



Statens vegvesen

Ansvarlig:		Godkjent dato:
David Kraft		09.03.2026
Godkjent av:	Dokumenttype:	
	Internt krav	
Godkjent av:	Dokumentkategori:	
	Policy – internt krav	
Merknader:		

Endringslogg

Versjon	Dato	Endring utført av	Beskrivelse endring
02	09.03.2026	David Kraft	Finpuss og implementering av kommentarer fra SVV
01	20.01.2026	Stian Salmo	Første versjon

Tele og automatisering, generelt

Spesifikasjon av installasjonen – EKOM

Innhold

Bruk av dokumentet.....	7
Informasjon om dokumentet	7
NEK 600:2025 – Presiseringer.....	8
Kvalitetsplan	11
Krav til utførelse	11
Kontaktpersoner	12
Fremdrift	12
Referanser	14
Definisjoner	18
1 Overordnede krav.....	20
1.1 Forutsetninger	20
1.1.1 Jordingssystemer.....	20
1.1.2 Lynbeskyttelse.....	20
1.1.3 Energiforsyning	20
1.1.4 Ekom–installasjoner	20
1.1.5 Dimensjonerende betingelser	21
1.1.6 Installatør	22
1.1.7 Lagring og håndtering av materiell	23
2 Helse, miljø, sikkerhet og sikring	24
2.1 Helse, miljø og sikkerhet.....	24
2.1.1 Stråling.....	25
2.1.2 Verneutstyr.....	25
2.1.3 Verneombud.....	26
2.1.4 Avfall.....	26
2.2 Sikring	26
2.2.1 Stedsinformasjon	26
3 Merking.....	27
3.1 Merking av fare	27
4 Mekanisk ferdigstilling og Samsvarsprøving	28
4.1 Mekanisk ferdigstilling.....	28
4.2 Driftsmiljø.....	29
4.2.1 Rengjøring før areal tas i bruk.....	29
4.3 Samsvarsprøving/EET.....	29

4.4	Marginale prøvingsresultater.....	30
4.4.1	Balansert kabling.....	30
4.4.2	Fiberoptisk kabling.....	30
4.4.3	Prøvingsresultater som ikke samsvarer	30
4.5	Integrert funksjonstest – SAT	31
5	Dokumentasjon.....	31
5.1	Dokumentliste.....	32
5.2	Tegninger	32
5.3	Dokumenter	32
5.4	Anvisninger og veiledninger	32
5.5	Datablad	33
6	Inntak – ENI	34
6.1	SVV	34
6.2	Lokalisering	34
6.3	Installasjon.....	34
6.3.1	Trådløse tjenester	34
6.4	Terminering	34
6.5	Merking.....	35
6.6	Samsvarsprøving	35
7	Areal for ekom-fordeling	35
7.1	Ytelse	35
7.2	Datagulv.....	35
7.2.1	Rammer.....	35
7.3	Utjevning.....	35
8	Systemer for kabelføring	36
8.1	Ytelse	36
8.2	Installasjon.....	36
8.3	Utsparinger	36
8.4	Merking.....	36
8.5	Samsvarsprøving	37
9	Systemer for jording.....	37
9.1	Ytelse	37
9.2	Installasjon.....	37
9.3	Terminering	37

9.4	Merking.....	37
9.5	Samsvarsprøving	38
10	Inntakskabler for teleanlegg – inntakskabler	38
10.1	Ytelse	38
10.2	Installasjon.....	38
10.3	Terminering	38
10.4	Merking.....	38
10.5	Samsvarsprøving	38
11	Stamkabel	39
11.1	Ytelse	39
11.1.1	Koblingsmodul (Fiberpanel).....	40
11.1.2	Skjøteboks.....	40
11.2	Installasjon.....	40
11.3	Terminering	40
11.4	Merking.....	41
11.5	Samsvarsprøving	41
12	Telefordeling – Tunnel/Dagsone	41
12.1	Ytelse	41
12.2	Installasjon.....	42
12.3	Terminering	42
12.4	Merking.....	42
12.5	Samsvarsprøving	42
13	Telefordeling – Teknisk areal	43
13.1	Ytelse	43
13.2	System for kabelføring	44
13.2.1	System for ekstern kabelføring.....	44
13.2.2	System for intern kabelføring av krysskobling	44
13.3	System for jording.....	44
13.4	Lavspentforsyning – PDU	45
13.5	KVM-konsoll	45
13.6	Merking.....	45
13.7	Samsvarsprøving	45
14	Kabling for IKT – Balansert kabling.....	46
14.1	Ytelse	46

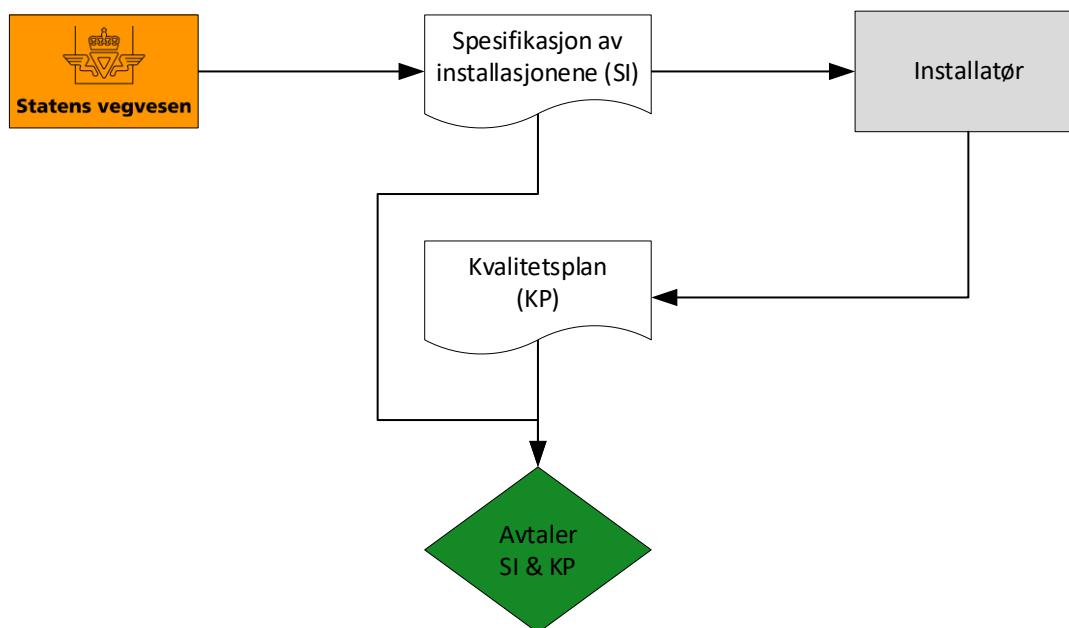
14.2	Installasjon.....	47
14.3	Fjernmating – RP3	47
14.3.1	Forutsetninger.....	47
14.3.2	Generelle begrensinger ved føring av kabler	47
14.4	Terminering	48
14.5	Merking.....	48
14.6	Samsvarsprøving	48
15	Kabling for IKT – Fiberoptisk kabling: Horisontalkabling	49
15.1	Ytelse	49
15.2	Installasjon.....	49
15.3	Terminering	50
15.4	Merking.....	50
15.5	Samsvarsprøving	50
16	Kabling for IKT – Fiberoptisk kabling: Ringstruktur	51
16.1	Ytelse	51
16.1.1	Koblingsmodul	52
16.1.2	Skjøteboks.....	52
16.2	Installasjon.....	52
16.3	Terminering	52
16.4	Merking.....	53
16.5	Samsvarsprøving	53
17	Telefoni.....	54
17.1	Ytelse	54
17.2	Installasjon.....	54
18	Brannalarm.....	54
18.1	Ytelse	54
18.2	Installasjon.....	54
18.3	Terminering	55
18.4	Merking.....	55
18.5	Samsvarsprøving	55
19	Radio/Kringkasting og TETRA nødnett	55
19.1	Ytelse	55
19.1.1	Matekabler	56
19.1.2	Strålekabler	56

19.2	Fiberkabler for radio og nødnett	56
19.3	Installasjon.....	56
19.4	Terminering	57
19.5	Samsvarsprøving	57
19.5.1	Installert kabling	57
19.5.2	Signalnivå.....	57
19.6	Merking.....	58
20	Antennemast.....	58
20.1	Ytelse	58
20.2	Lynvern	59
20.3	Jording	59
20.4	Merking og dokumentasjon.....	60
21	Buss-systemer – RS-485	60
21.1	Ytelse	60
21.2	Installasjon.....	61
21.3	Terminering	61
21.4	Merking.....	61
21.5	Samsvarsprøving	61
22	Buss-systemer – Feltbuss (DALI)	62
22.1	Ytelse	62
22.1	Installasjon.....	62
22.1	Terminering	62
22.1	Merking.....	62
22.2	Samsvarsprøving	62

Spesifikasjon av installasjonen

Spesifikasjon av installasjonen (SI) og arbeidsbeskrivelse har som hensikt å sette krav til ytelse, arbeid og samsvarsprøving for ekom-anlegg, for å imøtekomme myndighetens krav og Statens vegvesens (SVV) krav og behov. Relevante standarder benyttet for spesifikasjon av installasjonen og arbeidsbeskrivelse er NEK 600 og NEK 700-serien.

