på minimum 30 000 timer og med lysutbytte på  $\geq 70$  % under alle rådende temperaturforhold. Installasjonen skal ha så få bevegelige deler som mulig. Skiltrammen skal være robust og kunne motstå de rådende mekaniske påkjenninger gjennom hele skiltets levetid.

### **7.2.5 Mekanisk variable skilt**

Krav til utførelse og virkemåte

#### Funksjonskrav

Skiltet skal være lett leselig i den avstand som skiltforskriftene krever.

Installasjonenes tekniske levetid skal være minst 15 år, basert på at de forskrevne vedlikeholdsrutiner følges.

Skiltenes vekslingstid skal være så kort som mulig og skal ikke overstige 2 sekunder. Skiltene skal fungere fullt ut tilfredsstillende under alle rådende klimatiske forhold. Mekanikken skal ikke påvirkes om skiltet over lengre perioder utsettes for snø, is, kulde eller vind. Smuss skal ikke kunne trenge inn i mekanikken. Skiltet skal ikke kunne snu uten at kommando er gitt.

Installasjonen skal ikke behøve mer enn 1 servicetilsyn i året. Vitale deler skal enkelt kunne byttes (servicevennlig oppbygging). Lokalstyringsenhet for skiltet skal plasseres på bakkeplan.

### **7.2.6 Optisk variable skilt**

Ved nyinstallasjoner er optiskvariable skilt av LED-typen å foretrekke framfor fiberoptiske.

#### Funksjonskrav

Skiltet skal være lett leselig i den avstand som skiltforskriftene krever.

Lysstyrken, målt innenfor en minimum vinkel på  $\pm 6$  grader i forhold til kildens optiske akse, skal for røde, gule og grønne tekster/symboler være minst 400 cd og for hvite minst 600 cd. Verdiene gjelder for udimmet signal i dagsonene og tunnelens innkjøringssoner. I tunnelen kan kravet til lysstyrke reduseres til 10 - 15 % av tilsvarende krav for installasjoner i dagen/innkjøringssone.

Maksimal lysstyrke skal for røde, gule og grønne symboler ikke overstige 800 cd og for hvit tekst 1200 cd. Den utstrålte minimum og maksimum lysstyrke fra hver optisk enhet som danner et symbolbilde, skal ikke variere mer enn 20 % i forhold til gjennomsnitts lysstyrke fra samtlige optiske enheter som danner symbolbildet eller teksten.

Det forutsettes en utgang for hver tilstand en installasjon kan ha. Ved setting av en utgang (kommando) overvåkes tilbakemeldingen fra installasjonen. Kommer ikke riktig tilbakemelding innen en bestemt tid (f.eks. 5 sek.), meldes det feil. (Feil detekteres i SSA styreenhet). Skulle tilbakemeldingen komme for deretter å falle uten at ny kommando er gitt, meldes det feil på installasjonen. En kommando blir stående så lenge tilstanden skal opprettholdes.

Skilt i daganleggene og innkjøringssonene skal kunne dimmes ved at intensiteten reduseres til tider av døgnet med mørke eller mindre skarpt lys. Det skal i styreskap være en diode som indikerer om dimfunksjonen er aktiv. Leverandøren skal oppgi hvilket system som tilbys for å utføre denne prosedyren.

Standard fare-, vikeplikts- og forbudsskilt skal ha rød bord, sort bunn og hvite tall/symbol. Rød bord skal utføres med to rader av lyspunkter. Enkeltstående forbudsskilt i tunnel skal utføres med sirkulær skiltkasse.

Det skal benyttes lik kabling og fargekode/nummerering til alle skilt av samme type.

LED-dioder

#### Funksjonskrav

Hvert tilstand skal ha sin egen inngangs kommando. Hver tilstand skal gi egen tilbakemelding om status. Skiltet kan ha felles feilmelding og skal gi alarm ved redusert lysutbytte eller bortfall av dioder. Ved svikt i en av disse skal symbolet/teksten fortsatt være godt gjenkjennelig.

LED kretskortet skal ikke være av bakelitt.

LED diodens tekniske levetid skal være minimum 100000 timer.

Fiberoptiske skilt

#### Funksjonskrav

Lyspærer og reflektorer skal være plassert slik at det ikke behøves verktøy ved utskifting av en av disse komponenter. Etter utskifting må skiltet fortsatt tilfredsstillende de lystekniske krav uten nærmere justeringer.

I umiddelbar nærhet av hver lyspære skal det være slått inn symboler som viser hvilket signalbilde pæren tilhører. Tilsvarende skal utføres for tilhørende trafoer.

Ved en nominell driftsspenning skal lyspærenes levetid være minst 6000 timer for skilt i daganleggene og minst 2000 timer for skilt i tunnelen ved kontinuerlig drift.

230 volts trafoer monteres i skiltkasse. Det skal benyttes en trafo for hvert signalbilde (lyspære). Montasjetype skal oppgis.

Dersom reléteknikk brukes for styring, kan det gis pulssignal på mørkutgangen for å slukke lampen samtidig som kommando om tenning av ny lampe gis. Dersom det installeres egen PLS for styring av fiberoptiske installasjoner, blir det kun gitt ett signal for hver posisjon.

I tilknytning til tilbakemeldinger fra installasjonene skal det benyttes strømsløyfer (egen måletrafo som registrerer strøm i lampekretsen). Når pæren lyser, skal tilbakemeldingen være konstant, ingen tilbakemelding betyr at pæren er mørk. Det skal gis en melding pr. pære.

### **7.2.7 Standard trafikksignalhoder**

Rød vekselblink

#### Funksjonskrav

Trafikksignalhoder bør være av type LED.

Tilbakemelding skal gis om tilstand på signalhodenes lyskilder.

Gul varselblink

#### Funksjonskrav

Gule varselblinksignaler skal ha en blinkfrekvens på 60 blink pr. minutt og med 50 % periodeintervall.

### **7.2.8 TV-overvåking**

Kamera og linser

#### Funksjonskrav

System for overføring av levende ITV-bilder inkl. soft- og hardware skal være kompatibelt med ITV-system i vaktentralen. For mindre anlegg kan også stillbilde-/WEB-baserte løsninger være aktuelle. Disse skal være kompatible med system på VTS.

Kameraene skal primært peke i kjøreretningen for å unngå for store lyskontraster og den påkjenning billysene vil påføre kameraenes blendingsmekanismer, sekundært for å imøtekomme ønsket om en lavest mulig rengjøringsfrekvens. I tunneler med 2-veis trafikk bør kameraene monteres i retningen for brannventilasjon / ventilasjonsretningen som oftest er i bruk.

Leverandøren av ITV-overvåkingssystemet vil bli pålagt ansvaret for riktig valg av objektiv til de forskjellige kameraene, slik at bildeskarpheiten og synsvinkelen blir optimal.

Kameraenes lysfølsomhet skal være tilfredsstillende for en belysning ned mot 25 lux som tilsvarer omtrent 1,5 cd/m<sup>2</sup>. TV-kameraer og objektiv skal være utstyrt med automatisk justering av blenderåpning, men de skal ikke påvirkes av noen av lysene fra enkeltkjøretøy.

Kameraene / monitor på VTS

#### Funksjonskrav

Kameraene skal enkelt kunne skiftes. Festebrakettene skal ha innstillbar montering som opprettholdes ved utskifting av kamerahus. Kamerahusene skal ha herdet glass og varmeelement, og skal kunne tåle høytykkspyling i h.h.t. de generelle krav for trafikktekniske installasjoner. Det skal være tette, pluggbare forbindelser mellom kamera og inngående kabler.

Fra manøvreringstablå i kontrollpulten skal valg av enkelte kameraer fra videovekseren være mulig. Alle styringsfunksjoner skal kunne velges fra manøvreringstablået; sekvensiell med justerbart tidsintervall, frys mot ett kamera samt pan, tilt og zoom.

Kameraer må være synkronisert for sekvensiering av kameraer. Det legges kabel for synkronisering mellom tavlerommene.

Automatisk stopp i sekvensiering styrt fra styresystemet skal være mulig ved betjening av nødtelefon, åpning av dør til SOS-stasjon, fjerning av brannsløkningsapparat eller detektering av hendelse.

### **7.2.9 Kjørefeltsignaler**

#### Funksjonskrav

Kjørefeltsignalene skal leveres med festeanordning inkludert ca 30 cm langt 60 mm rør som utgangspunkt for montasje på trafikkportaler og gitterbjelker. Festet skal være justerbart i x- og y-aksen.

Kjørefeltsignalene i tunnelen som vender mot normal kjøreretning i tunnellopet, skal utstyres med en tut for å redusere forurenset lufts kontakt med signalhodets front og på denne måten redusere tilsmussingen av signalhodet. Tuten vinkles slik at vann renner ut. Tuten må være tett mot signalhodet.

Hvert symbol skal ha sin egen inngangs kommando. Hver tilstand skal gi egen tilbakemelding om status. Kjørefeltsignalet kan ha felles feilmelding, men skal ha forrigling mot tenning av flere symboler av gangen. KS signalet skal gi alarm ved redusert lysutbytte eller bortfall av dioder. Ved svikt i en av disse skal symbolet/teksten fortsatt være godt gjenkjennelig.

Signalhodets spredningsvinkel skal være tilpasset vegens geometri inn mot signalhodet på det enkelte stedet. Signalhodets spredningsvinkel skal oppgis i oppgaveskjema.

Kjørefeltsignaler/skilt i daganleggene og innkjøringssonene skal kunne dimmes ved at intensiteten reduseres til tider av døgnet med mørke / mindre skarpt lys. Det skal i SSA-skap være en diode som indikerer om dimfunksjonen er aktiv. Leverandøren skal oppgi hvilket system som tilbys for å utføre denne prosedyren.

LED kretskortet skal ikke være av bakelitt.

LED diodens tekniske levetid skal være:

Rød og gul: minimum 100000 timer

Grønn: minimum 40000 timer

Blinkfunksjonen til blinkende gul pil i kjørefeltsignalene skal ivaretas i signalhodet.

Der det er to installasjoner rygg mot rygg, skal det etableres en elektrisk forrigling over potensialfrie/ galvanisk atskilte mellomreoler som utelukker at begge kjørefeltsignalene kan vise grønt lys samtidig.

Det skal benyttes lik kabling og fargekode/nummerering til alle signalhoder. Alle termineringer skal være gjort i egne tette skap.

### **7.2.10 Trafikktelling, køvarsling, tilfartskontroll**

Systemer for hendelsesdetektering (AID-systemer)

#### Funksjonskrav

Det skal detekteres følgende hendelser:

- kø, saktegående/stillestående trafikk og kjøretøystopp i perioder uten generelle avviklingsproblemer
- personer utenfor kjøretøy i tunnel
- personer/kjøretøy i nisjer og lommer
- gjenstand i kjørebane

Verdier og tilstander fra hendelses detekterings systemet skal kunne benyttes som grunnlag for andre styre systemer.

Sannsynligheten for deteksjon av en faktisk hendelse som systemet er konfigurert til å detektere, skal være større enn 95%.

Antall falske deteksjoner skal ikke overskride 2 stk. pr. døgn for hver hendelsestype som overvåkes.

Manuell inn- og utkobling av systemet, samt deteksjons avsnitt skal kunne utføres fra VTS.

Systemet skal være enkelt å kalibrere med hensyn på å øke deteksjons påliteligheten og redusere antall feilalarmer

Installasjoner for hendelses detektering skal være plassert så tilgjengelig/ betjenbart som mulig.



Leverandøren må gi en komplett dokumentasjon av systemet som tilbys. Algoritmer som legges til grunn for detekteringen, må beskrives.

Utstyr for innsamling av statistikk

#### Funksjonskrav

Alle data skal leveres på RTD-formatet som er Statens vegvesen sin standard for trafikkelledata.

Systemet skal kunne registrer følgende:

- Trafikkparametre som volum, fart, lengdeklassifisering, akselvekt etc. som ønskes registrert (Snitt- og aktuelle strekningsparametre)
- Krav til lokal databearbeiding før dataoverføring til sentral
- Alternative muligheter for forhåndsprogrammering av registreringsenhet
- Lokal lagringskapasitet
- Mulighet for innlegging av alarmgrenser for spesifiserte parametre som grunnlag for alarmgivning mot VTS
- Eventuell tilkobling lokalt mot trafikkstyringssystem og beskrivelse av datatyper som skal overføres
- Kommunikasjonsform mot sentralt innsamlingssystem i form av oppringt samband, fast samband etc.

Fysiske rammebetingelser som eksisterer som utgangspunkt for plassering av detektorer og kabling beskrives.

Leverandøren må gi en komplett dokumentasjon av systemet som tilbys. Algoritmer som legges til grunn for detekteringen, må beskrives.

Komplett system inkludert levering, montering og funksjonstesting. Det skal inkluderes parametring etter idriftsettelse.

### **7.2.11 Høydebegrensning**

#### Funksjonskrav

Høydebegrensnings utstyret skal detektore og varsle før siste avkjørings mulighet, for den kjøretøy gruppen som utstyret er beregnet for.

Det skal gis en sikker deteksjon under alle klimatiske forhold.

Byggherren gir fysiske rammebetingelser som eksisterer som utgangspunkt for plassering av detektorer og kabling.

Installasjoner for høydebegrensnings deteksjon skal være plassert så tilgjengelig/ betjenbart som mulig.

Høyde varsler til trafikkantene skal gi et entydig budskap i.h.t. skilt normalen

Det skal alltid monteres fysisk høydeavviser i tunnel portal. Avviseren skal ikke kunne falle ned eller rives av, slik at dette kan føre til fare for trafikkantene. Avviseren skal være utskiftbar etter påkjøring. Prinsipp for feste bør være pendel utforming, slik at avviseren svinger ved påkjørsel.

## 7.3 Styringsentral

### 7.3.1 Systemets funksjonssikkerhet

Styresystemets enheter og kommunikasjonsutrustning t.o.m. nivå 3 skal fungere i minst 90 minutter ved en 20 MW brann på et hvilket som helst sted i tunnellopet.

Ved brudd i en kabel eller feil på utstyr som er tilknyttet kommunikasjonsbussen, skal kommunikasjonen forbli intakt slik at de øvrige operative enhetene fortsatt er tilgjengelige. Redundant kabel skal hentes fra trådpar/fiberpar i en annen kabel.