Ekom-installatør skal godkjenne SI og levere kvalitetsplan som skal godkjennes av Statens vegvesen 15 virkedager innen oppstart installasjon av ekom-anlegg.



Figur 1: Skjematikk for å sikre kvalitet.

Spesifikasjonen omfatter ekom-anlegg ved all nybygging, rehabilitering og vedlikehold av eksisterende vegobjekter.

Bruk av dokumentet

Dokumentet skal brukes som en mal og det må lages en egen revisjon for hvert prosjekt der forsiden fylles ut med riktig informasjon (gule felt). Dokumentet skal tilpasses det enkelte prosjektet med prosjektspesifikk informasjon. Kapitler som ikke er relevante fjernes. Dokumentet skal være en del av prosjektering og vedlegges konkurransegrunnlag.

Informasjon om dokumentet

Denne spesifikasjon av installasjonen og arbeidsbeskrivelse er del av Statens Vegvesen (heretter kalt SVV) sine standardiserte krav og leveranser for ekom-anlegg. Dokumentet benyttes som grunnlag for utarbeidelse av ekom-installatørens (heretter kalt installatøren) kvalitetsplan (KP).

Prosjektets kontrakt, inkludert vedlegg, dens referanser og håndtering av endringer legges til grunn for dette dokumentet. Avvik mellom dette dokument og kontrakt skal meldes prosjektet innen rimelig tid. Eventuelle avvik behandles som del av prosjektets system for avklaringer.

Spesifikasjon av installasjonen og arbeidsbeskrivelse gjentar standarder i minst mulig grad, men presiserer og fastsetter krav til installatør og anlegg. Denne spesifikasjon av installasjonen og arbeidsbeskrivelse fritar ikke installatørens plikt til å sette seg inn i aktuelle lover, forskrifter, standarder, SVVs kravdokumenter og prosjektets kontrakt for å imøtekomme regelverkets intensjon og kontraktuelle krav.

Overordnede krav gjelder for alle anlegg og leveranser i dette dokument.

Ekom-anlegg skal prosjekteres med utgangspunkt i SVVs dokument «Prosjektspesifikasjon ekomanlegg»

NEK 600:2025 – Presiseringer

NEK 600:2025, 8.1.2 Planlegging og utførelse av installasjon, andre avsnitt

Ekominstallasjoner skal være betraktet som enten:

- *Kontorbygg (NEK 701 og standard NEK EN 50173-2, Kontorarealer) eller;*
- *Industrivirksomhet (NEK 701 og standard NEK EN 50173-3, Industrivirksomhet).*

Denne spesifikasjon av installasjonen legger i tillegg til grunn NEK EN 50174-3: *Planlegging og utførelse av installasjoner utendørs*, for planlegging og utførelse av installasjoner i dagsone og i grunn i tunnel.

NEK 600:2025, 8.1.2 Planlegging og utførelse av installasjon, tredje avsnitt

Ved installasjon i veganlegg skal standard NEK EN 50173-3 legges til grunn.

Denne spesifikasjon av installasjonen anser tekniske bygg for veitunneler som del av veganlegg. For tekniske bygg skal standard NEK EN 50173-2 også legges til grunn.

Generelt skal også NEK EN 50310 legges til grunn for alle eiendomstyper ved installasjon i veganlegg.

NEK 600:2025, 8.1.2 Planlegging og utførelse av installasjon, tredje avsnitt, tredje punkt

Ved installasjon i veganlegg skal standard NEK EN 50174-3 legges til grunn. Følgende tilleggskrav gjelder:

- *Kabler som strekkes mellom to-punkt skal avsluttes i panel, kapslinger, skjøtebokser eller skjøtestykker.*

Denne spesifikasjon av installasjonen henviser til referansestrukturer i angitte standarder i NEK 600:2025, 8.1.2 Planlegging og utførelse av installasjon. Henviste referansestrukturer åpner ikke for å avslutte kabler i skjøtestykker. Det aksepteres ikke skjøtestykker som del av, eller som avslutning i balansert kobberkabling.

NEK 600:2025, 8.1.2 Planlegging og utførelse av installasjon, tredje avsnitt, femte punkt

Ved installasjon i veganlegg skal standard NEK EN 50174-3 legges til grunn. Følgende tilleggskrav gjelder:

- *Forbindelser mellom skap skal ikke utføres med utstyrssnorer, men skal bygges som link med snoringspanel.*

Denne spesifikasjon av installasjonen opprettholder krav om etablering av link mellom skap, rammer og stativer. Det åpnes for å avvike fra å benytte «snoringspanel» ved at det tillates å benytte DIN-skinne monterte koblingsmoduler som telekommunikasjonsuttak (TO). Åpning for bruk av TO vurderes til å bidra til fleksibilitet og til å ha tilsvarende eller bedre kvalitet og ytelse, samt å imøtekomme NEK 700-serien. Standardens intensjon anses som oppfylt.

NEK 600:2025, 8.1.3.3 Kabellengder – spesielle situasjoner

I de tilfellene hvor det prosjekteres for linker ut over det NEK 702 åpner for (over 100m) skal det utføres fysisk test både FAT, SAT og EET på valgt utstyr.

Denne spesifikasjon av installasjonen vurderer avsnitt 8.1.3.3 *Kabellengder – spesielle situasjoner* til kun å omhandle balansert kobberkabling. For balansert kobberkabling standardiserer NEK EN 50173-3 link-lengde til ≤ 90 m og kanallengde til ≤ 90 m med 5 + 5 m snorer. Det åpnes ikke for linker mellom 90 og 100 m, eller linker over 100 m, uten å gjøre spesielle vurderinger og eventuelle tiltak for etablering av link. Dersom link prosjekteres og/eller installeres med lengder utover NEK 700-seriens begrensninger, skal minimum følgende tilleggskrav utover avsnitt 8.1.3.3 i NEK 600 imøtekommes:

- Minimum ytelse: 1000BASE-TX
- Link-lengde: ≤ 102 m
- Kanallengde: ≤ 112 m
- Ledertversnitt: $\geq 0,34$ mm²

Ved bruk av fjernmating skal også følgende punkter imøtekommes:

- Beregning skal vise tilstrekkelig strømføringsevne med hensyn til spesifisert RP-kategori.
- Beregning av spenningsfall ved fjernmatet utstyr vurderes ift. utstyrets spenningstoleranse.

Denne presisering fritar hverken prosjekterende eller installatør fra å levere anlegg som har tilstrekkelig ytelse for ivaretagelse av forutsatt funksjon. Installatør løper også risiko for å installere nettverksutstyr og/eller utstyr med forbedret ytelse for ivaretagelse av forutsatt funksjon.

NEK 600:2025, 8.1.3.5 Fiberkontakter, første avsnitt, første punkt

Fiberkontakter skal benyttes etter følgende:

- *Nettverk: LC/PC*

Denne spesifikasjon av installasjonen krever installasjon av SC/APC for nettverk. SC/APC vurderes å ha tilsvarende eller bedre kvalitet og ytelse som LC/PC, og standardens intensjon anses som oppfylt.

NEK 600:2025, 8.1.3.5 Fiberkontakter, første avsnitt, fjerde punkt

Fiberkontakter skal benyttes etter følgende:

- *SA/SSA paneler: LC/PC eller FC/PC*

Denne spesifikasjon av installasjonen krever installasjon av SC/APC for «SA/SSA» paneler. SC/APC vurderes å ha tilsvarende eller bedre kvalitet og ytelse som LC/PC eller FC/PC, og standardens intensjon anses som oppfylt.

NEK 600:2025, 8.2 Miljøkrav, andre avsnitt

Følgende minimumskrav gjelder: M2I2C2E2, pkt. 5.1 i NEK EN 50173-1:2018 (i NEK 701:2024).