Alle SA- og SSA-skap må ha parallell avbruddsfri 24V<sub>DC</sub> forsyning.

### 7.3.2 Det lokale styresystemets omfang og funksjoner

Lokalt styresystem forstås som det styre- og overvåkningssystemet som er plassert ute i tunnelanlegget og omfatter internt kommunikasjons nivå 2 til 4. Systemet omfatter PLS'er (I/O enheter) ferdig montert, programmert og tilkoplede PLS-buss og samtlige I/O funksjoner (signallister utarbeides spesielt) i anlegget.

#### Funksjonskrav

Der det lokale styring/overvåkningssystem skal tilknyttes eksisterende overordnet sentralt styringssystem, skal de nødvendige protokoller og grensesnitt være tilpasset dette.

Systemet skal programmeres hierarkisk og logisk, og med tekstkommentarer. Systemet skal være passordbeskyttet for uvedkommende slik at kun autorisert personell kan konfigurere og omprogrammere. Programmodulene skal være varig sikret (lagret i de respektive PLS'er).

PLS'en i tunnelen utstyres med inngangskort for 0 - 20 mA med 12 bit oppløsning. Analogsignalene fra givere skal være 4 - 20 mA. Dette gjøres for å kunne detektere feil på målesløyfe eller sensor. Feilmelding skal sendes vegtrafikksentralen når signalet har ligget stabilt under 3,0 mA i 1 minutt. Hvis en analog giver er blokkert, skal den ikke benyttes i styresystemet. Det skal også sendes melding til VTS om at den er blokkert.

Signalene på de analoge innganger skal lavpassfiltreres (integreres over en tid som er optimal i forhold til prosess) for å oppnå stabile styringsprosesser og slik at sensorverdiene blir konsistente.

Digitale data overføres til VTS som logisk 0 for signaler som er **Normal/Ikke aktiv** og logisk 1 for signaler som er **Alarm/Aktiv** (f.eks. nødtelefon ikke aktivert overføres som 0).

Analoge verdier overføres til VTS som 16 bit skalert verdi. CO verdier angis som heltall i området 0 til 300 [ppm], NO verdier i området 0 til 50 [ppm] og NO<sub>2</sub> verdier i området 0 til 10 [ppm]. Fra støvmåler angis verdiene i området 0 til 2000 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]. Verdier fra vindmåler angis i området - 20 til + 20 [m/s].

Lokale PC'er skal være industri type og plassert i et skap med med minimum IP 44. Tastatur og mus/rollerball skal være på uttrekkbar eller vipbar plate.

Alle programmerbare enheter skal kunne fjernprogrammeres.

Følgende funksjoner skal løses av styrings- og overvåkningssystemet:

- Styring og overvåkning av trafikktekniske installasjoner
- Styring og overvåkning av ventilasjon
- Styring og overvåkning av belysningen
- Overvåkning av fordelingstavler
- Styring og overvåkning av renseanlegg
- Styring og overvåkning av pumpestasjoner
- Styring og overvåkning av øvrige tekniske installasjoner som for eksempel kjøreporter og dører.
- Styringer og forrigling mot nødstyreskapene
- Overvåkning av driftstider for lys og ventilasjon
- Funksjoner i styreapparatene
- Kommunikasjon internt i tunnelen og mot VTS
- Overvåkning av kommunikasjonen internt i tunnelen.
- Overføring/registrering av alarmer.
- Overvåkning av sikkerhetsutstyr.
- Analoge målere.

### **Krav til manuell styring fra tavler/nødstyretablå/bomstyreskap**

Følgende manuelle inngrep skal være mulig over installasjonene ute og/eller inne i tunnelen på det lokale PLS nivået.

- Igangsetting av brannventilasjon fra nødstyreskap i dagen ved hver munning skal også rømningslyset tennes.
- Styring av tunnelventilasjonen. Dette skal skje vha. brytere/vendere montert i nødstyreskap i dagen ved hver munning, samt fra tavlefront i tavlerommene.
- Tenning/auto av tunnelbelysningen fra nødstyreskapene, samt fra tavlefront i tavlerommene.
- Styring av variable skilt og kjørefeltsignaler (funksjon tunnel stengt / stengt m/omkjøring) fra nødstyreskapene. Styres av lokal PLS uavhengig og separat fra overordnede signalplaner.
- Styring av bommer lokalt fra bomstyre-/SSA-skap.

NB! Nødstyreskap i dagen med PLS skal kobles til bus kabel for overføring av signaler. Busskabel skal være felles for samtlige PLS'er i anlegget. Buss-forbindelsen skal være redundant

Prioritet

### **Funksjonskrav**

Følgende prioritet gjelder ved styring av trafikkinstallasjoner:

- Prioritet 1: Betjening fra SSA-/styreskap
- Prioritet 2: Betjening fra nødstyretablå
- Prioritet 3: Styringer fra VTS
- Prioritet 4: Lokal automatikk i anlegget

Følgende prioritet gjelder ved styring av tunnelventilasjon:

- Prioritet 1: Betjeningspanel i front av ventilasjonstavle
- Prioritet 2: Nødstyretablå ved munnings
- Prioritet 3: Styringer fra VTS
- Prioritet 4: Lokal automatikk i anlegget

Følgende prioritet gjelder ved styring av tunnelbelysningen.

- Prioritet 1: Betjeningspanel i front av tavle i teknisk rom
- Prioritet 2: Nødstyretablå ved munnings
- Prioritet 3: Styringer fra VTS
- Prioritet 4: Lokal automatikk i anlegget

Følgende prioritet gjelder for styring av pumper:

- Prioritet 1: Betjeningspanel i pumpestasjon
- Prioritet 2: Styring fra VTS
- Prioritet 3: Automatikk i pumpestasjon
- Prioritet 4: Automatikk i lokalt styresystem

### **Alarm og varslingsnivåer**

#### Funksjonskrav

I forbindelse med de funksjonelle krav som er satt til styresystemet, kan systemet inndeles i 2 alarm- eller varslingsnivåer med alarmnivå 1 som det høyeste nivået. Varslingsnivåer skal koordineres med beredskapsplan.

Generelt for samtlige alarmnivåer gjelder at komplett beskrivelse av alarm/tilstand/hendelse er protokollert i Master i med mulighet for utskrift på tilkoblet printer.

**Alarmnivå 1. (Akustisk evt. varsellys) alarm**

Alarmnivå 1 skal gis når tiltak må igangsettes strak. Alarmer skal sendes til sentralt styringssystem og loggføres lokalt når følgende situasjoner er oppstått:

- CO/NO<sub>x</sub>-måler(e) indikerer måling  $\geq 100/200$  ppm og 0,75/1,5 ppm over 15 min.
- Hovedbryter fordeling utløst
- Hovedbryter tunnelbelysning utløst
- Hovedbryter ventilasjon utløst
- Hovedbryter UPS utløst
- Hovedbryter pumpestasjon
- Brannalarm tekniske rom utløst
- Brannslukningsapparat fjernet
- Skapdør brannslukningsapparatskap åpnet
- Brannalarm fra branndetekterende kabel
- Nødtelefon i bruk
- PLS-feil, sambandsfeil
- Kritisk nivå pumpeump
- Olje/gass alarm
- Sikringsbrudd prioritert (UPS) last utløst
- Videre formidling av feil/utfall på redningssambandet

**Alarmnivå 2. (Varsling)**

Alarmnivå 2 genereres når tiltak kreves ved ordinær arbeidstid begynnelse, og gis etter følgende kriterier:

- Gruppebryter tunnelbelysning utløst
- Gruppebryter ventilasjon utløst
- Sikring/motorvern/mykstarter pumpe utløst
- Nødstyreskap i lokal
- Høyt/ lavt nivå i pumpeump
- Kritiske nivåmålinger CO/NO<sub>x</sub>
- Kritiske nivåmålinger sikt
- Gruppesikringsbrudd tunnellys
- Gruppesikringsbrudd ventilasjon
- Dører åpnet i tavlerommene
- Samlefeilmelding
- Siktmåler indikerer måling  $\geq 75$  %

**Nivå 3 (melding):**

Melding om tilstand eller hendelser som krever tiltak som kan iverksettes ved leilighet. Gi melding om installasjonenes status og endringer.

Driftsmeldinger:

- SSA-skap åpnet
- SA-skap åpnet
- Bomstyreskap åpnet
- Sikringsbrudd diverse ukritiske anlegg

### **7.3.3 Overordnet merking og koding**

Oppbygging av tag

Tagene i skjermssystemet skal være éntydige. Man skal ut av tag-navnet kunne tyde hvilken tunnel den tilhører og hvilket objekt i tunnelen den tilhører. Koden må bygges opp av tall og bokstaver i grupper og settes sammen til en tag-streng. Alle nummererte objekter skal nummereres med kilometreringsretningen i tunnel med ett løp (installasjonsnr.). I toløps tunneler kan det være hensiktsmessig å starte nummerering i trafikketretning for kjørefelt nr. 1 og fortsette i trafikketretning for kjørefelt nr. 2. En annen mulighet er å følge kilometreringen i begge løp, men slik at løpet med kilometreringen nummereres med odde tall mens løpet mot kilometreringen nummereres med like tall (jf. Adressenummerering langs en gate/vei).

Tag-strengen utgjør til sammen 32 alfanumeriske tegn som vil gi en entydig og logisk oppbygging og tilhørighet. Oppbyggingen bør være i samsvar med Spektrum.

Tegn	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
b/t	t	t	b	t	t	t	b	b	b	t	t	t	b	b	t	t	t	t	t	t	t	t	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b
Eks.	1	0	E	0	1	8	K	I	R	5	1	2	X	T	1	0	1	0	3	6	0	3	K	A	M	E	R	A				

	Fylkesnavn	Vegtype	Vegnr.	Tunnel	Elementkode	Tavletilknytning	SA-	SSA-	Installasjonsnr	Navn/beskrivels
--	------------	---------	--------	--------	-------------	------------------	-----	------	-----------------	-----------------

### **Beskrivelse av elektrotekniske komponenter; forslag til adressering**

Merkingen skal bestå av 4 hovedblokker i hht. IEC 750.

- + Geografisk plassering
- = Systemmerking i hht. prosesskoden (håndbok 025)
- Komponentmerking i hht. IEC 750, NS 14388 - ISO 3511/1 og egne koder.
- : Tilkopling

Størrelsen og kompleksiteten av anleggene vil avgjøre hvor mange blokker av klassifiseringskoden det er nødvendig å benytte i de enkelte tilfeller.

**(+) Geografisk plassering**

Som hovedregel benyttes en eller flere av følgende komponenter:

Veg nr. parsellnr. Kilometrering

Eksempel: +RV1.10.6700

For tunneler kan veg nr. og parsellnr. erstattes med bokstavkode for tunnelen.

Eksempel: + HOR angir Hordviktunnelen.

**(=) Systemmerking**

Systemmerking av anleggsdeler skal følge prosesskodene i håndbok 025

Utdrag fra proseshåndboken.

35	Portaler, overbygg, pumpesump mm.
353	Pumpestasjon
354	Kuldeport
36	Belysning, ventilasjon, sikkerhetsutrustning og miljøtiltak
361	Fellesanlegg for installasjon
3612	Transformatorkiosk/Fordelingssentral
3613	Hovedtavle/Fordelingstavle
362	Belysning
363	Ventilasjon
3632	Ventilatorer (impulsventilatorer)
3633	Sjaktventilatorer
364	Sikkerhetsutrustning
3641	Brannsikring
3642	Nød/rømning
3643	Samband/radio
3649	Øvrig
365	Trafikkregulering/overvåkning
3651	Bommer
3652	Skilt
3653	TV - overvåking
3654	Kjørefeltsignal
3655	Trafikktelling, køvarsling, tilfartskontroll
366	Renseanlegg
367	Styringssentral
7	Vegutstyr og miljøtiltak
76	Trafikkregulering og miljøtiltak
761	Signalanlegg
762	Styring og overvåkningssystemer
763	Belysningsanlegg for gater og veger
78	Skilt

For å angi prosessområde kan 2 til 4 siffer benyttes avhengig av detaljinndeling.

Supplert med punktum og nummer angis prosesslinje.

Eksempel:

= 361–A1 angir transformatorkiosk/fordelingstavle nr.1

= 367 angir prosessområde styresystem

= 78 angir skilting



**(-) Komponent merking (utstyrskoding):**

Komponenter merkes med en bokstav- og sifferkode for angivelse av komponenttype og løpenr. For elektro kodes komponenter normalt med en bokstav i hht. IEC 750. To bokstaver benyttes i noen tilfeller når en ønsker å differensiere komponentmerkingen innen samme komponenttype. For instrumenter kodes komponenter med to bokstaver i hht. NS 1438-ISO 3511/1. For VVS kodes komponenter med 2 bokstaver. For skilting kodes komponenter med to bokstaver i hht. vedlegg 5.

**(:) Tilkopling:**

Angir komponentens klemmer- og ledermerking. Skal være i overensstemmelse med den merkingen fabrikanten har benyttet på komponenten.