MICE-klassifiserings grad M2I2C2E2 medfører kapslingsgrad IP65 og slagfasthetsgrad IK09. Det anses ikke som formålstjenlig å stille MICE-klassifiserings krav M2I2C2E2 inne i tekniske rom tilknyttet veianlegg. Kravet anses å være minimumskrav gjeldende for tunnel og dagsone. Denne spesifikasjon av installasjonen åpner for å redusere minimumskrav gitt i NEK 600:2025 der vi tar ut fiber fra skjøteboks og ut til panel og vider koblinger fra panel. Krav i denne SI imøtekommer NEK 700-seriens krav til miljøklassifisering. Med dette anses NEK 600 standardens intensjon å være ivaretatt.

NEK 600:2025, 8.3.1.1 Fiberoptiske skjøtebokser, første avsnitt, første punkt

- *Skjøtebokser (-bomber) bør monteres i tekniske bygg/korridorer;*

Denne spesifikasjon av installasjonen krever skjøtebokser plassert i kum utenfor tekniske bygg og aksepterer ikke skjøtebokser plassert i tekniske bygg. Dette begrunnes med imøtekommelse av standardens krav om innføring av eksterne kabler i bygninger og større fleksibilitet ved kabelvalg. Krav i denne SI anses å ha tilsvarende eller bedre kvalitet og ytelse som bør krav i standard, og standardens intensjon anses som oppfylt.

NEK 600:2025, 8.3.1.1 Fiberoptiske skjøtebokser, første avsnitt, andre punkt

- *Ved bruk av utendørskabler med løs kledning og fettfylte rør, skal disse overskjøtes til tørr kabel før montering i innvendig skjøteboks iht. NEK 702;*

Denne spesifikasjon av installasjonen åpner for innføring av kabler med fettfylte rør. NEK EN 50174 tillater innføring av kabler med fettfylte rør dersom det iverksettes tiltak for å hindre fett fra kabler i å lekke ned i føringsveier, koblingsmoduler eller andre termineringspunkter. Krav i denne SI anses å ha tilsvarende eller bedre kvalitet og ytelse som krav i standard, og standardens intensjon anses som oppfylt.

NEK 600:2025, 8.3.1.7 Skap, rammer og stativer, femte avsnitt, første punkt

Snoringssystemer/kabler:

- *Det skal monteres føringspanel og hyller mellom hvert panel for organisering av snoring;*

Denne spesifikasjon av installasjonen utelater leveranser av «hyller» mellom panel (koblingsmoduler). Dette begrunnes med at standardens intensjon om «organisering av snoring» anses som oppfylt ved montering av føringspanel mellom hvert panel. Det presiseres at under hver koblingsmodul (panel/patch-panel) skal tilhørende føringspanel for koblingssnorer monteres. Om ikke annet er presisert skal føringspanel minimum være 1 U høyt.

Kvalitetsplan

Installatørens fagansvarlige, eller en utpekt representant, er ansvarlig for utarbeidelse, levering og retting av installatørens kvalitetsplan. Kvalitetsplanen skal tilfredsstille krav i NEK EN 50174-1, avsnitt 5, og skal i detalj beskrive tiltakene og prosedyrene for å etterprøve samsvar med:

1. Krav og anbefalinger i NEK 600 og NEK 700-serien
2. SVVs kravdokumenter
3. Spesifikasjon av installasjonen og arbeidsbeskrivelse

Installatørens fagansvarlige, med nødvendig kontakthinformasjon, skal tydelig fremkomme i installatørens kvalitetsplan. Dokumentasjon av kompetanse og erfaring for alt personell som utfører samsvarsprøving skal være del av installatørens kvalitetsplan.

Kvalitetsplanen skal omfatte beregninger av segregasjon mellom kabling for energiforsyning og metallisk kabling for kommunikasjon. Beregning skal minimum utføres for kabling i tunnel – heng og skap, tekniske rom (inkludert skap), og andre områder hvor system for kabelføring har høy tetthet med kabling for energiforsyning og metallisk kabling for kommunikasjon.

Kvalitetsplanen skal omfatte beregninger av lengdebegrensninger for valgt kabel og forlegningsmetode, for imøtekomme av krav til fjernmatingskategori. Følgende områder skal minimum vurderes:

- Tekniske bygg
- Tunnel

Basert på beregninger for fjernmating skal installatøren utarbeide rutiner for arbeidene og kontroll av arbeidene for å imøtekomme beregnede begrensninger.

Kvalitetsplanen skal i tillegg inneholde prosedyrer og rutiner for;

- Transport, mottak, lagring og håndtering av materiell som inngår i leveransen, samt prosedyrer og rutiner for avvik fra disse.
- Kontroll av mekanisk ferdigstilling av ekom-anlegg.
- Sikre dokumentasjonens kvalitet.

Kvalitetsplanen skal tydelig beskrive og vise (figur/bilde) prøvingssystemet som benyttes for samsvarsprøving av all installasjon.

Installatøren skal utarbeide dokumentliste som minimum inneholder produsentens anvisninger og datablad, inkludert dato for leveranse av disse. Dokumentliste skal være vedlegg til kvalitetsplanen.

Krav til utførelse

Installasjon av ekom-anlegg skal utføres i samsvar med gjeldende lover, forskrifter, relevante standarder og produsentens anvisninger.

Fagmessig utførelse i dette dokumentet forutsetter at elektriske installasjoner utføres i samsvar med gjeldende forskrifter og NEK 400.

Dersom krav som følger av forskrift ikke er oppfylt, skal eier og bruker informeres om at bruk av ekom-anlegg ikke er tillatt.

Kabler og ledninger i skap/rammer/stativer skal føres på/i system for kabelføring, med tilstrekkelig segregasjon og iht. kablingens spenningsholdfasthet. Horisontalt og vertikalt kabelføringssystem for føring av krysskobling og koblingssnorer skal ikke benyttes for føring av kabling for energiforsyning. I skap/ramme/stativer med kanaler, skal ekom-kabling og kabling for energiforsyning føres i separate kanaler.

Kontaktpersoner

Kontaktpersoner som fremgår i kontrakt og dens referanser gjelder over listen under.

Avvik mellom liste for kontaktpersoner og kontrakt skal meldes SVV innen rimelig tid. Eventuelle avvik behandles som del av prosjektets system for avklaringer.

Ansvarsområde	Kontaktperson
Operasjonelle krav	Henviser til kontrakt
Stedsinformasjon og sikring	Henviser til kontrakt
Tekniske krav	Henviser til kontrakt
Dokumentasjon av eksisterende kabling	Henviser til kontrakt
Sameksistens med eksisterende kabling	Henviser til kontrakt
Detaljer til installatør	Henviser til kontrakt
Lagring av materiell	Henviser til kontrakt
Fjerning, deponering og/eller gjenbruk av materiell	Henviser til kontrakt
Helse, miljø og sikkerhet	Henviser til kontrakt
Installasjon av kabling av tredjepart	Henviser til kontrakt
Hoved- og/eller underentreprenører	Henviser til kontrakt
Overdragelse av eiendom og/eller ansvar	Henviser til kontrakt

Fremdrift

Prosjektets fremdriftsplan og merkedatoer legges til grunn for dette dokumentet. Standardens krav til merkedatoer skal imøtekommes og dersom prosjektets fremdriftsplan ikke inneholder alle standardens merkedatoer skal dette meldes SVV innen rimelig tid. Eventuelle avvik behandles som del av prosjektets system for avklaringer.

Merkedatoer	Dato/frekvens
Oppfølgingsmøter	Henviser til kontrakt
Inspeksjon	Henviser til kontrakt
Overlevering av dokumentasjon av installasjonen	Henviser til kontrakt
Idriftsettelse av installasjonen	Henviser til kontrakt
Overlevering av installasjonen	Henviser til kontrakt

Referanser

Tabell under lister spesielt relevante lover, forskrifter og standarder, for spesifikasjon av installasjonen og arbeidsbeskrivelsen. Listen er ikke uttømmende og fritar ikke installatør fra å følge aktuelle lover, forskrifter og standarder. Standarder som refereres til i annen standard er gjeldende, selv om de ikke er listet her.

Arbeidsmiljøloven	– Med tilhørende forskrifter
Bredbåndsutbyggingsloven	– Med tilhørende forskrifter
Ekomloven	– Med tilhørende forskrifter
El-tilsynsloven	– Med tilhørende forskrifter
Plan- og bygningsloven	– Lov om planlegging og byggesaksbehandling
Sikkerhetsloven	– Lov om nasjonal sikkerhet
Veglova	– Lov om vegar – Med tilhørende forskrifter
Autorisasjonsforskriften	– Forskrift om autorisasjon for virksomhet som utfører installasjon og vedlikehold av elektronisk kommunikasjonsnett
Avfallsforskriften	– Forskrift om gjenvinning og behandling av avfall
DOK	– Forskrift om dokumentasjon av byggevarer
Eksplisjonsforskriften	– Forskrift om sivil håndtering av eksplosjonsfarlige stoffer
Forskrift om anlegg av offentlig veg	– Forskrift om anlegg av offentlig veg
FSE	– Forskrift om sikkerhet ved arbeid i og drift av elektriske anlegg
Internkontrollforskriften	– Forskrift om systematisk helse-, miljø- og sikkerhetsarbeid i virksomheter
Ledningsregistreringsforskriften	– Forskrift om innmåling, dokumentasjon og utlevering av geografisk informasjon om ledninger og annen infrastruktur i grunnen, sjø og vassdrag
TEK17	– Med tilhørende veiledning og Byggforskserie
Tunnelsikkerhetsforskriften	– Forskrift om minimum sikkerhetskrav til visse veggutunneler
Forskrift om rapportering, registrering og merking av luftfartshinder	

N200	– Vegbygging
N500	– Vegtunneler
N601	– Sikkerhetskrav for elektriske anlegg i- og langs offentlig veg
Reguleringsplan	– [Sett inn gjeldende reguleringsplan]
EN ISO 1461	– Hot dip galvanized coatings on fabricated iron and steel articles – Specifications and test methods
IEE802.3	– IEEE Standard for Information technology – Local and metropolitan area networks – Part 3
IEC 61156-13	– Multicore and symmetrical pair/quad cables for digital communications – Part 13: Symmetrical single pair cables with transmission characteristics up to 20 MHz
IEC 61158-6-10	– Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 6-10: Application layer protocol specification – Type 10 elements
IEC 61300-3-35	– Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 3-35: Examinations and measurements – Visual inspection of fibre optic connectors and fibre-stub transceivers
IEC 62386-101	– Digital addressable lighting interface – Part 101: General requirements – System components
ITU-T K.56	– Protection of radio base stations against lightning discharges
ITU-T K.112	– Lightning protection, earthing and bonding: Practical procedures for radio base stations
NEK 144	– Grafiske symboler for el- og ekom-dokumentasjon
NEK 320	– Lynbeskyttelse – Risikovurdering, planlegging og installasjon
NEK 399	– Tilknytning av elanlegg og ekomnett
NEK 400	– Elektriske lavspenningsinstallasjoner
NEK 600	– El og ekom i vegtrafikksystem
NEK 700	– NEK 700-serien – Informasjonsteknologi

NEK EN 60603-7-51	- Connectors for electronic equipment – Part 7-51
NEK EN IEC 60228	- Conductors of insulated cables
NEK EN IEC 60512-99-002	- Connectors for electrical and electronic equipment – Tests and measurements – Part 99-002: Endurance test schedules – Test 99b: Test schedule for unmating under electrical load
NEK IEC 61280-4-2	- Fibre-optic communication subsystem test procedures – Part 4-2: Installed cabling plant – Single-mode attenuation and optical return loss measurements
NEK IEC 60309-1	- Plugs, fixed or portable socket-outlets and appliance inlets for industrial purposes – Part 1: General requirements
NEK IEC 60825-2	- Safety of laser products – Part 2: Safety of optical fibre communication systems (OFCs)
NEK IEC 61935-1	- Specification for the testing of balanced and coaxial information technology cabling – Part 1: Installed balanced cabling as specified in ISO/IEC 11801-1 and related standards
Byggforskerien 520.342 v5.0	- Brannetting av gjennomføringer
NS 3960	- Brannalarmsystemer
NS-EN 1991-1-4:2005+NA	Eurokode 1: Laster på konstruksjoner, Del 1-4: Allmenne laster, vindlaster
NS-EN ISO 12944:1	- Korrosjonsbeskyttelse av stålkonstruksjoner med beskyttende malingssystemer
NS-EN ISO 12944-2	- Korrosjonsbeskyttelse av stålkonstruksjoner med beskyttende malingssystemer – Del 2: Klassifisering av miljøet (ISO 12944-2:2017)
NS-EN 1090-1:2009+A1	- Krav til samsvarsvurdering av lastbærende komponenter
NS-EN 1090-2:2018+A1	- Tekniske krav til stålkonstruksjoner
NS-EN 54 ²	- Fire detection and fire alarm systems
SN-CEN/TS 54-14 ³	- Fire detection and fire alarm systems – Part 14: Guidelines for planning, design, installation, commissioning, use and maintenance
PA 0802	- Tverrfaglig Merkesystem (TFM)

PA 0803	– ID-nummerering, fysisk merking og skiltenes utforming
R310	– Trafikksikkerhetsutstyr, Tekniske krav
R700	– Tegningsgrunnlag
RENblad 9000-serien	– Kabel og kabelsystemer

Standarders utgivelsesår listes i kontrakt. Dersom ikke standard er listet i kontrakt gjelder siste gjeldende utgave.

- ¹ Standard består av flere deler med ulikt årstall. Gjeldende aktuell del av standard benyttes med tilhørende årstall.
- ² NS-EN 54- serien inneholder mange delstadarder. Alle delstandardene har ulike utgivelsesår. Gjeldende revisjon av delstander ved første revisjon av dette dokument er gjeldende for prosjektet.
- ³ SN-CEN/TS 54-14:2018 – Gjelder for Automatiske brannalarmanlegg.

Definisjoner

AEL	– Accessible Emission Limits
ANSI	– American National Standards Institute
APC	– Angled Physical Contact
CP	– Consolidation Point
DAB	– Digital Audio Broadcasting
DSB	– Direktoratet for Samfunnssikkerhet og Beredskap
DTF	– Distance to Fault
EE	– Elektrisk og elektronisk
EET	– Entreprenørens egentest
EIA	– Electronic Industries Allianc
ELV	– Ekstra lav spenning (< 50 VAC/< 120 VDC)
EMC	– Electromagnetic Compatibility
EMI	– Electromagnetic Interference
ENI	– Grensesnitt mot eksternt nett
FAT	– Factory acceptance test
FDV	– Forvaltning, Drift og Vedlikehold
FTP	– Foiled Twisted Pair
IACS	– International Annealed Copper Standard
IEC	– International Electrotechnical Commission
IEEE	– The Institute of Electrical and Electronics Engineers
IL	– Insertion Loss
IP	– Internet Protocol
KP	– Kvalitetsplan
KUT	– Kontroll Utførende
KVM	– Keyboard, Video, Mouse
LC	– Lucent Contact

LV	– Lavspenning (< 1000 VAC/< 1500 VDC)
NEK	– Norsk Elektroteknisk Komite
NVP	– Nominal Velocity of Propagation
OLTS	– Optical Loss Test Set
OTDR	– Optical Time Domain Reflectometer
PC	– Physical Contact
PDU	– Power Distribution Unit
PIM	– Passiv intermodulasjon
RBB	– Rack Bonding Busbar
RBC	– Rack Bonding Conductor
S	– Shielded
SAT	– Site Acceptance Test
SC	– Standard Contact
SI	– Spesifikasjon av Installasjonen
SNMP	– Simple Network Management Protocol
STP	– Shielded Twisted Pair
TE	– Teleutstyr
TFM	– Tverrfaglig Merkesystem
TIA	– Telecommunications Industry Association
TjO	– Tjenesteuttak
TO	– Telekommunikasjonsuttak
UBC	– Unit Bonding Conductor
UPS	– Uninterruptible Power Supply
VSWR	– Voltage Standing Wave Ratio (Refleksjonskoeffisient)

1 Overordnede krav

1.1 Forutsetninger

Spesifikasjon av installasjonen, prosjektert grunnlag, sammen med funksjon- og systembeskrivelser, og dokumenter levert av byggherre danner grunnlag for ekom-anlegg, samt andre berørte installasjoner i prosjektet. Installatøren plikter å sette seg inn i anlegget, nødvendige dokumenter og, om nødvendig, utføre ytterligere undersøkelser for å imøtekomme regelverk og SVVs spesifikasjoner og anvisninger.

Installatøren skal selv tilrettelegge og/eller anskaffe lagerplass for kablingskomponenter og installasjonstilbehør for arbeidet. Lagerplass skal være egnet for det gods som skal lagres.

Installatør er selv ansvarlig for koordinering med andre arbeider som kan påvirke arbeidets fremdrift.

1.1.1 Jordingssystemer

Denne spesifikasjonen forutsetter at jording og utjevningsanlegg samsvarer med NEK 400. Videre forutsettes det at lokal utjevning for telekommunikasjon utføres iht. NEK EN 50310. Tilleggsutjevning for EMC-formål vurderes i hvert enkelt tilfelle.

1.1.2 Lynbeskyttelse

Denne spesifikasjonen forutsetter at det er utført, hvis nødvendig, risikovurdering for lynbeskyttelse iht. NEK 320. Materiell og utførelse skal tilfredsstillende vurdert risikoklasse.