Eksempler på bokstavkombinasjoner for komponentmerkinger innen det enkelte Prosessområde:

= 353 PUMPESTASJON

-A angir fordeling

-M angir motor

-MA angir lensepumpe

-LS angir nivåvakt

-LT angir nivå giver

= 354 KULDEPORTER

-DA angir kuldeport

-M angir motor

-S angir signalkontakt

=362 BELYSNING

-E angir tunnelarmatur

-EA angir nødlysarmatur (reservelys)

-BF Fotocelle

=363 VENTILASJON

-BB Ventilatorer

-DA Stengespjeld

=364 SIKKERHETSUTRUSTNING

-EA Nødbelysning (reservelys)

-EB Rømningslys (ledelys)

-EC Serviceskilt

-EX Nødutgangskilt (utgangsmarkering)

-BT Nødtelefon

-BS Brannslukningsapparat

-TN Nødstyreskap

**=365 TRAFIKKREGULERING / OVERVÅKNING**

- YH Bom horisontal
- YV Bom vertikal
- YK Bom kombinert
- KS Kjørefeltsignal
- B\_ Omvandler
- BK ITV-kamera
- BV Videomonitor
- BG Grafisk monitor
- UM Multiplekser
- X\_ Uttak, plint
- XD Datauttak
- XF Fiberboks
- XT Telefonuttak

**=367 / 762 STYRESYSTEM OG TELETEKNISK ANLEGG**

- S\_ El.kontakt
- SA Alarmknapp
- SD Dørkontakt
- U\_ Omvandler
- UM Multiplekser
- B\_ Omvandler
- BT Telefonsett
- BM Mikrofon
- BH Høytaler
- BK ITV-kamera
- BV Videomonitor
- BG Grafisk monitor
- T\_ Tablå
- TN Nødstyreskap
- TM Manøvertablå
- X\_ Uttak, plint
- XP Plintskap
- XD Datauttak
- XF Fiberboks
- XT Telefonuttak
- A\_ Styreenhet
- AS Styreapparat (PLS)
- AD Distribuert I/O
- AT Telefonsentral

**Eksempler på system- og komponentmerking:**

- =353 -A1 angir fordeling 1 for pumpeump
- =353 -MA1 angir lensepumpe 1 for pumpeump
- =353 -MA11 angir lensepumpe 1 for pumpeump 1
- =353 -MA12 angir lensepumpe 2 for pumpeump 1
- =353 -M111 angir motor 1 på lensepumpe 1 for pumpeump 1

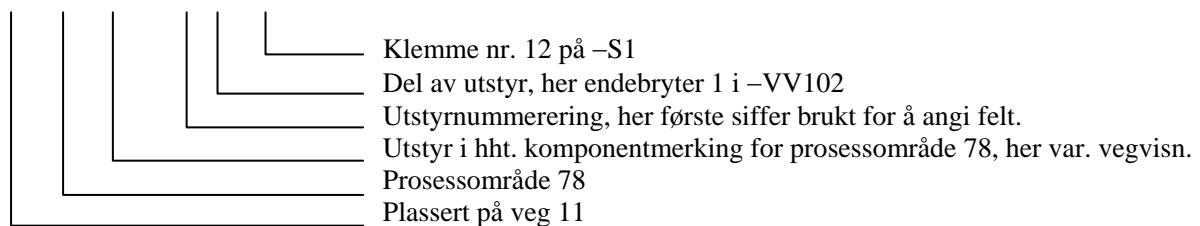
- =353 –M244 angir motor 4 på lensepumpe 4 for pumpesump 2
- =362 –E1 angir tunnelarmatur 1
- =362 –EA1 angir nødlysarmatur nr.1
- =3632 –BB03 angir impulsventilator nr.3
- =3633 –BB03 angir sjaktventilator nr.3
- =3633 –DA03 angir stengespjeld nr.3
- =3633 –S031 angir endebryter /signalkontakt nr.1 på stengespjeld for sjaktventilatorer
- =364 –G1 angir dieselaggregat eller UPS nr.1
- =78 –VV102 angir variabelt vegvisningsskilt nr.02 - høyre felt
- =78 –VV202 angir variabelt vegvisningsskilt nr.02 - midtfelt
- =78 –VV302 angir variabelt vegvisningsskilt nr.02 - venstre felt

For å angi del av utstyr kan utstyrskoden utvides.

- =78 –VV102 –S4 angir endebryter 4 for variabelt vegvisningsskilt 02 - høyre felt
- =363 –QT/CO 001 angir kvalitetsmåler 1, må angis nærmere hva som måles, eks. CO eller NO<sub>2</sub>.

Eksempel på komplett merking:

+11 =78 –VV102 –S1 :12



## MERKING AV ELEKTROTEKNISKE APPARATER OG UTSTYR (IEC 750)

- A Sammensatte enheter, deler av sammensatte enheter.
- B Omformere, fra ikke elektrisk til elektrisk størrelse eller omvendt
- C Lagringsenhet
- D Binære elementer, forsinkelsesutstyr, lagringsutstyr
- E Diverse
- F Vern
- G Generatorer, kraftforsyning
- H Signalorganer
- J Reserve
- K Releer, kontaktorer
- L Reaktorer, drosler
- M Motorer
- N Reserve
- P Måle- og prøveutstyr
- Q Mekanisk bryterutstyr
- R Motstander
- S Vendere, velgere
- T Transformatorer
- U Omformere
- V Rør- og halvledere

W	Overføringsveier, bølgeledere, antenner
X	Klemmer, plugg og kontakt- forbindelser
Y	Mekanisk utstyr som betjenes elektrisk
Z	Avslutninger, gaffeltransformatorer, filtre

### UTVIDET MERKING AV ELEKTROKOMPONENTER

S_	El.kontakt
SA	Alarmknapp
SD	Dørkontakt
U_	Omvandler
UM	Multiplekser
B_	Omvandler
BF	Fotocelle
BT	Telefonsett (Brukes også for nødtelefoner)
BM	Mikrofon
BH	Høytaler
BK	ITV-kamera
BV	Videomonitor
BG	Grafisk monitor
T_	Tablå
TN	Nødstyreskap
TM	Manøvertablå
X_	Uttak, plint
XD	Datauttak
XF	Fiberboks
XT	Telefonuttak
A_	Sammensatt enhet, el.fordeling etc.
AS	Styreapparat (PLS)
AD	Distribuert I/O
AT	Telefonsentral (=364-AT) - Trafikkteller (=365-AT)
AO	Operatørstasjon
Y_	Mekanisk utstyr som betjenes elektrisk
YH	Bom horisontal
YV	Bom vertikal
YK	Bom kombinert

### INSTRUMENTKODING (ISO 3511/I)

1 bokstav:

A	
B	Lys måler (egendefinert)
C	
D	Spesifikk vekt
E	Alle elektriske variable
F	Volum/massestrøm
G	Måling av posisjon eller lengde
H	Håndbetjent
I	
J	

K	Tid eller tidsprogram
L	Nivå
M	Fuktighet
N	Brukers valg
O	Brukers valg
P	Trykk eller vakuum
Q	Egenskap/Tilstand (analyse, konsentrasjon, konduktivitet)
R	Radioaktiv stråling
S	Hastighet eller frekvens
T	Temperatur
U	Multivariabel (Ulike variable i en enhet)
V	Viskositet
W	Masse eller kraft
X	Uspesifisert variabel
Y	Brukers valg
Z	

## Kompletteringsbokstav:

D	Differanse
F	Forhold
J	Avsøk
Q	Integrerende eller avsøkende

## Etterfølgende bokstaver

A	Alarm
C	Regulerende
F	Flens (Norvar)
I	Indikerende
Q	Integrerende eller summerende
R	Skrivende
S	Bryterfunksjon
T	Transmitter, overføring
Z	Kritisk eller sikkerhetsfunksjon

## Sammensatte betegnelser:

PD	Trykkdifferanse
LD	Nivådifferanse
KD	Tidsdifferanse

Enhet	Analog	Kontakt	Visende
Elektrisk størrelse	ET XXX	ES XXX	EI XXX
Hastighet	ST XXX	SS XXX	SI XXX
Kvalitet (NO og CO og støv)	QT/CO XXX QT/NO XXX QT/støv XXX	QS XXX	QI XXX

Ved nummerering av CO og NO og støvmålere i en tunnel benyttes en felles nummerserie for disse målere som overvåker kvaliteten på tunnelluften.

Enhet	Analog	Kontakt	Visende
Nivå	LT XXX	LS XXX	LI XXX
Temperatur	TT XXX	TS XXX	TI XXX
Trafikk	UT XXX	US XXX	UI XXX
Trykk	PT XXX	PS XXX	PI XXX

## MERKING AV VVS-KOMPONENTER

AO	Avtreksorgan
BA	Tilluftsvifte
BB	Avtrekksvifte
CA	Varmebatteri
CB	Kjølebatteri
CD	Elektrisk varmebatteri
DA	Stengesjeld
DC	Regulerings-/strupesjeld
DD	Brannsjeld
GA	Luftfukter damp
GB	Luftfukter vann
HC	Luftfilter
JA	Varmegjenvinner luft
JB	Varmegjenvinner
LF	Lydfelle
OO	Overstrømningsorgan
TO	Tilluftorgan
AA	Stengeventil
AB	Treveis reguleringsventil
AC	Toveis reguleringsventil
AD	Strupeventil
AG	Sikkerhetsventil
AH	Reduksjonsventil
AI	Tilbakeslagsventil
AK	Rørbruddsventil
HA	Oljefilter
HB	Vannfilter
JC	Varmeveksler
KA	Elektrokjel
KB	Oljekjel
MA	Avløpspumpe
ME	Kjølemediumpumpe
MF	Sirkulasjonspumpe
OA	Kjølekompressor
OB	Trykkluftkompressor

**MERKING AV SKILT**

SU Faste skilt, ubelyste

SB Faste skilt belyste

Variable skilt, automatiske

VV variabel vegvisning

VH variabel hastighet

VA variabel andre

VK variabel kombinert

VM manuelt, klappskilt

IF Informasjonstavle, fast tekst

IP Informasjonstavle, programmerbar tekst

KS Kjørefeltsignal

RV Røde vekselblink

OG Gule oppmerksomhets blink

YH Bom horisontal (Svingbom)

YV Bom vertikal (Vippebom)

YK Bom kombinert

EC Serviceskilt nødutrustning

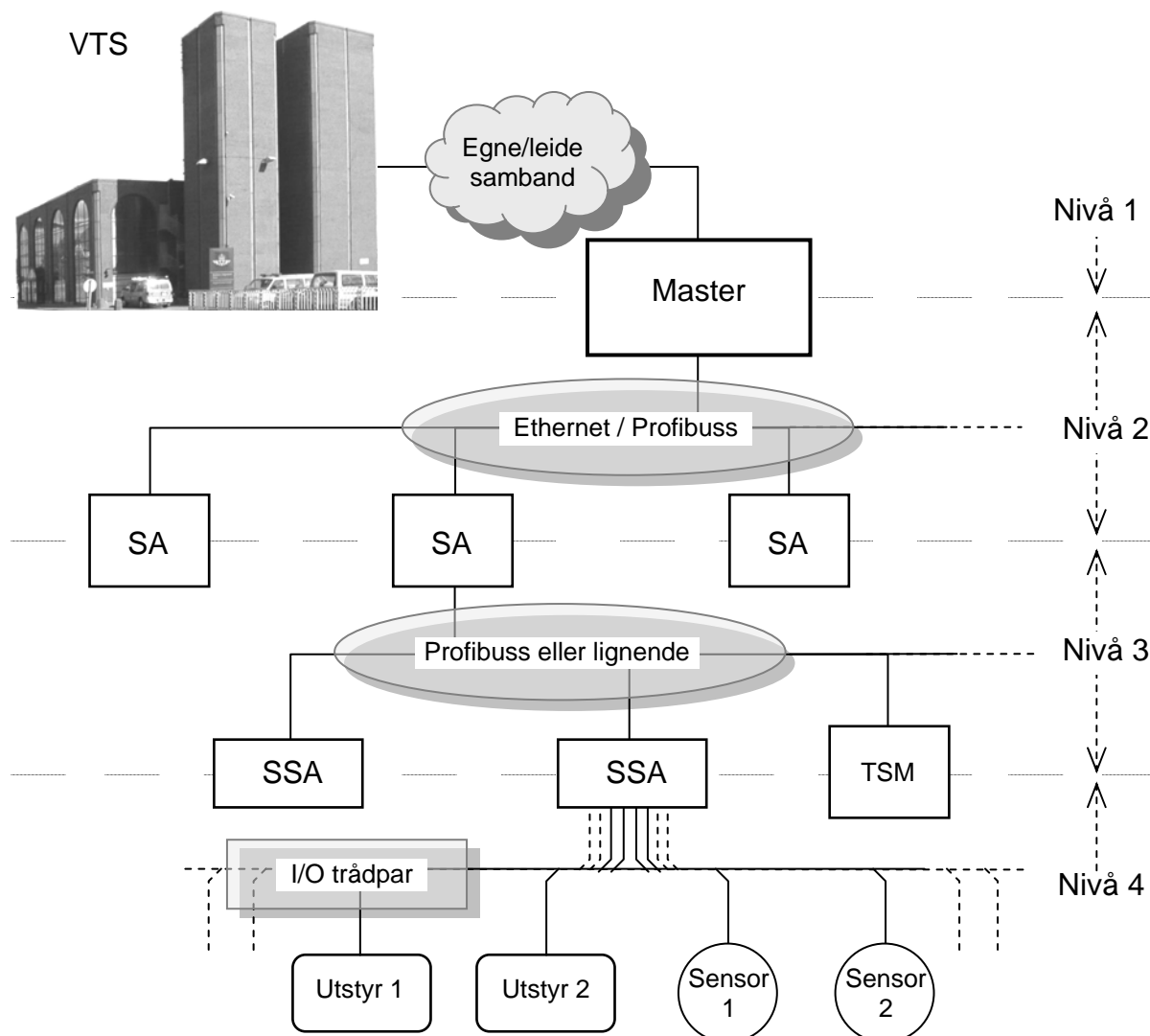
EX Nødutgangskilt

### 7.3.4 Kommunikasjon

#### Nivåer og topologi

Et styrings- og overvåkingssystem forutsetter data- og telekommunikasjon på flere nivåer:

- 1 eksternt: Mellom styringssystemet på sentralen og hoved-PLS (Master) i tunnelen
- 2 internt: Mellom hoved-PLS (Master) og PLS'er (SA) på underordnet nivå
- 3 kontroll: Mellom SA og PLS styreapparat (SSA) eller trafikkstyringsmodul (TSM)
- 4 prosess: Mellom SSA og prosess (styrbart objekt eller sensor)
- 3 eller 4: Mellom PLS'er og distribuerte IO'er
- 1 eller 2: Mellom to eller flere tunneler





### Funksjonskrav

Systemet skal sørge for sikker signaloverføring av kommandoer og meldinger.

Utveksling av datainformasjon PLS'ene i mellom skal skje over protokoller som skal være åpne og standardiserte (Profibus DB eller lignende), samt bestå av en gjennomført tekst beskrivelse.

Systemet skal bestå av programmer for håndtering av kommunikasjon (protokoller) mot VTS, programmer for håndtering av reserve-(nød-) samband internt og mot VTS.

Kommunikasjon på nivå 2 og 3 må forlegges brannsikkert og med redundans i hht IEEE802.1d. Nivå 2 og 3 kan vurderes integrert. Viktige sensorverdier som danner grunnlag for viktige styringsfunksjoner for ventilasjon, lys, pumper, er å regne som nivå 2 sikkerhetsmessig og tilknyttes SA. Det skal benyttes switcher ved alle tavlerom.

I Ethernet TCP/IP benyttes IP adresser basert på 10-serien. IP område for det enkelte anlegg oppgis fra SVV.

Programmodul skal ikke plasseres i installasjonen, men være plassert i Ssa skap eller lignende i service vennlig høyde.

All lokalstyring må ha tråbundne forbindelser mot motorvern/effektbrytere/ kontaktorer.

Trafikkstyringsmoduler skal således plasseres i lokalt skap og med tråbundne forbindelse til de styrbare installasjonene.

### Front-end funksjoner

#### Funksjonskrav

I tunnelen ivaretar Master-PLS front-end funksjonene som utgjør et speilbilde av tilsvarende funksjoner i sentralen. Det skal være samme sikkerhet og muligheter fra denne enden av kommunikasjonen som fra sentralen. Hvis utstyret skulle tilhøre en annen systemfamilie, gis det dokumentasjon på at nødvendig tilpasning er utført, slik at samme funksjonsspektrum som i Master er tilgjengelig.

### Sambandstjenester

Kommunikasjonsløsning mellom det lokale styringssystem og styringssystem i VTS må vurderes med tanke på anleggets størrelse og kompleksitet. Kommunikasjonsprotokoller og telegramformat i det lokale styringssystem skal utføres i.h.t. det som foreligger eller kreves fra overordnet sentral.

Kommunikasjon på nivå 1 kan ivaretas av egneide samband. Alternative er å abonnere på sambandstjenester eller å leie faste forbindelser. Noen ganger er det kombinasjoner av disse alternativer også aktuelt. Noen av mulighetene er listet opp nedenfor.

Abonnement / leide samband	Dataoverføringskapasitet	Anvendelser	Kommentar
ISDN (oppringt)	(n x) 64 kbit/s linjesvitsjet 9,6 kbit/s pakkesvitsjet	Data, tale, stillbilder, lavere kvalitets video	Egeneid terminalutstyr
ADSL	≤ 30 x raskere enn ISDN	Data, tekst, bilder og video	
ATel/MetriTel (pakkesvitsjet)	Effektivt ca 300 bit/s, begrenset antall pakker	Lavhastighets data	
Analog telefon (oppringt)	≤ 56 kbit/s (også høyere hastigheter)	Data, tale, stillbilder	Egeneide modem
Mobilsamband GPS (oppringt)	≤ 9,6 kbit/s (også høyere hastigheter)	Benyttes unntaksvis: data, tale, stillbilder	Egeneid "endeutstyr"
Mobilsamband GPRS (oppringt)	≤ 30 kbit/s		Egeneid "endeutstyr"
Fast leid samband	1,2 – 64 kbit/s 2 – 140 Mbit/s	Avhengig av overføringskapasitet	Evt. egneid sambandsutstyr

## Kommunikasjonsmedier

Kommunikasjonsnivå	Kopperkabel		Fiberoptisk		Radio	Avstand
	Parkabel	Koax	Singelmodus	Multimodus		
1 eksternt	x	x	x	x	x	
2 internt	x	x		x	x	
3 kontroll	x			x		
4 prosess	x			(x)		

(x) Sannsynlig utvikling framover

	Nett-type	Bussnett	Ethernet	TCP/IP	Profibuss	FF	I/O	Kommentar
1 eksternt	WAN	x	x	x				
	RadioLAN	x	x	x				
2 internt	LAN	x	x	x				
	RadioLAN	x	x	x				
	Feltbuss	x			x			
	Feltbuss	x				x		
3 kontroll	LAN	x	x	x				
	Feltbuss	x			x			
	Feltbuss	x				x		
4 prosess	LAN	x	x	x				
	Feltbuss	x			x			
	Trådpar						x	

WAN = Wide Area Network

LAN = Local Area Network

### **7.3.5 Trafikk**

#### *Funksjonskrav*

1. Styre hver enkel styrbar trafikkinstallasjon på kommando fra VTS.
2. Sende status for alle styrbare trafikkinstallasjoner til VTS.
3. Motta lokale signalplaner fra VTS.
4. Lagre alle lokale signalplaner.
5. Programmer for kjøring av lokale signalplaner på kommando fra VTS samt håndtering av dialog mot VTS ved signalplankjøring. Flere signalplaner samtidig i en SA.
6. Prioritetsstyring kjørefeltsignaler/skilter.
7. Sperre for enkeltstyring av trafikkinstallasjoner under signalkjøring.
8. Auto/manuell funksjon for enkeltstyring av trafikkinstallasjoner innenfor et avsnitt. Ved overgang fra manuell til auto skal kjørefeltsignaler med prioritetsstyring gå til posisjon gitt av siste lokale signalplan som er kjørt.
9. Foreta trafikkregulering på kommando fra nødstyrepener ved tunnelmunning.
10. Dimming av fiberoptiske/LED skilter.
11. Automatisk iverksetting av lokale signalprogram

### **7.3.6 Belysning**

#### *Funksjonskrav*

1. Styre tunnelbelysning i tunnel på kommando fra VTS.
2. Sende status for alle lystrinn til VTS.
3. Auto/manuell/nød modus lysstyring.
4. Programmer for valg av lystrinn ut fra lysmåling i tunnelmunning.
5. Automatisk innkobling av rømningslys.
6. Styre belysning i tunnel på kommando fra nødstyreskapene ved tunnelmunning

### **7.3.7 Ventilasjon**

#### *Funksjonskrav*

1. Styre ventilasjon på kommando fra VTS.
2. Sende status for alle ventilasjonstrinn til VTS.
3. Auto-/manuell-/lokalmodus ventilasjonsstyring.
4. Programmer for trinning av ventilasjon ut fra analogmålinger i tunnel.
5. Alternering av viftetrinn.
6. Styre ventilasjon i tunnel på kommando fra nød styrepaneler ved tunnelmunning.

### **7.3.8 Andre installasjoner**

#### *Funksjonskrav*

1. Styre hver enkel styrbar installasjon på kommando fra VTS.
2. Sende status for alle styrbare/variable installasjoner til VTS.

### **7.3.9 Styreapparatskap (SSA) og fysisk grensesnitt**

#### Styreapparatskap(SSA)

#### *Funksjonskrav*

Det skal benyttes felles skap (SSA) for innmontering av styreapparat, relé/signalfordeling fra utstyrsleverandører (f.eks. skilt), tilførsel, sikringsskinne, strømforsyning, m.m. Det bør utarbeides tegning som viser prinsipp på utførelse med innføring, utgående føringer mot installasjoner og intern møblering, målsetting m.m. for ulike varianter skap. Styringsleverandør er ansvarlig for endelig skapstørrelse og montasje. Det skal beregnes 30% ledig plass. Skapene skal utføres med doble vegger, dobbelt tak med luftesystem samt fuktighetssperre i bunn. Videre skal "stående" skap monteres på sokler. Sokler tilpasses hvert skap.

I topp av skapene skal det monteres belyningsarmatur og dobbel stikkontakt.  
I bunnen av skapene skal det monteres nødvendig varmeelement m/termostat.

#### Fysiske grensesnitt

#### *Funksjonskrav*

Meldinger, alarmer, måleverdier, styrekommandoer etc., skal grupperes på en logisk og oversiktlig måte som letter service og feilsøking på anleggene. Signallister skal fullstendig utarbeides for samtlige skap med tilhørende meldinger, alarmer, kommandoer m.m., for alle objekter som skal styres/overvåkes.

**NB!** De strømforsyninger som benyttes av PLS-leverandør, skal kunne justeres for tilpasning av installasjoner mht. spenningsfall over lengre kabellengder i anlegget, men det må tas hensyn til evt. nærliggende installasjoner. Det skal etableres redundant strømforsyning med feilalarm ved utfall til PLS. Eventuelle begrensninger i maksimale lengder på kabler skal oppgis. PLS inn-/utganger skal sikres mot skader på grunn av eventuell direkte kortslutning på signalkabel. PLS inn-/utganger skal sikres mot eventuell jordfeil, indusert spenning, overspenning, eller mot direkte kortslutninger på signalkabler. Eventuelle feil i anlegget skal være enkle å lokalisere.

Busskabel skal ha egen overvåkning/utstyr for å sikre utstyr mot jordfeil eller kortslutning m.m. (gjelder ikke for fiber).

### **7.3.10 Nødstyreskap**

#### Funksjonskrav

Nødstyreskapene skal monteres ved tunnelmunninger som anvist på tegninger. Nødstyretablåene i nødstyreskapene skal fungere som styringsverktøy for brannvesen/politi ved eventuelle ulykkestilfeller. Egne tegninger utarbeides for nødstyretablåene. Status for samtlige nødstyringer overføres til VTS.

Aktuelle funksjoner i tablåene består av følgende;

Tunnellys og rømningslys styringer:

Styring av fullt lys på/auto og styring for rømningslys på/auto skal kunne gjøres for hvert løp.

Ventilasjonsstyringer:

Ventilasjon skal via styresystemet kunne styres løpvis i begge retninger.

Ventilasjon dersom renseanlegg er benyttet;

Det skal være egen vender for avstilling av renseanlegget. Venderen skal ha 2 posisjoner med stillingene auto og av.

Trafikkstyring

Ved betjening fra nødstyretablå må vender lokal/fjern stå i lokal. Herfra skal det være mulig med styring for stenging, nødstenging og åpning av tunnelen. Eventuell omkjøringsstyringer og tilbakestillinger til normalsituasjon m.m. skal også kunne iverksettes fra nødstyretablå. Status vedrørende samtlige nødstyringer skal overføres VTS. Konf. avsnitt "0 Styring og overvåkning av enkeltinstallasjoner".

### **7.3.11 Styring og overvåkning i fordelinger**

Styrefelt i tavlefront for ventilasjon

#### Funksjonskrav

Manuell styring av hvert trinn skal kunne utføres fra tavlefront i fordelingsrommene. Lokal- og fjernstyring av forover/revers skal ha trådbunden tidsforsinkelse på min. 20sek. Status om lokal/fjern overføres VTS. Signaler mellom SA og tavlefront skal koordineres. Nødvendig forrigling mot eventuell renseløyfe medtas. Tegning og signalliste utarbeides for vendere i tavlefront.

Styrefelt i tavlefront for tunnelbelysning

Funksjonskrav

Hvert lystrinn og ledelys skal kunne styres separat fra tavlefront. Status fra lokal/fjern vendere skal overføres til VTS. Signaler mellom SA og tavlefront skal koordineres. Tegning og signallister utarbeides for vendere i tavlefront.

Brannalarm i tekniske rom

Funksjonskrav

Det skal være separat signal vedrørende brannalarm i tekniske rom. Signal fra brannsentral skal føres til SA. Alarm skal overføres til VTS.

Dør til teknisk rom

Funksjonskrav

Dører til tekniske rom skal bestykkes med meldekontakter som tilkobles digital inngang på SA/SSA. Alarm skal overføres VTS ved åpning av dør. Det skal kunne legges inn tidsstyring og funksjon for utkobling av denne alarm (logg på printer opprettholdes).

### **7.3.12 Styring og overvåkning av tunnelbelysningen**

Funksjonskrav

Trinnregulering av lysnivå i tunnel gjøres normalt automatisk ved hjelp av lysnivåmålinger fra fotoceller eller luminansmåler montert ved innkjøring. Fotoceller tilknyttes nærmeste SA/SSA. Det benyttes en fotocelle i hver tunnelmunning. Ved feil på en av disse skal den andre overta styringen av lyset i den enden der fotocellen er defekt. Har men et prosjekt med to tunneler skal fotocellen som er plassert i samme ende i den andre tunnelen overta for den defekte.

Det skal være mulig å overstyre belysningen i tunnelen fra hhv. nødstyreskapene, tavlerommene og fra operatør i VTS.

Belysningstrinn for tunnelene deles f. eks. inn i 2 dagtrinn, skumringstrinn og natt-trinn. Skumringstrinn skal være gjennomløpende og styres via styreapparater i fordelingstavlene. Natt-trinn skal kun kunne styres fra tavlefront, ikke fra VTS.

Det skal også være mulig å hente ut signal for styring av/på for utvendig belyste skilt i daganlegget og evt. veglys.

Driftsmeldinger til vedrørende tunnellys

Funksjonskrav

Følgende driftsmeldinger skal overføres:

- dagtrinn ut/innkoblet
- skumringstrinn ut/innkoblet
- natt-trinn ut/innkoblet
- nødbelysning ut/innkoblet
- Status på styring auto/man fra nødstyreskap og vendere i tavlefront

Feil-/alarmmeldinger vedr. tunnellys

Funksjonskrav

Følgende feil-/alarmmeldinger skal overføres:

- sikringsbrudd
- gruppebryter utløst

Styrefunksjoner vedrørende tunnellys

Funksjonskrav

Vendere i tavler og nødstyretablåer må stå i fjern/auto for å muliggjøre fjernstyring av belysningen.

Følgende styrefunksjoner skal være mulig:

- tunnellys på/auto for hvert løp
- justering av grenseverdi (lux) for hvert trinn
- Styring av alle trinn separat samt fullt lys på i hvert av løpene.

### **7.3.13 Belyste skilt**

Funksjonskrav

Armaturer for utvendig belyste skilt skal kunne tennes fra nærmeste styreapparat (SSA i samleskap). Nødvendige relé og kontaktorer i samleskap skal medtas. Digital utgang på PLS i samleskap skal koble inn kontaktor for kurs til belyste skilt. Innkobling skal skje enten via tennspenning fra det lokale veglyset eller tunnelens fotoceller. Tennspenningen overføres til berørte samleskap.

### **7.3.14 Styring og overvåking av ventilasjonen**

Tunnelviftene

#### Funksjonskrav

Tunnelviftene skal kunne reguleres i flere trinn (spesifiser) i hvert av løpene. Samtlige vifter skal kunne reverseres.

Automatisk styring av ventilasjonen

#### Funksjonskrav

Normalt skal ventilasjonen i tunnellopene styres automatisk.

Styringsverdier skal være ihh til håndbok 021.

Ventileringen i hvert løp skal skje uavhengig av hverandre. Den skal styres i trinn på grunnlag av CO-/NO<sub>x</sub>-nivåmålinger, eventuelt med vindretningsmåler og temperatur i hvert løp. Grenseverdi (settpunktene) skal kunne justeres i PLS. Giverne skal gi måleverdier til styreapparatenes innganger. Nødvendig kalibrering skal utføres. Endelige verdier må avklares spesielt for hvert anlegg.