1.1.3 Energiforsyning

Energiforsyningsinstallasjoner for ekom-installasjoner skal følge gjeldende standard(er) og være fagmessig utført. Installatør er ansvarlig for å koordinere med elektro-installatør for ivaretagelse av krav i SI. Dette gjelder spesielt krav i installasjonsanvisninger til benyttet utstyr. Energiforsyning til ekom-installasjoner skal ha tilfredsstillende robusthet for forsyning i den tid som er angitt av SVV.

Krav om revolverte ledere i kabel for energiforsyning til utstyr bør kontrolleres og koordineres før installasjon av energiforsyning.

Tilkoblet ekom-utstyr skal samsvare med beskyttelseskrav mot elektrisk sjokk i relevante standarder for produktsikkerhet.

1.1.4 Ekom-installasjoner

Dersom eksisterende installasjoner for elektronisk kommunikasjon som tilhører SVV, eller tredjepart skal videreføres og disse lokalisert innenfor prosjektets geografiske utbredelse, skal disse, om nødvendig kartlegges, og sikres slik at de ikke tar skade eller forringes som følge av installatørens arbeider.

Installasjonens robusthet fremkommer av prosjektert grunnlag. Hvor nødvendig skal installatøren koordinere med installatør for energiforsyning for å sikre tilstrekkelig robusthet i installasjonen.

1.1.5 Dimensjonerende betingelser

1.1.5.1 Eiendomstype

Eiendomstype for anleggene som skal installeres vurderes til følgende:

- Utenfor bygning
- Kontorarealer
- Industriarealer

Hvor dagsone defineres som utenfor bygning, areal i teknisk(e) bygg defineres som kontorarealer og tunnel defineres som industriarealer. For installasjoner i grunn i tunnel defineres dette også som utenfor bygning.

1.1.5.2 Kompleksitet

Installasjonskompleksitet er vurdert til å være grad 3.

Driftskompleksitet er vurdert til å være grad 2.

1.1.5.3 Levetid

Levetid til materiell for tekniske installasjoner dimensjoneres i henhold til NEK 600.

1.1.5.4 Miljøbetingelser

MICE konseptet dekker nødvendigvis ikke alle ytre påvirkninger eller risikoer, men dekker typisk bygnings- og industrimiljø.

MICE konseptet dekker ikke sikkerhet og risikoer forbundet med beskyttelse mot sabotasje, sikkerhet for dyr og mennesker og risiko for brann og eksplosjon. Følgende, men ikke begrenset til, forskrifter og standarder benyttes for ivaretagelse av miljøbetingelser som ikke dekkes av MICE-konseptet;

- TEK17, med tilhørende byggforsk blad
- Eksplosjonsvernforskriften
- NS-EN ISO 12944-2
- CPR-klassifisering

MICE-klassifisering er vurdert til følgende:

Tekniske rom: M₁I₁C₁E₂

Tunnel: M₂I₂C₂E₂

Dagsone: M₂I₂C₂E₂

I dagsone, tunnel og grunn, skal materiell være egnet for miljø med:

- biologisk;
- mekanisk (tilsiktet/utisiktet skade, skadedyr osv.);
- og fukt påvirkning.

Kompenserende tiltak kan etableres for å oppnå tilstrekkelig beskyttelse mot ytre påvirkning i dagsone, tunnel og grunn.

Alt utstyr skal være tilpasset eller installeres slik at antatt vind og trekk ikke degraderer ytelse eller levetiden til utstyret.

1.1.5.5 Funksjon

Anlegg og installasjoner som har forutsatt funksjon under brann skal benytte materiell og/eller ha tilleggssbeskyttelse slik at anleggets funksjon opprettholdes i den tiden som er nødvendig.

Påføring av brannhemmende maling eller lignede direkte på kabler for å oppnå tilfredsstillende brannmotstand aksepteres ikke.

1.1.5.6 Reservekapasitet

Det reserveres reservekapasitet for føringsveier, fordelinger og areal som muliggjør oppgradering og/eller utvidelse mens eksisterende kablingsinfrastruktur er i drift. Det forutsettes minimum 30 % utvidelseskapasitet – altså 130 % kapasitet – for:

- Føringsveier;
- fordelinger og;
- areal.

1.1.6 Installatør

Installatørens fagligansvarlige, eller en utpekt representant, skal tilfredsstille kompetansekrav til ekomnettautorisasjon og er ansvarlig for identifikasjon, utforming og fullføring av installatørens eller installatørens underleverandør(er)s arbeid. Fagansvarlig, eller en utpekt representant, er ansvarlig for utarbeidelse, levering og retting av installatørens kvalitetsplan. Kvalitetsplan skal godkjennes iht. standardens intensjon, senest 15 virkedager før oppstart installasjon av ekom-anlegg.

1.1.6.1 Kompetansekrav

Virksomhet ansvarlig for installasjon og vedlikehold av ekom-nett skal ha ekomnettautorisasjon og ha kvalifisert heltidsansatt person som tilfredsstiller kvalifikasjonskrav i autorisasjonsforskriften.

Personell som utfører arbeid på ekom-anlegg skal tilfredsstille kompetansekrav iht. autorisasjonsforskriften og ha dokumentert kompetanse og tilstrekkelig kunnskap om aktuelle ekom-anlegg.

Personell som utfører samsvarsprøving skal ha dokumentert kompetanse for, og erfaring med, aktuelt ekom-anlegg for prøving. Dokumentasjon av kompetanse og erfaring for alt personell som utfører samsvarsprøving skal være del av installatørens kvalitetsplan.

Installatøren skal kunne dokumentere kompetanse, også til personell, og skal, på byggherres forespørsel, kunne oversende denne til byggherre innen kl. 12:00 påfølgende arbeidsdag.

1.1.7 Lagring og håndtering av materiell

Materiell skal lagres og håndteres iht. produsentens anvisninger. Ved varemottak, og før materiell benyttes, skal det kontrolleres for skade(r).

2 Helse, miljø, sikkerhet og sikring

Installatørens fagligansvarlige, eller en utpekt representant, skal ved planlegging og gjennomføring av arbeidet påse at sikkerheten alltid har førsteprioritet og at nødvendige risikovurderinger gjennomføres og etterleves.

Den som er ansvarlig for planleggingen av arbeidet ved eller på ekom-anlegg, skal sette seg inn i gjeldende regelverk, forskrifter og krav som skal følges under planlegging og gjennomføring. Uten unntak skal alt arbeid på ekom-anlegg utføres iht. Forskrift om sikkerhet ved arbeid i og drift av elektriske anlegg. Ved spesielt risikofylt oppgave, utarbeides og gjennomføres «sikker jobbanalyse» som i detalj beskriver risikoreduserende tiltak og sikrer informasjon til personell som utfører aktuell oppgave.

Installatøren skal påse at utstyr og fareskilt for å sikre trygt arbeid, er tilgjengelig, fungerer og benyttes som forutsatt.

Dersom aktuelt, skal installatørens virksomhetsleder, eller utpekt representant, vise til klareringer og internkontrollrutiner som ivaretar sikring av sikkerhetsgradert informasjon.

2.1 Helse, miljø og sikkerhet

For ivaretagelse av sikkerhet for mennesker, anlegg og verdier under installasjon, verifikasjon og drift i installasjonenes levetid, stilles det krav til autorisert installatør som benytter fagpersonell med dokumentert kompetanse og tilstrekkelig kunnskap om aktuelle ekom-anlegg.

Installatøren skal ha velfungerende system for avvikshåndtering som bidrar til at lovens bestemmelser oppfylles. Systemet skal bidra til:

- Håndtering av avvik
- Redusere risiko for uønskede hendelser og tilstander
- Sikre arbeidsmiljø og bedre ytre miljø

Alle som jobber med ekom-anlegg skal gjennomføre nødvendig sikkerhetsopplæring slik at de er kjent med:

- bestemmelser og regelverk for anlegget;
- elsikkerhet;
- anleggssikkerhet;
- arbeidsmiljø og;
- ytre miljø.

Bygninger og andre tekniske installasjoner skal ikke forringes av installasjon av ekom-anlegg.

Identifiserte fareområder, listen er ikke nødvendigvis uttømmende:

- Arbeid i høyden, hele anleggsområdet
- Fellesføring i/på kabelføringssystem, hele anleggsområdet
- Stråling ved termineringspunkter, hele anleggsområdet
- Inn og utkobling av installasjon med energiforsyning, koblingsmoduler for ekom
- Varmeutvikling fra utstyr, hele anleggsområdet
- Atmosfæriske utladninger, hele anleggsområdet

- Lysbue, alle energisatte koblinger
- Terminering og krysskobling av fiber

Det forutsettes at eksisterende- og nye byggverk utføres slik at de har tilfredsstillende sikkerhet ved brann iht. risikoklassen for byggverket. Arbeider med ekom-anlegg skal ikke forringe branncelle(r) eller rømningsvei(er). Branncellers og rømningsveiers funksjon skal til enhver tid ivaretas.

Ansvarlig installatør skal til enhver tid påse at installasjon av ekom-anlegg ikke:

- forringer konstruksjonens brannmotstand
- øker faren for brann
- bidrar til spredning av brann og/eller røyk

2.1.1 Stråling

Ekom-installasjoner som kan medføre strålefare, som, men ikke begrenset til;

- radiobølger og
- laser,

skal merkes med fareskilt og det skal etableres risikoreduserende til tak, som;

- endemotstander (radiobølger) og
- støvhetter/lokk (laser).

Henviser til avsnitt 3.1 for utfyllende informasjon.

2.1.2 Verneutstyr

Installatøren skal påse at alt personell som jobber på eller med ekom-anlegg har personlig verneutstyr og tilgang til verneutstyr for å kunne gjennomføre arbeidsoppgaver som kreves i prosjektet.

Personlig verneutstyr skal minimum omfatte:

- Hjelm
- Øyevern med sidebeskyttelse/tettsittende øyevern
- Hørselsvern
- Heldekkende synlighets arbeidstøy
- Vernesko, antistatisk (etter behov)
- Hansker

Personlig arbeidstøy skal tilfredsstille krav i Håndbok R310.

Eksempler på verneutstyr for arbeidsoppgaver:

- Varslings- og sikringsutstyr
- Øyevern, fiberoptikk
- Gummihandsker
- Fallsikring
- Åndedrettsvern
- Utstyr for arbeid på eller nær ved spenningssatt anlegg/deler

2.1.3 Verneombud

Installatøren skal enten:

- a) ha lokalt verneombud, eller;
- b) benytte hovedentreprenørens lokale verneombud.

Alt personell skal, til enhver tid, vite hvem som er fungerende verneombud ved anlegget.

2.1.4 Avfall

Installatør skal påse at innsamling og transport av EE-avfall håndteres slik at det ikke oppstår fare for forurensning eller skade på mennesker, dyr eller eiendom, og slik at muligheten for forskriftsmessig sanering ikke forringes. Kabler og ledninger samles og leveres i egnet oppbevaringsenhet for gjenvinning.

2.2 Sikring

Informasjon om SVVs rutiner, anlegg og interne anliggende skal behandles varsomt og skal ikke spres tilsiktet eller utilsiktet.

Anskaffelser som vil kunne anses som sikkerhetsgradert vil hjemle under Sikkerhetsloven.

Installatøren skal kunne dokumentere rutiner for håndtering av informasjon og, ved sikkerhetsgradert anskaffelse, klarering av personell.

Installatørens daglige leder, eller en utpekt representant, er ansvarlig for innhenting av tillatelser av SVV og eventuelt klareringer fra Nasjonal sikkerhetsmyndighet, for egne ansatte og eventuelle underleverandører.

Dører og/eller porter til areal for ekom-anlegg skal sikres mot ikke-autorisert tilgang i samråd med SVVs rutiner og behov. Systemer for kabelføring skal så langt det lar seg gjøre installeres slik at det er begrenset tilgang og i størst mulig grad ivaretar anleggets behov for beskyttelse.

I god tid før installasjon av sentralutstyr skal entreprenør sikre areal for ekom-anlegg mot ikke-autorisert tilgang. Kun personell som skal utføre nødvendig arbeid skal ha tilgang.

Anleggsområdets rutiner for adgangskontroll og rutiner for håndtering av sikkerhetsgradert areal og informasjon skal til enhver tid etterleves.

2.2.1 Stedsinformasjon

Installatøren skal påse at personell har nødvendig sikkerhetsinstruksjoner, opplæring, klareringer og tillatelser for de arbeidsområdene/områdene de skal jobbe og ferdes i.

Nødvendige tiltak og materiell skal benyttes for å sikre et hvert arbeidsområde for å beskytte personell og publikum mot fare.

Areal for tekniske installasjoner skal så tidlig som mulig, men senest innen oppstart av installasjon, kunne låses for personer som ikke skal ha tilgang. Prosjektet system for adgangskontroll skal fortrinnsvis benyttes, men midlertidig låsesystem kan aksepteres mot at SVV har fri tilgang til å benytte låsesystem.

3 Merking

Standardens krav til merking ift. installasjonskompleksitet skal etterleves. Standardens krav kommer i tillegg til krav til merking i kontrakt, altså prosjektets manual for merking. Informativ del vedrørende TFM i NEK 600 skal følges som normativ.

Merking utføres på en slik måte at merkene, i den forventede levetiden til kablingen, er tilgjengelige, leselige og om nødvendig modifiserbare. Merking skal tåle ytre påkjenninger det utsettes for. Merkesystemet skal minst ha tilsvare levetid som den enkelte anleggsdel/komponent som merkes.

Merker skal plasseres slik at de er leselige ved drift og vedlikehold. Dersom merking ikke er leselige uten aktiv handling, skal ytterligere merker plasseres for å lette drift og vedlikehold.

Merker for skap, rammer, stativer, koblingsmoduler og eventuelle fareskilt skal være graverte skilt eller tilsvarende.

Som minimum skal kabler merkes i hver ende og på hver side av gjennomføringer. Kabler som er del av sløyfe/buss skal ha samme merking, men med unikt løpenummer i tillegg.

I skap/rammer/stativer med 19" rack skal utstyrets også merkes ved posisjon i rack. Installatøren skal merke alle posisjoner, hvor utstyr levert av tredjepart skal installeres.

Dersom anleggsdel/utstyr/komponent som skal merkes ikke har tilstrekkelig plass for merke, skal anleggsdelens/utstyrets/komponentens posisjon merkes. Øvrige krav til merking av anleggsdel/utstyr/komponent gjelder.

3.1 Merking av fare

Alle steder der det er risiko for teknisk skade eller kontraktmessig ansvar ved å foreta frakobling under belastning, skal det settes opp egnet merke om fare.

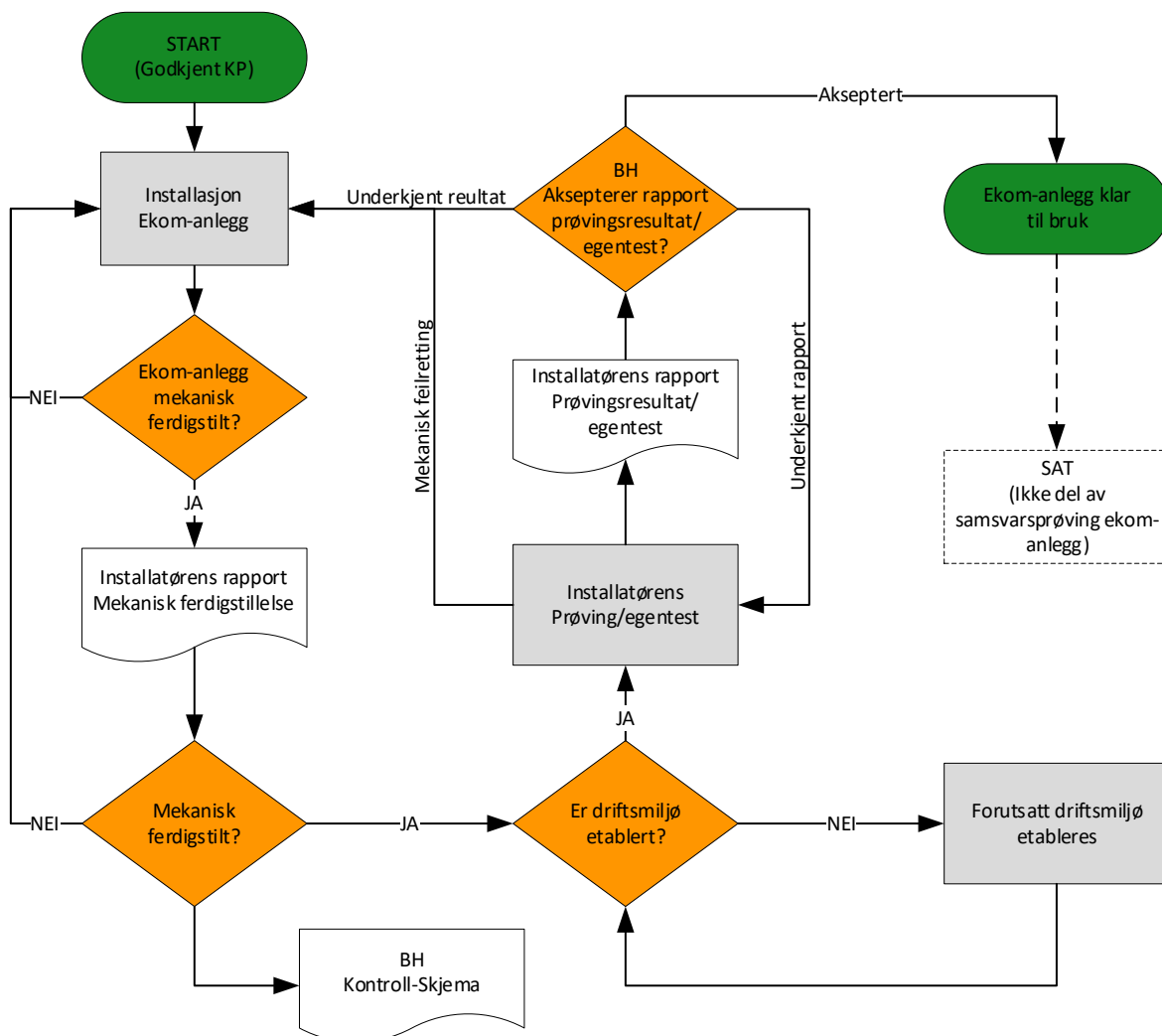
Alle fiberoptiske koblingsmoduler skal merkes med relevant fareklasse i samsvar med NEK IEC 60825-2. Dersom porter i koblingsmodul kan ha ulik AEL, skal koblingspanel merkes med den høyeste fareklassen.