Måleverdier skal være "glattet" og med innlagt hysteresis for å hindre unødige korte start/stopp sekvenser.

Ved oppstart av ventilasjon ved første grenseverdi i CO-/NO<sub>x</sub>-nivå skal vifter for hvert trinn startes opp sekvensvis etter en gitt tidsforsinkelse mellom start av hver vifte. Vifte nr. 2 skal starte min. 5 sek. etter første vifte osv. Dette skal utføres med tidsreléer som skal kunne justeres fra 5 til 30 sekunders tidsforsinkelse. Ved reversering av viftenes dreieretning skal det legges inn via et tidsrelé i tavlen med minst 1 min. tidsforsinkelse før innkobling aktiviseres.

Ventilatorene skal kunne alternere for å oppnå jevn fordeling av driftstimer for hver gruppe av viftene. Vifte/ viftegruppe med lavest antall driftstimer skal starte ved hvert trinn. Programvare i PLS skal ivareta den beskrevne alterneringen.

Etter at ventilasjonen er startet eller trappet opp til neste trinn, skal ventileringen gå i minst 15 min. Nivå målinger foretas kontinuerlig. Dersom CO-/NO<sub>x</sub>-nivået ikke er øket siden forrige måling, skal ventileringen ikke trappes opp.

Tilsvarende skal stopp eller nedtrapping skje først når alle målerpunkt har sunket under deres respektive grenseverdier for de aktuelle trinnene.

Det skal være mulig å endre/utvide ventilasjonsprogrammet i styresystemet. Settverdier skal kunne parametreses via styresystemet.

Styringsmessig forrigling mellom fordelingstavler skal inngå i leveransen. Tunnelventilasjon skal forriggles mot eventuelle sjaktvifter i renseanlegg. Konf. avsnitt



### **7.3.15 Styring av partikkelreanseanlegg**

#### Funksjonskrav

Samtlige styringer mot reanseanlegg skal skje i henhold til de tekniske spesifikasjonene for anlegget.

Måleverdier fra siktmåler skal overføres til egnet SA slik at settverdien er parameterbar fra VTS. Ved nådd settverdi skal SA gi signal til automatikkskap for elektrostatfilter om åpning av spjeld i forfilter (hvis dette er installert). Fra automatikkskapet skal det etter at spjeld er åpnet sendes startsignal til reanseanleggets (evt. sjakt-)vifter .

Forrigling skal sikre at reanseanleggets vifter ikke skal kunne starte før spjeld er åpne og at spjeld heller ikke kan lukkes før viftemotorene har stanset helt. Dersom reanseanlegget ikke har denne forrigling innbygd, må den ivaretas av styringssystemet og implementeres i SA.

Dersom frekvensomformer benyttes til reanseanleggets vifter, skal SA videregående siktverdien til en regulator. Grenseverdi for dårlig sikt skal brukes som settpunkt i denne regulatoren som skal styre pådraget på frekvensomformerne. Viftenes turtall skal øke til innstilt verdi etter en justerbar tid i regulatoren fra 0 til 5 min, og de skal styres av én og samme regulator (viftene kjøres parallelt).

Før reversering av tunnelventilasjon skal kunne iverksettes, må reanseanleggets vifter være stanset og spjeld være lukket (forrigling medtas). Før iverksettelse av vask av elektrostatfilter skal sjaktvifter stoppes og spjeld skal være lukket. Tørring av filter utføres ved start av sjaktvifter regulert til full fart.

Ved eventuell reversering av vifter i tunnellop skal det være blokkert for åpning av spjeld og starting av reanseanleggets vifter.

. Programmessig forrigling mot pumper/ vifter, slik at effekt topper unngås.

#### Alarmgrenser

#### Funksjonskrav

Øvre grenseverdi for tillatt CO/NO<sub>x</sub> er definert i håndbok 021. Dersom CO-/NO<sub>x</sub>-nivået overstiger dette nivået i f.eks. 15 minutter, skal alarm oversendes VTS og tunnelen stenges for trafikk (tunnel stenging aktiveres av operatør i VTS eller fra nødstyreskap).

Driftsmeldinger m.m. til VTS vedrørende ventilasjon

Funksjonskrav

Følgende driftsmeldinger skal overføres til VTS:

- Viftetrinn inn-/utkoblet for hvert løp
- Indikering av kjøreretning på vifter
- Overføring av CO-/NOx-målinger, siktmålinger, vindretning, temperatur m.m., til VTS
- Status på styring auto/man/nød fra nødstyreskap og fra vendere i tavlefront

Driftstimer for hver vifte skal logges og lagres lokalt med mulighet til å kunne presenteres på lokal printer og med mulighet for en grafisk fremstilling i VTS (beskrives spesielt).

Feil-/alarmmeldinger til VTS vedrørende ventilasjon.

Funksjonskrav

Følgende feil-/alarmmeldinger (omfang vurderes) overføres til VTS:

- Sikringsbrudd
- Gruppebryter utløst
- Alarm høy CO/Nox
- Hovedbryter
- Overtemp./termistorvern
- Vibrasjonsvakt

Styrefunksjoner fra VTS vedrørende ventilasjon

Funksjonskrav

Følgende styringer skal kunne iverksettes fra VTS:

- Forover-/reversstyring av vifter løpvis (høyeste trinn).
- Brannventilasjon.

Ved oppstart av ventilasjon manuelt fra VTS må operatør velge tiden for manuell styring, slik at operatør ikke skal skulle glemme å stille ventilasjon tilbake til posisjon auto. Dette gjelder ikke brannventilasjonen.

## Instrumentering

### Funksjonskrav

I forbindelse med ventileringsfunksjonene er følgende givere aktelle (leveres av elektroentreprenør):

- CO-givere (kreves)
- NO<sub>x</sub>-givere (kreves)
- Siktålere (vurderes)
- Vindretning- og lufthastighetmålere (vurderes)
- Temperaturgiver (vurderes)

Verdier fra givene skal kunne leses av operatør i VTS.

### **7.3.16 Overvåkning og styring av sikkerhetsutrustninger**

#### Funksjonskrav

Med overvåkningsfunksjoner for sikkerhetsutrustninger menes følgende:

- Bruk av nødtelefon
- Brannslukningsapparat fjernet
- Skap til brannslukningsapparat åpnet
- Rømningslys
- Nødstrøm, UPS
- Brannmeldere tekniske rom
- Branndetektorer i tunnel

Signaler fra ovennevnte skal tilkoples styreapparatenes digitale innganger og meldinger fra disse videresendes til VTS. Strømforsyning for meldekontakter til skap tas fra tilhørende SSA-skap.

#### Bruk av nødtelefon

#### Funksjonskrav

Nødtelefonapparater utstyres med gaffelkontakter med signal tilknyttet styresystem. Ved bruk av nødtelefon skal en egen melding overføres til VTS. Styresystemet iverksetter også "frys" av det aktuelle ITV-kamera. Etter at alarmen er kvittert ut på sentralen, skal frysfunksjonen oppheves.

## Brannsløkningsapparat fjernet

### Funksjonskrav

Ved fjerning av brannsløkningsapparat gis det adressert melding til VTS i form av alarm på skjerm. Styresystemet skal iverksette "frys" av aktuelt ITV-kamera (styring av ITV-matrise lokalt via PLS) dersom dette ikke allerede er iverksatt etter at brannsløkningsapparatets skapdør ble åpnet. Etter at alarmen er kvittert ut på sentralen, skal frysfunksjonen oppheves.

Tunnelen skal automatisk kunne stenges hvis alarm for fjerning av brannsløkningsapparat er aktivert.

## Skap til brannsløkningsapparat åpnet

### Funksjonskrav

Adressert melding om skapdør til brannsløkningsapparat åpnet skal overføres til VTS med mulighet for indikering på skjerm samt "frys" av aktuelt ITV-kamera (styring av ITV-matrise lokalt via PLS). Etter at alarmen er kvittert ut på sentralen, skal frysfunksjonen oppheves.

## Rømningslys

### Funksjonskrav

Rømningslys skal tilkobles UPS kraft. Styring av rømningslys (av/på) skal manuelt kunne utføres fra VTS, fra nødstyreskap og fra tavler. Status fra rømningslysvender i nødstyreskap og fordelinger overføres VTS. Ved styring fra nødstyreskap eller tavler gis melding til VTS via styresystemet.

Ved nettfall skal rømningslys koples inn automatisk i hele tunnelen (begge løp). Rømningslys skal kople inn ved:

- fjening av brannsløkningsapparat
- alarm fra branndetekteringskabe
- ved utfall av nattlyskurser
- alarm fra branndetektor i tekniske rom

Det skal gis melding til VTS ved sikringsbrudd på rømningslys.

## Nødstrøm, UPS

### Funksjonskrav

Det skal gis melding til VTS om feil på UPS. UPS fordeling skal gi egne meldinger ved utfall av den enkelte UPS sikringskurs.

## Branmeldere tekniske rom

### Funksjonskrav

Det skal gis adressert melding til VTS ved utløst branndeteksjon i tekniske rom. Brannmelderen skal kunne resettes lokalt.

Brann-detektorer i tunnel

### Funksjonskrav

Det skal gis melding til VTS ved utløst branndeteksjon i tunnel. Systemet skal kunne stedfeste hvilket tunnelavsnitt alarmeren er utløst fra.

## **7.3.17 Styring og overvåkning av øvrige installasjoner**

### Funksjonskrav

Med øvrige installasjoner menes følgende:

- Åpning av SSA- og nødstyreskap, bomstyreskap, og dører mellom tverrforbindelser
- Pumpe-stasjon
- Porter

Disse installasjonene skal tilkobles styreapparatenes inn-/utganger. Strømforsyning for meldekontakter tas fra tilhørende SSA-skap.

Åpning av SSA- og nødstyreskap, bomstyreskap og dører i tverrforbindelser

### Funksjonskrav

Alle ovennevnte skapdører og eventuelt dører til tverrforbindelser skal bestykkes med meldekontakter. Dersom dør til nødstyreskap og bomstyreskap blir åpnet, skal VTS varsles om dette. Den samme funksjonen skal eventuelt kunne utløses dersom dørtil tverrforbindelse åpnes.

Pumpe-stasjon

### Funksjonskrav

Pumpe-stasjonen skal styres av lokal automatikk som starter/stopper pumpene etter lokale kriterier og overvåkning.

Styresystemet skal kunne motta følgende meldinger fra pumpe-stasjon og videreformidle disse som separate alarmer til VTS:

- Melding om olje (diesel m.m.) i utskiller
- Melding om gass i pumpestasjon
- Melding om kritisk høyt nivå
- Melding om høyt nivå
- Melding om lavt nivå
- Melding om sikringsbrudd
- Melding om styrestrømbrydd (alle faser)
- Melding om feil på pumper
- Samlemelding motorventiler og termisk overvåking
- Melding om motorvern utløst
- Melding om pumper i drift
- Melding om manuellstyring fra pumpestyringsskap
- Melding om fjernstyring av stasjonen fra VTS

Programmessig forrigling mot ventilasjon skal være mulig i styresystemet. Styrestemmet skal ikke kunne overstyre lokal automatikk i pumpestasjon ved kritisk høyt nivå i pumpebasseng.

Kuldeport, motorisert

#### Funksjonskrav

Kuldeport styres av lokalt styresystem. Styresystemet skal kunne ivareta en programmessig forrigling mellom kuldeport og ventilasjon i tunnelen.

Styrbar port i tverrforbindelser i tunnel

#### Funksjonskrav

Motorisert port skal beskrives spesielt. Denne skal styres av lokalt system og skal programmessig kunne forrigles mot rød vekselblink / stengt tunnel. Signalliste for tilknytning mot SA/SSA skal koordineres mot leverandør. Det skal være et betjeningspanel plassert ved porten for lokal styring.

### **7.3.18 Styring og overvåking av trafikktekniske installasjoner**

Styring og overvåking av enkeltinstallasjoner

#### Funksjonskrav

Styringen av den enkelte installasjon skjer enten på grunnlag av:

- a. Styringskommando for iverksetting av signalplan
- b. På grunnlag av styringskommando for kun denne installasjon.

Installasjonene kan inndeles i følgende kategorier:

- Variable skilt
- Kjørefeltsignaler

- Røde vekselblinksignaler
- Bommer
- Gule varselblinksignaler på bommer
- Enkeltstående gulblinksignaler på faste skilt (Gul blink på variable skilt er styringsmessig å betrakte som en integrert del av skiltet)
- Belysningsarmaturer for skilt

Alle installasjonene skal styres ut med enkeltkommandoer. Eneste unntak fra dette kan være:

- kjørefeltsignaler for "reversert" kjøreretning over samme kjørefelt inne i tunnelene i de tilfeller hvor flere signalrekker er tilknyttet samme lokale SSA-skap.
- parvise røde vekselblinksignaler
- parvise fartsgrenseskilt.

I disse tilfellene kan felleskommando benyttes for nevnte installasjoner.

Belysningsarmaturer for skilt styres generelt lokalt, direkte av PLS'ene på grunnlag av styringsimpuls fra vegbelysningen eller ivertert skumringstrinn. Enkelte belysningsarmaturer på mekanisk variable skilt styres i henhold til aktivert tilstand på skiltet (gjelder skilt uten budskap i normalposisjonen).

Dimmefunksjonen på diodebaserte installasjoner i daganleggene styres automatisk på grunnlag av samme styringsimpuls som styrer vegbelysningen. Dimming av installasjoner i tunnelens innkjøringssoner (og enkeltinstallasjoner i tilliggende utkjøringssone) styres på grunnlag av inn-/utkobling av tunnelbelysningens dagtrinn i innkjøringssonen.

Det forutsettes en utgang for hver tilstand en installasjon (evt gruppe av installasjoner) kan ha. Alle installasjoner (unntatt belysningsarmaturer) skal gi individuelle feil- og tilstandsmeldinger som skal føres tilbake til VTS. Ved setting av en utgang (kommando) overvåkes tilbakemeldingen fra installasjonen. Kommer ikke riktig tilbakemelding for iverksatt kommando ( responstiden varierer for ulike installasjonstyper), meldes det feil. Skulle tilbakemeldingen komme for deretter å falle uten at ny kommando er gitt, meldes det feil på installasjonen. En kommando blir stående så lenge tilstanden skal opprettholdes. Skulle styre- og overvåkningssystemet falle ut, må installasjonene opprettholde tilstanden som den siste kommandoen tilsvarer (ivaretas i utgangspunktet lokalt i den enkelte utstyrsenhet, men skal avklares og dokumenteres). Eneste unntak fra dette er installasjoner for tilfartskotroll som skal gå i gul blink, eventuelt slukke.