Fiberoptiske koblingsmoduler skal, som minimum, merkes iht. fareklasse M1.

4 Mekanisk ferdigstilling og Samsvarsprøving

Samsvarsprøving omfatter prøving av anleggenes mekaniske utførelse og ytelse, for å bevitne at installert utstyr og kabling oppfyller fastsatte betingelser i relevante standarder, kontrakt, spesifikasjon av installasjonen og produsentens anvisninger.

Arbeidsflyten for samsvarsprøving er vist i flytskjema under.



Figur 2: Flytskjema samsvarsprøving.

Installatøren skal ha rutiner for kontinuerlig kontroll og verifikasjon av installasjonen, dette for å kunne levere anlegg til rett kvalitet og til avtalt tid.

4.1 Mekanisk ferdigstilling

Med mekanisk ferdigstilling menes mekanisk ferdigstilt anlegg som oppfyller:

- standardens intensjon;
- kontrakt;
- spesifikasjon av installasjonen
- arbeidsbeskrivelsen og;

- e) utførelse iht. produsentens anvisninger.

Samsvarsprøving for mekanisk ferdigstillelse bør starte samtidig som oppstart av installasjon. Installatøren sitt interne system for kontroll skal dokumentere ferdigstillelse og byggherrens organisasjon skal gjennomføre mekanisk kontroll utførende (KUT).

Rapporter for mekanisk ferdigstillelse skal leveres for gjennomgang av byggherre senest 7 virkedager innen oppstart av planlagt byggherres KUT.

Først når installatør påberoper mekanisk ferdigstilt anlegg og alle eventuelle anmerkinger for mekanisk ferdigstillelse er utbedret og kvittert, og forutsatt driftsmiljø er etablert, kan videre arbeider med samsvarsprøving starte.

4.2 Driftsmiljø

Med driftsmiljø menes etablering av energiforsyning, ventilasjon, kjøling og rengjøring før areal tas i bruk. Ved installasjon av elektronisk utstyr (servere, switcher osv.) og samsvarsprøving, anses arealet som tatt i bruk og arealet skal være rengjort og fritt for synlig støv og fett. Det tillates ikke forurensende aktiviteter, som sliping og boring, uten tilstrekkelig tiltak for å hindre tilgrising etter at areal er tatt i bruk.

4.2.1 Rengjøring før areal tas i bruk

Installatør skal ha rutiner for opprydding og renhold i hele byggeperioden som imøtekommer byggeteknisk forskrift.

Før areal tas i bruk, skal alle overflater, kanaler o.l. være rengjort og fri for synlig støv og fett. Etter at areal er tatt i bruk skal installatør påse at følgende etterleves:

- sørge for at forurensende aktiviteter utføres med utstyr påmontert støvavsug
- sørge for at all saging og kapping foregår utenfor areal

Før overlevering av anlegg skal installatør foreta grundig hovedrengjøring av alle overflater.

4.3 Samsvarsprøving/EET

Med samsvarsprøving menes prøving for å bevitne at installasjonen tilfredsstiller spesifisert ytelse. Installatøren skal påse at personell og prøvingsutstyr tilfredsstiller krav i forskrift og standard.

Før oppstart av installatørens samsvarsprøving skal installasjonen være komplett, mekanisk ferdigstilt og alle eventuelle utbedringspunkter være utført og kvittert. Samsvarsprøving av ytelse kan ikke starte før forutsatt driftsmiljø er etablert, altså nødvendig areal er rengjort og system for oppholdelse at driftsmiljø er etablert. Enhver manglende kontroll, ytre påvirkning eller arbeid som kan påvirke installasjonens ytelse kansellerer utførte prøvinger. All prøving må da utføres på nytt.

Samsvarsprøving av kabling skal utføres med 100% utvalg. Det samme gjelder for dokumentasjon av samsvarsprøving.

Hvor ikke annet er beskrevet skal samsvarsprøving som minimum omfatte:

- DC-målinger – kontinuitet, polaritet osv.

- Transmisjon – transmisjonsytelse, tap, lengde, bøyetap osv.
- Måling av ekstern krysstale (dersom nødvendig)

Rapport for samsvarsprøving skal minimum tilfredsstillende NEK EN 50174-1, og med følgende presiseringer:

1. Koblingsmodulenes identifikator
2. Kabelens identifikator
3. Operatørens fulle navn
4. Rapportens dokumenttittel og filnavn skal samsvare og henvise til identifikator for prøving

Kvalitetsplanen skal henvise til hvilken standard eller installatørens rutiner som skal benyttes for undersøkelse og samsvarsprøving, og tydelig beskrive og vise (figur/bilde) prøvingssystemet som benyttes for samsvarsprøving av installasjon.

Installatørens rutiner skal være like bra eller bedre enn standard som beskriver prøving av tilsvarende kabelinstallasjon.

Rapporter for samsvarsprøving skal leveres for gjennomgang av byggherre senest 15 virkedager innen oppstart av byggherres deltagelse i planlagte SAT. Alle prøvingsresultater med tilhørende dokumentasjon skal imøtekomme spesifisert ytelse innen SAT kan starte.

4.4 Marginale prøvingsresultater

Samsvarsprøving med marginale verdier, altså prøvingsresultater hvor differansen mellom målt verdi og prøvingskravet til individuelle parametere er mindre enn den spesifiserte måleusikkerheten, skal merkes spesielt og tydelig fremkomme i rapport med prøvingsresultater.

4.4.1 Balansert kabling

Prøvingsresultater med marginale verdier aksepteres ikke. Installatøren kan utbedre installasjonen med fornyet utførelse, benytte materiell med forbedret ytelse og/eller benytte prøvingsapparat med forbedret spesifisering på målenøyaktighet.

4.4.2 Fiberoptisk kabling

Som utgangspunkt vil ikke prøvingsresultater med marginale verdier aksepteres. Installatøren kan utbedre installasjonen med fornyet utførelse, benytte materiell med forbedret ytelse og/eller benytte prøvingsapparat med forbedret spesifisering på målenøyaktighet.

Dersom ikke dokumenterte forsøk på utbedring gir resultater, kan installatør inngå dialog med byggherre for spesiell godkjenning av marginale prøvingsresultater. Byggherre frasier seg ikke på noe tidspunkt retten til å ikke overta installasjon som ikke imøtekommer spesifiserte ytelser.

4.4.3 Prøvingsresultater som ikke samsvarer

Ved prøvingsresultater som ikke samsvarer med spesifisert ytelse har installatøren, innen rimelig tid – maksimalt 5 virkedager, anledning til å benytte prøvingsapparat med forbedret spesifisering på målenøyaktighet for prøving av installasjonen. Alle prøvingsresultater som ikke samsvarer med

spesifisert ytelse, også etter fornyet prøving, medfører krav om fornyet utførelse eller fornyet installasjon.

4.5 Integrert funksjonstest – SAT

Med integrert funksjonstest menes kontraktens SAT. SAT er ikke del av spesifikasjon av installasjonen.

5 Dokumentasjon

Dokumenter for forvaltning, drift og vedlikehold skal sikre optimal drift over tid. Krav til dokumenter stilles for at SVV skal kunne benytte disse over tid og sikkert kunne benytte korrekt dokument. Det henvises generelt til Håndbok R700 Tegningsgrunnlag.