## Kjørefeltsignaler

### Funksjonskrav

Som tilbakemeldinger (innganger) forutsettes en tilbakemelding fra hver pære/lyskilde og ingen tilbakemelding fra tilstanden mørk. Dersom reléteknikk benyttes for styring av kjørefeltsignalene, kan det gis et pulssignal på mørkutgangen for å slukke lampen, samtidig som kommando om tenning av ny lampe gis. Dersom det blir installert egen PLS for styring av kjørefeltsignalene, gis det kun ett signal for hver posisjon.

Ved kommando om rødt kryss settes det én utgang, mens det forventes å få to tilbakemeldinger, én for hver pære. Mangler tilbakemelding fra den ene pæren, meldes det feil på én pære videre til VTS. Mangler det tilbakemelding fra begge pærene, meldes det feil på installasjonen.

For LED signaler skal det være en tilbakemelding for delvis utfall og for ulesbart utfall.

Kjørefeltsignaler som står "rygg mot rygg" skal elektrisk forrigles slik at de ikke kan vise grønn pil samtidig.

Det gis en kommando om blinkende gul pil og det gis en fast tilbakemelding fra installasjonen så lenge blinkfunksjonen er aktiv.

Hovedtyper av trafikkstyringsprogram

#### Funksjonskrav

Trafikkstyringsprogrammer kan inndeles i to kategorier:

- Dynamiske trafikkstyringsprogram  
Eks: Kjøvarsling, hastighetsharmonisering, ramp/meetering/tilfartskontroll
- Ferdig utarbeidede program som iverksettes av operatør  
Eks: Program for stenging av tunnellop, stenging av kjørefelt, tovegstrafikk i ett tunnellop ved normalt to envegsrettede tunnellop, omkjøringsvisning ved stengt tunnel.

Dynamiske trafikkstyringsprogram

#### Funksjonskrav

Styringen utføres normalt lokalt uten at operatør i VTS behøver å gripe inn. Styringsalgoritmer plasseres desentralt koblet til et trafikkdetekteringssystem for innsamling og analyse av trafikkparametre. Det kan i mange tilfeller være hensiktsmessig å skille mellom;

- 1) Algoritmer for analyse av trafikkparametre relatert til snitt og strekninger (Konf. "0 Systemer for hendelsesdetektering (AID-systemer)" og "0 Utstyr for innsamling av statistikk".)

Glattede verdier bør benyttes som analysegrunnlag/vurdering av aktuell parameterverdi. Beregnede parameterverdier inngår som inngangsverdier til;



## 2) Algoritmer for styring av trafikktekniske installasjoner

På grunnlag av til en hver tid opptredende parameterverdier i ulike snitt / på ulike strekninger fastlegger algoritmene hvilke installasjoner som skal utstyres til hvilken tilstand og i hvilken rekkefølge. Det er ikke hensiktsmessig å beskrive ovenstående algoritmer detaljert som utgangspunkt for anbudet. Beskrivelsen bør begrenses til en detaljert funksjonell beskrivelse.

For ramp/meetering og tilfartskontrollsystemer må spesifiseres oppstarts- og avslutningsprosedyrer samt generelle oppbygging av vekslingsyklus med angivelse av faste vekslingstider.

Enhver endring i hovedmodus for de dynamiske styringsprogrammene skal tilbakemeldes til VTS.

Et hvert dynamisk trafikkstyringssystem bør inkludere overføring av sanntids trafikkdata når disse data legges til grunn for styringsalgoritmene. Dataoverføring bør begrenses til perioder hvor trafikkstyringssystemet er operativt, alternativt etter andre spesifiserte kriterier. Trafikkdata må alltid kunne overføres til VTS på grunnlag av ønske fra operatør.

Dynamiske trafikkstyringsprogram må kunne overstyres av operatør i VTS ved at de utkobles, alternativt settes i utvalgt hovedmodus, f.eks. for et tilfartskontrollsystem.

Ferdig utarbeidede trafikkstyringsprogram

### Funksjonskrav

Programmene bygges opp av overordnede og lokale program.  
Alle program bør kunne parametreses og installeres fra VTS.

Styringsfilosofien bør være avsnittsorientert.

Et overordnet trafikkstyringssystem består generelt av følgende hovedkomponenter;

- Parametreringssystem for overordnede og lokale signalplaner, programforriglingsmatrise overgangsmatrise, meldetekster, objekter etc

Lokale signalplaner overføres og lagres lokalt

- Overordnede signalplaner

En beskrivelse av koblingsforløpet (lokale signalplaner, kommandoer mot enkeltinstallasjoner, ventefunksjoner, aktivering av "FRYS"-funksjon for spesifiserte ITV-kamera, nødvendige stopp i vekslingen for manuell kontroll / kvittering fra operatør, oppslag av ledende meldetekster for operatør etc).

Veksling fra ulike aktuelle trafikksituasjoner i anlegget til en ny gitt trafikkregulering (slutttilstand) har i utgangspunktet alle hver sin unike overordnede signalplan.

En overordnet signalplan kan omfatte ett eller flere avsnitt (Fleravsnittsreguleringer).

- Programforriglingsmatrise

Opplysninger om hvilke slutttilstander det er lov å etablere i det enkelte avsnitt med utgangspunkt i foreliggende trafikkreguleringer. Programforriglingsmatrisen bør være dynamisk slik at kun trafikkreguleringer som lar seg iverksette på det aktuelle tidspunkt gjøres tilgjengelig for operatørene; Hvilke reguleringer som er blokkert skal gå klart frem.

- Overgangsmatrise

Oversikt over alle overordnede signalplaner med angitt tilknytning mellom den enkelte plan og aktuell overgang mellom ulike trafikkreguleringssituasjoner i de enkelte avsnitt.

- Skjermbilder for visualisering av aktuell tilstand på de enkelte trafikktekniske installasjoner til en hver tid.

De funksjonelle krav til et overordnet trafikkstyringssystem må spesifiseres med utgangspunkt i ovenstående hovedpunkter tilpasset sentralens forventede funksjon og omfang og kategori på de trafikkavsnitt den forventes å skulle betjene. Tilsvarende må enkeltelementene i systemet dimensjoneres/sikres utbyggingsmulighet med hensyn på fremtidig behov.

Omfang av overordnede planer som skal realiseres i forbindelse med leveransen, må angis. Spesifisering av antatt kompleksitet for de enkelte overordnede planene bør tilsvarende gis.

Lokale signalplaner utarbeides i henhold til inndelingen av trafikkavsnittet i logiske avsnitt for trafikkregulering. Tilordning av trafikktekniske installasjoner til det enkelte logiske avsnitt må utføres av byggherren (trafikkteknisk ansvarlig) og i utgangspunktet fremstå som endelig overfor leverandør. Antall installasjoner pr. definert logisk avsnitt bør angis.

Det bør være mulig å realisere lokale signalprogram bygd opp av flere sekvenser med innebygd angivelse av tidsforsinkelse mellom aktivering av de ulike sekvensene.

Antall lokale signalplaner for det enkelte logiske avsnitt bør spesifiseres med hensyn på antall planer som antas realisert i forbindelse med leveransen, kapasitet som skal installeres i den enkelte SA og hvilken utbyggingsmulighet det settes krav til.

## Prioritetsstyring

### Funksjonskrav

En prioritetsstyringsfunksjon benyttes for å minimalisere antall signalplaner på overordnet og lokalt nivå. Prioritetsfunksjonen er tilknyttet den enkelte installasjon, primært kjørefeltsignaler og variable skilt. Funksjonen realiseres vanligvis lokalt.

Prioritetsrekkefølgen for den enkelte installasjon skal kunne være individuell. For kjørefeltsignaler er prioritetsrekkefølgen vanligvis:

- Rødt kryss
- Gul skråpil
- Grønn pil
- Mørk

Prioritetsstyringsfunksjonen har som utgangspunkt at en enkelt installasjon i et avsnittsorientert trafikkstyringssystem vil kunne motta flere kommandoer samtidig. Funksjonen tar stilling til hvilken kommando som skal iverksettes og hvilke som skal undertrykkes. Funksjonen funksjonsbeskrives.

#### Forrigling av bommer

##### Funksjonskrav

Senking av bommer skal skje med forrigling mot belegg av nedfrest detektorsløyfe under bommen. Ansvarsfordeling mellom elektro-/styringsentreprenør og evt. bomleverandør må avklares og dokumenteres med hensyn på fresing og legging av detektorsløyfer, tilkobling av detekteringssløyfer til bommens styrehus samt levering av forriglingslogikk. Normalt bør ovennevnte betraktes som en del av utstyrsenheten.

Senking/utsvinging av bommer skal for bestemte bommer være undergitt en lokal forrigling slik at bommer ikke kan heves eller svinges ut hvis spesifiserte røde vekselblink eller overhengende kjørefeltsignaler i snittet ikke viser rødt lys. Spesifikasjon av bommer som skal undergis forrigling mot spesifiserte installasjoner med krav til aktivt rødt lys må angis.

#### Overvåkning av driftstider

##### Funksjonskrav

All belysning/ventilasjon skal overvåkes lokalt og i VTS m.h.t. økonomiske/optimale driftstider. (Driftstidregistrering lokalt plasseres i tavlefront).

Nødvendig programvare for innsamling og overføring av driftstider til VTS skal være inkludert i leveransen. Driftstider skal overføres VTS hver time (skal kunne endres) for hvert belysningstrinn og ventilasjonstrinn i hvert løp.

### **7.3.19 Funksjoner i Master**

#### Funksjonskrav

Det skal fra leverandørens side vedlegges en utfyllende beskrivelse av hvordan Master PLS (overordnet styreapparat i den lokale styringsutrustningen) skal utføre de beskrevne funksjoner for styring og overvåkning av tunnelene. Det blir lagt stor vekt på entydig og dokumenterte opplysninger om følgende funksjoner:

- Prosessovervåkning (samtlige signaler som overvåkes, f.eks. renseanlegg, pumper, ventilasjon, skiltstyringer m.m.)
- Datainnsamling (fra installerte systemer)
- Bearbeidelse og presentasjon av prosessdata
- Prosesstyring (samtlige objekter som styres)
- Kommunikasjon mot "sambandsenhet" i VTS
- Kommunikasjon mot vakt-/driftsterminal
- Kommunikasjon mot periferiutstyr (lagringsenhet, printer, personsøker m.m.)
- Protokollering av hendelser (kapasitet, frekvens, omfang)
- Protokollering av FDV (forvaltning, drift og vedlikehold)
- Kommunikasjonsgrensesnitt mot
  - desentraliserte styreapparater SSA-PLS
  - overordnede styreapparater (SA-PLS)
  - andre typer tilknytninger spesifiseres

Master skal fungere som den overordnede lokale styrings- og overvåknings-PLS for tunnelen. Samtlige desentraliserte styreapparater (SSA-PLS'er, PLS'er i nødstyretablå og SA-/SAT-PLS'er) skal tilknyttes Master via bruk av felles busskabel.

Master skal leveres med egen printer for nødvendig lokal logging/avlesning av hendelser i "prosessen". I større anlegg bør det vurderes å benytte egen PC/operatørplass lokalt som er tilknyttet Master. Prioritet mht. styring fra VTS og lokalt må avklares.

I tillegg til at anlegget skal kunne parametres fra VTS skal det også fra Master kunne utføres nødvendig programmering/parametring av samtlige PLS'er i anlegget. All programvare skal kunne lastes over fra Master til SA-enheter uten å sette anlegget ut av drift. Det skal oppgis om eventuell ekstra busskabel må monteres for å imøtekomme denne funksjon.

Master skal inkludere program for presentasjon av alle hendelser i tunnelene for utskrift av disse til printer.

Master skal ivareta samtlige interne organisasjonsmessige funksjoner som er nødvendig for automatisk drift og overvåkning av tunnelene. Dette omfatter også automatisk og kontinuerlig kommunikasjon mot VTS. Dette krever en høy grad av kompetanse og erfaring med hensyn til den prosessoppgaven som skal løses for tunnelene.

### **7.3.20 Funksjoner i styreapparatene**

#### *Funksjonskrav*

Styreapparater deles inn i SSA (skiltstyreapparat) og SA (logisk styreapparat). Styreapparatene skal bestykkes med I/O kort, kommunikasjonskort, programvare m.m. for de funksjoner som hvert enkelt styreapparat er tildelt. Funksjoner i styreapparatene skal i utgangspunktet være tilsvarende som for Master. Styreapparater vil for øvrig ha begrenset "ansvarsområde" sammenlignet med Master. Styreapparatene skal kunne motta telegrammer for iverksettelse ønsket handling og skal returnere telegrammer vedrørende status, feil, alarmer etc. til Master. Styreapparater skal videre kunne ivareta lokale prosesser basert på input fra f.eks. måledata fra tilknyttede givere m.m. Styreapparater skal knyttes i sammen med Master via felles PLS-buss.

### **7.3.21 Øvrige funksjoner**

#### *Funksjonskrav*

Hvorvidt de beskrevne funksjoner skal realiseres i de lokale styreapparatene (SSA) eller i SA styreapparater kan leverandøren til en viss grad avgjøre selv på grunnlag av det system som tilbys. Det er av kapasitetshensyn ønskelig å begrense antall styreapparat (deltagere) som definert fra VTS. Dette for å forhindre for stor toveis aktivitet mellom VTS og anlegget.

Med hensyn til trafikkprogrammene som skal realiseres, er det lagt vekt på at de dekker de installasjonene som er tilordnet hvert overordnet styreapparat (SA). VTS vil kommunisere kun mot de overordnede SA-PLS'er i anlegget hvor hver SA skal ivareta trafikkstyringer for dets tilhørende avsnitt. Dette innebærer at den videre kommunikasjon mot SSA-PLS'er skal ivaretas i det lokale styresystem. Det er prosjektert benyttet SA-PLS'er til trafikkstyring (logiske enheter), samt en teknisk SAT i hver fordelingstavle (lys, ventilasjon, m.m.) og en overordnet Master-PLS. Konf. avsnitt "0

### **7.3.19 Funksjoner i Master".**

Hvordan kommunikasjon mellom SA og SSA gjennomføres, kan velges av leverandør, men løsningen skal ivareta de beskrevne krav og funksjoner og skal koordineres med kommunikasjon mot VTS.

### **7.3.22 Byggherrens egne programmeringsmuligheter**

#### *Funksjonskrav*

Det forutsettes at all programmering av de lokale styreapparatene skal foretas av leverandøren, i samarbeid med programmerer av sentral i VTS når det gjelder detaljerte funksjonstabeller. Opplæring i programmering av lokale PLS'er skal medtas i anbudet.

Det forutsettes at de overordnede og lokale trafikksignalprogrammer m.m. parametres fra VTS og overføres til det lokale styringssystem. Det lokale styringssystem skal ivareta den videre formidling til de berørte styringsenheter i anlegget som skal iverksette den aktuelle styringen/overvåkingen av hvert objekt. Det lokale styringssystem skal idriftsettes på et slikt nivå at det ivaretar de beskrevne funksjoner. Dette innebærer at nødvendig koordinering og avklaring inneholder samtlige styringskonsept og at felles forståelse av funksjonalitet for det komplette anlegg avklares og samkjøres. Funksjonalitet for det komplette anlegg skal være definert/beskrevet på en slik måte at det ikke skal være rom for misforståelser partene imellom

### **7.3.23 Krav til sikkerhet og pålitelighet**

#### *Funksjonskrav*

Generelt kreves det høy sikkerhet og pålitelighet av alt utstyret som omfattes av denne prosessen. Det legges stor vekt på at utstyret i tavler, i tunnelen og ute ved daganleggene er i stand til å operere selvstendig, slik at f.eks. utrykninger for å restarte utstyret/anlegget unngås. Etter et midlertidig utfall av strømforsyning skal utstyret være i stand til å komme i gang av seg selv. Rutiner og funksjonalitet skal koordineres med VTS.

Følgende dokumenteres:

- Gjennomsnittlig tilgjengelighet (erfaringstall) % oppetid.
- MTBF (mean time between failure)
- MTTR (mean time to repair)

Ved beregning av disse størrelsene skal det tas hensyn til den anbefalte mengde reservedeler og opplæring som angitt i prisbladet. Dersom de er tilgjengelige, er det ønskelig med tall fra aktuelle referanseprosjekter med oversikt over typiske feilkilder/problemer.

### **7.3.24 Meldinger til VTS**

#### *Funksjonskrav*

Meldingene til VTS styres ut fra det lokale system til VTS. Omfang av meldinger som skal overføres til VTS vil variere fra tunnel til tunnel. Videre vil omfang være avhengig av om det er etablert fast samband eller om det benyttes en begrenset protokoll som f.eks. infranett. Endelig omfang må vurderes og avklares separat for hvert enkelt prosjekt.

Meldinger som skal overføres til VTS, er beskrevet spesielt for hver type installasjon i tunnelen.

Meldinger til VTS skal være entydige med referanse til tunnel, hvilket løp, tavlenavn, objektnavn m.m. Signallister skal være til hjelp for leverandøren for den endelige utarbeidelse av tekster. Det skal utarbeides en mal for standardtekster for de ulike type meldinger.

### **7.3.25 Overføringer av analoge måleverdier til VTS**

#### *Funksjonskrav*

Fra tunnelen skal det kunne overføres måleverdier fra følgende utstyr:

- CO-målere
- NO<sub>x</sub>-målere
- Siktmålere
- Målere for vindretning og hastighet
- Lysmålere
- Temperaturmålere
- Målere av relativ fuktighet

Operatør i VTS skal kunne lese analoge verdier direkte fra skjerm grafisk og tallverdi (eks. skjerm bilde for ventilasjon). Hvert enkelt målepunkt skal kunne avleses separat. Dersom anlegg tilknyttes eksisterende system i VTS, skal eksisterende system for skjerm bilde og for presentasjon av måleverdier benyttes.

Givere skal tilkobles innganger på angitte styreapparater i tunnelen. Det lokale styresystem skal overføre disse til VTS. Nødvendig lagringsenhet, programvare, bestykning av kort m.m. skal medtas.

### **7.3.26 Krav til systemets respons**

For å kunne ivareta de sikkerhetskrav som er satt til systemet, må systemet gi operatøren alarmer og informasjoner på en rask og sikker form. Videre skal styrekommandoer fra operatøren ankomme styreobjektet så hurtig og sikkert som mulig.



For tunnelens vedkommende vil følgende krav til systemrespons settes:

- Hendelser: Max 3 sekunder fra en hendelse inntreffer til operatør varsles.
- Måleverdier: Analoge verdier på 8 bits form. Ikke eldre enn 10 sek.
- Styringer: Ankommet til objektet innen 3 sek. fra frigivelse av operatør.
- Trafikkdata: Online data ikke eldre enn 3 sek. fra detektert eller beregnet hendelse (ved kødannelse)
- Øvrige krav: Styringskommandoer skal kunne "komme igjennom" selv om det går full trafikk i melderetning (full dupleks)

### **7.3.27 Uttesting - Omfang**

Følgende aksepttester skal finne sted i prosjektperioden:

- Datatest
- Fabrikk test (FAT, Factory Acceptance Test) Fabrikktest på sammensatte enheter, delprodukter etc. vurderes spesielt der dette er aktuelt
- Overtakelsesprøve (CAT, Customer Acceptance Test)

Datatesten har til hensikt å teste at alle meldinger og signaler fra systemet er komplette og riktige. Videre at alle kommandoer/styringer er riktige. Alle dynamiske og statiske data som fremkommer i tabeller og oversikter skal testes. Protokoll skal fremlegges.

Overtagelsesprøven gjøres på komplett ferdig montert og utprøvd system på anleggsstedet. Byggherren overtar anlegget dersom det tilfredsstillende stilte krav og spesifikasjoner. Protokoll skal fremlegges.

Det forutsettes at leverandøren har et system med sjekklister for å gjennomføre testene. Sjekklister inngår i protokollene.

## 8. Fiberoptiske installasjoner

### 8.1 Generelle spesifikasjoner for fiberoptiske anlegg

Kravene er tilpasset Statens vegvesen med henblikk på bruk av fiberoptikk i generell telecom og styringssystemer for tunneler.

Dokumentet deles inn i to deler : 1 Spesifikasjoner for materiell, 2 Prosessbeskrivelser for håndtering av anbudsdokumenter. Det er i dokumentet lagt vekt på å fremskaffe kravspesifikasjoner som er lette å forholde seg til i praksis.

Dette betyr at kravet til dokumentasjon vesentlig er gitt uttrykk i beskrivelser, mens spesifikasjoner for materiell er gitt i kjente konkrete parameter som er enkle å sammenligne.

Henvisninger til IEC og andre normer tones vesentlig ned av den grunn.

Dette anses som et arbeidsdokument og inneholder derfor kommentarer og forklaringer som grunnlag for valg av løsninger, disse kan gjerne diskuteres før endelig valg.

#### Spesifikasjoner for materiell

1. **Kabler** : Det benyttes som hovedregel kabel uten metallisk ledende kappe eller skjerm. For bruk innendørs og i termineringspunkt i forbindelse med jordkabelanlegg med åpen kabelkanal over 10 m skal det alltid brukes kappemateriale som er halogenfri og flammehemmende. For kanalkabel benyttes som hovedregel ikke halogenfrie materialer da disse gir høy friksjonskoeffisient med tilhørende fare for skade under trekking. Det benyttes som hovedregel loose tube kabel ( 250 mikron fiber i rør) ved jordkabel og kanalanlegg. Ved innvendig kabling brukes det som hovedregel tight buffer (fiber med fast kledning 900 mikron) Det skal tas hensyn til bruksområde ved valg av kabeltype og kablen må ha tilstrekkelig mekanisk strekkstyrke enten med innebygd strekkelement i senter eller under kappematerialet.
2. **Kontakttyper Multimodes 62,5/125 Ethernet.** Det benyttes **SC** kontakter. Dette er ny standard som erstatter ST på 10/100 Mbs systemer. Maksimalt tillatt innskuddsdemping: 0,5 dB.
3. **Kontakttyper Singlemode 9/125** Standardsystemer Telecom, styring. Det benyttes **FC/PC** kontakter. Maksimal tillatt innskuddsdemping : 0,3 dB. Minimum 50 dB refleksjonsdemping. Maksimalt avvik etter 1000 koplinger 0,2 dB. Temperaturområde – 40 til +80
4. **Kontakttyper Singlemode 9/125** Analoge systemer, radio systemer, CAT systemer. Det benyttes **E2000 APC 8 grader vinkel.** Maksimal tillatt innskuddsdemping : 0,3 dB. Minimum 80 dB refleksjonsdemping. Maksimalt avvik etter 1000 koplinger 0,2 dB. Temperaturområde – 40 til +85. Dette er en kvalitetskontakt som løser alle problemer iht. til alle problemer med standarder og

- kvalitetskrav. Kontaktor på annet utstyr, FC/PC. Dette vil kreve eget panel til radiotilkobling.
5. **Adapter:** Samme som for kontakter.
  6. **Termineringsbokser/paneler** Det velges paneler for vegg eller 19" alt ETSI ( metrisk standard ), montering maksimalt 24 fiber pr panel.
  7. **Skjøtebokser :** Det velges skjøtebokser som ivaretar bøyekontroll av fiberene minimum 45mm bøyeradius, samt strekkavlasting av kabelen. Tetningsgrad iht bruksområde. Boksene fylles maksimalt opp 80 % av full kapasitet.
  8. **Blindplugg** : Det monteres blindplugg i alle ledige adapter og panelhull.
  9. **Patchesnor** : Samme som kontakter, leveres simplex eller duplex. Patchesnor skal ha strekkavlasting og være forsterket med kevlar eller glassfibergarn min. 2,1 mm maks 3,0 mm diameter målt på enkeltleder.
  10. **Preterminerte kabler :** Det skal som en hovedregel benyttes preterminerte kabler ved avslutninger i paneler og bokser. Dette gjelder både singlemodus og multimodes kabler. Innskjøting av pigtail tillates hvis arbeidet kan utføres i romtemperatur og skjøtemaskinen er av en type som kompenserer for trykk, temperatur og fuktighet. Skjøtemaskinen skal også kunne måle mekanisk bruddstyrke på ferdig skjøt i området 20 til 50 N
  11. **Organiseringsenhet for overskytende fiberlengde på patchesnor (Posthyll):** Det etableres organiseringsenheter der overskytende lengde på patchesnor kan kveiles bort. Dette er særlig aktuelt ved bruk av 19" rack. I tillegg skal det monteres vertikale og horisontale føringer.
  12. **Generelt :** Det tillates ikke flere typer adapter i samme panel eller boks
  13. **Merking:** Kabel må merkes med fra/til. I tillegg skal hver enkelt fiber merkes med nr. på snor og i panel. Kabel må merkes i hver kum. Eier av kabel må også fremgå av merking. Stamkabel med avgreining inn til tavlerom, fibre merkes med nr. de har i stamkabel. En skal ikke begynne på nytt med nr. 1-n når denne avgreines inn i tavlerom.

## 8.2 Krav til dokumentasjon

Det leveres datablad til alle optiske komponenter og kabler som leveres. Hvis det benyttes **egenproduserte** komponenter eller termineringsbokser skal følgende parameter testes og vedlegges testrapport :

- IP grad
- Optisk stabilitet innenfor brukstemperaturområde  $-20$  til  $+ 70$  grader Celsius
- Optisk stabilitet under vibrasjon, definert av bruksområde
- Kapasitet i antall fiber, kontakter eller termineringer
- Bølgelengdeområde

### Krav til innmåling og dokumentasjon

For **multimodes fiber** demonstreres utført effektmåling sammenholdt mot beregnet resultat for alle fiber. Alle skjøtepunkter og termineringer medtas.  
Målingene gjøres ved 850 nm og eller 1310nm.

For **singelmodes fiber** måles alle fiber med OTDR, dvs. to veis målinger ved både 1310 og 1550 nm.  
Maks tillatt demping pr fiberskjøt maksimalt 0,15 db.

Dokumentasjon skal inneholde lengdediagram som viser faktisk målt kabellengde i meter avlest på kabel.

Lengde i meter målt med OTDR.

Lengde mellom hver skjøt.

Det beregnes gjennomsnittsdemping pr km, samt demping pr skjøt.

### Anbudsdokumenter

Når det gjelder anbudsdokumenter må disse minimum inneholde følgende i tillegg til prosessbeskrivelsene:

- Lengdediagram for hver enkelt fiberkabel med beskrivelse av lengder i meter mellom skjøter og termineringer.
- Kabelstørrelse mellom alle punkter
- Antall termineringer i hvert punkt
- Fiberfordeling i hver skjøt.
- Fordeling av fiber til termineringspunktene i skjøtepunktene
- Tydelig angivelse av fiber i tamp og ikke terminerte fiber
- Merking

### 8.3 Prosessbeskrivelser/-krav for anbudsutarbeidelse av fiberoptiske anlegg

Det foreslås følgende defineringer til bruk i prosessbeskrivelser:

- **Levering av Fiberkabel :**

Prosessen beskriver type fiberkabel. Det bør i utgangspunktet velges kabel uten metallisk ledende kappe, skjerm eller strekkelement. Dette gjelder for jord, kanal og luftkabel. Hvis dette ikke velges må det begrunnes. Argumenter for kan være ønske om gnagerbeskyttelse eller grøfter uten forsvarlig overdekning eller sand. Valg av kabeltype overlates til tilbyder,

**Prosessen beskrives :**

Singelmodus kabel G24 SM 9/125 Første ledd angir antall fiber, andre angir singlemodus med kjernediameter på 9 micr. og kladding på 125 micr. Forøvrig etter standard ITU-T-G652

Multimodes kabel G24 MM 62,5/125 Første ledd angir antall fiber, andre angir multimodus med kjernediameter på 62,5 micr. og kladding på 125 micr. Forøvrig etter standard ITU-T-G651

Type kabel, **Enhet: Meter**

- **Forlegning av fiberkabel :** Prosessen beskriver hvordan kabelen forlegges.

**Prosessen beskrives:** Trekking, blåsing, fløting eller opphenging.

**Enhet : Meter**

- **Terminering av preterminerte fiberkabler :** Prosessen beskriver prinsippet fiberene skal termineres på. Ved store fiberantall over 48 er det upraktisk og nærmest umulig å terminere direkte på fiberkabelen. Det er derfor vanlig med en overgangskjøtt til passende antall mindre kabler fks 96 fiber i hovedkabel grenes ut i 4- 24 fibers tørre halogenfrie innføringskabler. Dette har også sammenheng med restriksjoner på vaselinfylte kabler inn i innendørs rom pga brann, krav om halogenfrie kapper osv.. Overgangskjøtt synliggjøres i annen prosess.

**Prosessen beskrives :** Terminering og montering av preterminerte fiberkabler i bokser og paneler. Adapter inngår ikke. **Enhet : Stk fiber**

- **Panel for fiberterminering :** Prosessen beskriver hva slags panel fiberene skal monteres i. Veggskap, 19" eller ETSI standard (europeisk standard). Antall fiber og antall adapter beskrives

**Prosessen beskrives :** Panel for fiberterminering. Størrelse og type, adapter antall.  
**Enhet: Stk Panel.**

- **Boks for fibermontering** : Prosessen beskriver hva slags boks som ønskes brukt. Utvendig, innvendig, materiale, tetningsgrad. Antall fiber og adapter beskrives.

**Prosessten beskriveres** : Boks for fiberterminering. Størrelse og type, adapter antall.  
**Enhet: Stk panel.**

- **Skap for fiberterminering** : Prosessen beskriver levering og montering av fiberskap. Type, størrelse 19" eller ETSI rack.

**Prosessten beskriveres** : Skap for fiberterminering, levering og montering. **Enhet: stk skap**

- **Skjøteboks for fiberskjøt** : Prosessen beskriver skjøteboks for antall fiber som ønskes skjøtt med antall kabler. Inneholder alt materiell.

**Prosessten beskriveres** : Skjøteboks for fiberskjøt : **Enhet: Stk skjøtebokser.**

- **Skjøting av fiber** : Prosessen beskriver antall fiber som skal skjøtes og hvordan ( in- ut ).

**Prosessten Beskrives** : Skjøting av fiber. **Enhet : Stk fiberskjøter totalt pr skjøteboks**

- **Patchesnorer** : Prosessen beskriver type patchesnor simplex eller duplex og angir kontakttype , samt lengde. Tykkelse min 2,1 mm

**Prosessten beskriveres** : Patchesnorer. **Enhet: Stk Patchesnorer.**

- **Dokumentasjon** : Prosessen beskriver nødvendige målinger som skal utføres og dokumenteres. Krav til måling og dokumentasjon i henhold til tekniske spesifikasjoner

**Prosessten beskriveres** : Dokumentasjon og måling. **Enhet: Rund sum**

## 9. Kabler

### 9.1 Generelle krav

- Kabler i tunnelene skal være av type med heltrukken kappe og alle koblinger skal være i vann og støvtette bokser. **Hengekabel av type EX skal ikke benyttes i tunneler.** ( Den korrosive atmosfæren i tunnelene bryter ned isolasjonsevnen til kabel og klemmer og reduserer levetiden til 5 - 10år
- Kabler for sterkstrøm skal være av selvlukkende type som ikke avgir halogengasser ved brann. ( Type IFSI o.l.) Dersom kablene graves ned eller blir tildekket av ikke brennbart materiale som betong o.l. kan vanlige kabler benyttes ( Type PFSP ).
- Kabel til vifter type PFSP skal føres opp bak veggelement / PE-skum beskyttet av kabelvernør NT10. Hvis veggelement/PE-skum ikke monteres, dekkes rørene direkte med sprøytebetong.
- Kabler kan legges på kabelstige eller henges fritt på vaier, ( Type rustfri syrefast bardunvaier) festet med lysbestandig strips, og sikres med en stålstrips for hver 2 meter.
- Alle koblinger utføres i boks / skap med pakknippler og koblingsklemmer som tiltrekkes med momentnøkkel.

## 9.2 Krav til trekke-/kabelrørs traséer

### 9.2.1 Kabelrørtraseer (k.rør)

Kabelrør skal være utvendig diameter 110 mm og innvendig diameter 101 mm, veggtykkelse 4,0 mm, og være glatte både innvendig og utvendig i h.t. NS 2967. Rørene skal ha pakning i skjøtemuffen.

Materialet skal være PP (Polypropylen) og ringstivhet minst i h.t. SN 8. Fargen skal være orange RAL 2003 og merket med "STATENS VEGVESEN" langs røret for hver meter. Se vedlagt datablad for kabelrør.

#### **Antall k.rør:**

Generelt skal det legges k.rør som antallet under viser. Det gjøres oppmerksom på at antallet betyr *antall rør med ledig kapasitet ved ferdigstilling*. Dette gjelder også for tunneler.

#### Nyanlegg:

4 felts europa-/riksveg: 3 stk. k.rør langs skulder i begge kjøreretninger.

3 felts europa-/riksveg: 3 stk. k.rør langs høyre skulder i kilometreringsretningen

2 felts riksveg: " " " "

#### Eksisterende veg:

Ved etablering av grøfter langs eksisterende veg er det viktig å sørge for fremtidig k.rørskapasitet. Henvendelser til byggherren må foretas i hvert enkelt tilfelle, slik at omfanget av k.rør blir avklart. Langs eksisterende veg legges det ned minimum 2 stk. 110mm k.rør i grøften.

Under planleggingen skal det vurderes om det skal legges 1 stk. DL-rør 3 x 40mm som da erstatter 1 stk. k.rør. DL-rør er et rør som består av 3 enkeltrør i en pakke som kan legges direkte i grøften. Denne er spesielt egnet for fiberkabel. DL-rør skal ha minimum ringstivhet som tilsvarer 50 kN/m<sup>2</sup>. Veggtykkelse skal minimum være 3,8mm og tåle et innvendig trykk på 10 bar. Rørskøter skal tåle samme invendig trykk, samt ikke føre til kanter som fører til friksjon (elektroskjøt aksepteres ikke). Rørene skal være sorte med fire langsgående orange striper. Stripene skal ha minimum 5 mm bredde.

#### **Utførelse**

K.rør skal legges i h.t. NS 3420-H. Rørene legges i rette lengder uten bend, på en avrettet pute i grøften. K.rørene skal ha minimum masseoverdekning på 0,6 meter. Massen rundt rørene skal være komprimert finpukk 4-8, 8-11, 8-16mm med evt. kombinasjoner. Minimum overdekning på 150 mm.

#### **Lyttebånd**

Sammen med k.rør i grøften skal det legges over det midterste røret et "lyttebånd" som skal kunne benyttes til søking etter traseen hvor det evt. ligger kun fiberoptisk kabel.



Byggherren skal ha tegninger av traseen og rør/grøftesnitt til høring før utførelse. Tegninger som skal følge med er I- og N-tegninger. Ved sluttdokumentasjon skal rørene være digitalt innmålt.

### **Tolking av k.rør**

Alle k.rør skal være dokumentert tolket med kule med min. 94 mm i diameter. Tolking skal skje ved at man drar tolken igjennom rørene med håndmakt. Det skal alltid foreligge 6 mm trekkestråd i nylon i k.rørene. Dette brukes ved tolkingen og bak kulen festes et nytt tau av samme type, slik at det da legges igjen tilsvarende trekkestråd som før tolkingen.

Etter at traséen er tolket dokumenteres dette på trasé-tegningene med eventuelle merknader hvor oppgraving ble utført p.g.a deformasjon og skjøting for utbedring. Dokumentasjonen sendes byggherren sammen med tegningene.

### **Nummerering av k.rør**

For k.rør i skulder, vil k.rør nr. 1 være det nærmest vegbanen. Hvis det ligger k.rør fra før og i flere høyder, vil rør nr. 1 være nederst nærmest vegbanen. For k.rør i neste høyde vil første nr. være tilsvarende nærmest vegbanen.

Ved trase i midtdeler, vil k.rør nr. 1 være det nærmest vegbanen med stigende kilometrering.

### **9.2.2. Kummer**

Kummer skal være rektangulære, av betong, helstøpt fast ramme og støpejerns lokk. Lokket skal være støvtett uten hull. Lokkets kant settes inn med fett ved montering.

Kummer i daganlegg skal ha utvendig mål skal være: høyde 900mm, bredde 900mm og lengde 1600mm.

Kummer plasseres med en avstand på maks 250 meter langs traséen, og i tillegg ved kryssende veg. Der hvor det er ramper og planfrie kryss skal det være kum ved splitten før og etter krysset.

Kummer inni tunneler kan reduseres til utvendig mål: høyde 600mm, bredde 600mm og lengde 1200mm.

Kummer plasseres med en avstand på maks 125 meter langsgående, samt der hvor utstyr som brannskap, ledelys og skilt plasseres.

### **Rørkryssning langs veg**

Ved rørtrasé hvor kryssing av veg er nødvendig, settes det ned kum med utsparing i sideveggene. Se vedlagte tegninger for kum.

### **Innføring av k.rør i kummen**

Alle k.rør som kommer inn i kummene skal avsluttes "rett" på innsiden av kumkanten. Der det blir brukt DL-rør skal rørene gå rett igjennom kummen.

Kummene skal stå på selvdrenerende masse og være uten bunn. Når rørene kommer inn i kummen skal de ligge slik at det er mulig å trekke kabler rett igjennom kummen uten å skade rør og kabel. Ved rørinnføring skal det være minimum 20 cm fra bunn til underkant rør. Inngangen til kummen må tettes slik at det ikke kommer løsmasser inn i kummen. Alle rør må ha trekkesnor av 6 mm nylontau og alle rør må blendes med endelokk for ikke å få løsmasser i rørene.

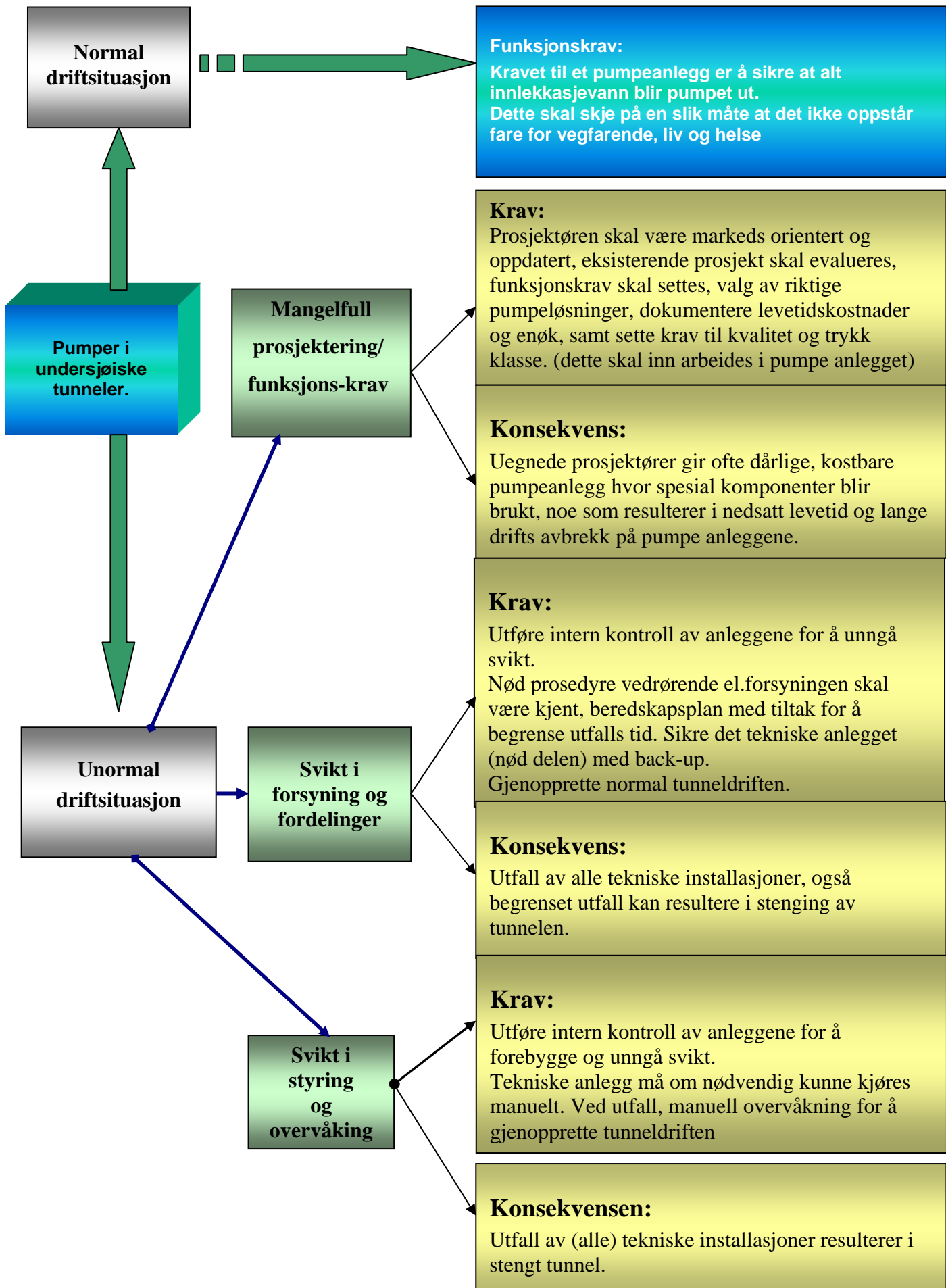
### **Kabler i k.rør og kummer**

Før trekkerørstraséen tas i bruk skal det foreligge en kabelplan som definerer utnyttelse og fordeling av sterkstrøm, svakstrøm og fiber i k.rørene. Det skal ikke forekomme kryssing av kabler underveis i k.rør traseen.

Alle kabler som trekkes inn i rør og legges i grøft skal være beregnet for denne forlegningen. Dette gjelder også kabler i samme forlegningsmåte ( k.rør) i tunneler.

Inntrekking av kabler i k.rør skal utføres med strekkstyrke i.h.t kabelens spesifisering.

## Pumper - i undersjøiske tunneler(1).



## Pumper - i undersjøiske tunneler(2).