Installatøren skal vise til internkontrollrutiner for sikring av dokumentasjonens kvalitet, internkontrollrutiner skal være del av installatørens kvalitetsplan. På forespørsel skal installatøren sende dokumentasjon på kvalitetskontroll av dokumenter til SVV.

Dokumenter skal som minimum ha følgende informasjon:

1. Forside/tittelfelt, som inneholder
 - a. Felt for dokumenttittel, –nummer, revisjon og status
 - b. Felt for prosjektinformasjon
 - c. Felt for utarbeidelse, kontroll og godkjenning
 - d. Felt for logoer og installatørens navn, adresse og arkivreferanse
2. Alle sider skal ha sidetall, antall sider, prosjektittel, dokumentittel/–nummer og revisjon.

Installatør skal konferere med SVVs prosjektorganisasjon for aktuell prosjektinformasjon som skal inkluderes.

nn								aaaaaa	aaaaaa	aaaaaa	dd.mm.åååå
Rev.	Revisjonen gjelder							Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Rev. dato
									Tegningsdato		Dok. dato
	SVV logo								Bestiller		
									Produsert for	SVV	
«E/RV. nnn aaaa»									Produsert av		
«System–/Anleggsnavn»									Prosjektnummer	SVV prosjektnummer	
									Arkivreferanse	SVV referanse	
«Innhold»									Byggverksnummer		
«Prosjekt fase»									Format/sider	An	
Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Etg.	Fag	Sys.	Type	I. nr.	Tegningsnummer/ revisjonsbokstav			
aaaaaa	aaaaaa	aaaaaa	nn	a	nnn	nn	nnn			a(a)nnn	a

Bilde 1: Eksempel på tittelfelt for stående A4-format. ([n] = Numerisk verdi, [a] = Alfnumerisk verdi)

5.1 Dokumentliste

Installatøren skal utarbeide dokumentliste hvor alle dokumenter som skal leveres fremkommer. Dokumentliste skal være vedlegg til kvalitetsplanen og skal da minimum inneholde produsentens anvisninger og datablad, inkludert dato for leveranse av disse.

Dokumentliste skal kompletteres gjennom hele prosjektets levetid og leveres komplett og oppdatert som del av kontraktens FDV leveranse.

Alle installasjonsanvisninger, brukerveiledninger og datablad skal være tilgjengelig for SVV innen oppstart av installasjon av aktuelt materiell. Kun produsentens originale installasjonsanvisninger, brukerveiledninger og datablad aksepteres.

5.2 Tegninger

Alle tegninger skal tilfredsstillende håndbok R700 og benytte SVVs tittelfelt (Vedlegg 1 i R700) og være listet i tegnings- og dokumentliste. SVVs tittelfelt leveres på forespørsel. Om ikke tittelfelt har format som installatøren benytter, må installatøren selv utarbeide tittelfelt med samme oppbygning og innhold som vedlegg 1 i R700.

Om ikke kontrakten krever annet, skal alle:

- Tegninger være redigerbart format.
- Tegninger være i målestokk (Målestokk og format skal stå på tegning).
- Tegninger målsettes i millimeter.
- Symboler tilfredsstillende NEK 144 og kunne skaleres.
- Tekst automatisk tilpasses målestokk.

5.3 Dokumenter

Alle dokumenter, inkludert lister, beregninger, skjemaer, sjekklister, protokoller og journaler osv., skal ha forside og alle sider skal som minimum ha;

- prosjektittel,
- dokumentittel,
- dokumentnummer,
- sidenummer med totalt antall sider og,
- dato og revisjon

5.4 Anvisninger og veiledninger

Produsentens anvisninger og veiledninger leveres for å sikre korrekt utførelse og kontroll av installatørens installasjon. Anvisninger og veiledninger skal være tilgjengelig for SVV, før installasjon av aktuelt utstyr. Dersom anvisninger og veiledninger inneholder instruksjoner for mer enn ett utstyr, skal det tydelig merkes hvilke utstyr den gjelder.

Dersom anvisninger og veiledninger omfatter flere utstyrsleveranser av samme type, skal også anvisninger berikes med informasjon om hvilket utstyr den gjelder, altså hvilke utstyr/utstyrsmerking som anvisningen/veiledningen omfatter. Alternativt kan installatøren utarbeide liste med aktuelt utstyr (utstyrsmerker) som anvisningen/veiledningen gjelder.

5.5 Datablad

Produsentens datablad skal være tilgjengelig for SVV, før installasjon av aktuelt utstyr. Dersom datablad inneholder informasjon om mer enn ett utstyr, skal aktuelt utstyr merkes og tydelig fremkomme.

Dersom datablad omfatter flere utstyrsleveranser av samme type, skal også datablad berikes med informasjon om hvilket utstyr det gjelder, altså hvilke utstyrsmerker som datablad omfatter. Alternativt kan installatøren utarbeide liste med aktuelt utstyr (utstyrsmerker) som datablad gjelder.

6 Inntak – ENI

6.1 SVV

SVV, eller dens representant, skal varsle kabeletat(er) om planlagt anlegg. Varsling skal beskrive ønsket behov, basert på anleggets kompleksitet og risikovurdering av samband og redundans. Dersom det er benyttet spesialløsninger iht. avsnitt 9 i NEK 399 skal løsning dokumenteres.

6.2 Lokalisering

Tilknytningsstandarden krever samlokalisering av tilknytningspunkt for energiforsyning og ekom-nett (ENI). For veianlegg skilles tilknytningspunktene, tilknytningspunkt for energiforsyning og ekom-nett plasseres i tilstøtende rom, henholdsvis rom for fordelinger og rom for nødstrøm/UPS/automasjon.

Dette begrunnes med hensynet til:

- EMI forhold i rom for fordelinger
- Imøtekommelse av Statens vegvesen sitt regelverk

Dersom det er risikovurdert redundant samband skal disse, om mulig, plasseres adskilt i separate bygg.

6.3 Installasjon

Tilknytningspunkt for ekom-nett skal ha plass til:

- inngående inntakskabel og utgående stigekabel(er);
- kveilemuligheter og;
- utjevning/jording¹

¹ Kravet gjelder også ved bruk av metallfri kabling for utjevning av peiletråd/lyttetråd. Dersom peiletråd/lyttetråd utjevnes annet sted enn tilknytningspunkt bortfaller krav.

Tilknytningspunkt skal plasseres for maksimal 2 m innvendig kabellengde på inntakskabel.

Inntakskabel skal maksimalt ha 2 m eksponert kabellengde innenfor ytre brannskille. Dersom det etableres kompensierende tiltak, kan kabellengde innenfor ytre brannskille forlenges og krav om plassering av tilknytningspunkt i avsnitt over bortfaller.

6.3.1 Trådløse tjenester

Dersom det etableres tilknytningspunkt, som trådløst samband fra kabeletat, skal denne plasseres under samme forutsetning som for kablet. Produsentens installasjonsveiledning(er) skal følges.

6.4 Terminering

Inntakskabler skal termineres av kabeletat(ene).

6.5 Merking

Inntakskabler skal merkes av kabeletat(ene). Kabelmerking skal imøtekomme standardens intensjon.

6.6 Samsvarsprøving

Samsvarsprøving utføres av kabeletat(ene).

7 Areal for ekom–fordeling

7.1 Ytelse

Areal for ekom–fordeling skal ha kjøling tilpasset planlagt avgitt effekt og tilstrekkelig reservekapasitet.

Installatøren skal utføre beregninger og dokumentere ivaretagelse av levert utstyrskjølebehov, samt 30 % reservekapasitet – altså 130 % kjølekapasitet.

Anlegg som brannalarm, adgangskontroll og innbruddsalarm vurderes å ha særdeles lavt kjølebehov. Det antas at samlet maksimalt kjølebehov for disse anleggene i et gjennomsnittlig areal for ekom–fordeling er $\leq 1,0$ kW.

7.2 Datagulv

Produsentens anvisninger skal etterleves ved installasjon av datagulv. Datagulvets egenskaper skal ikke forringes som resultat av installasjon. Alle kappflater i datagulvplater skal behandles iht. produsentens anvisninger.

Dersom kabler føres gjennom datagulvplate skal plate kunne fjernes i sin helhet uten påvirkning av kabler. Arealet til utsparing i datagulvplater skal være det dobbelte av tverrsnittarealet til kablene ved fullt utnyttet utsparing. Kabler som føres gjennom boret hull i plate i datagulv aksepteres ikke. Alle utsparinger i datagulv skal ha arrangement som forhindrer løsøre å falle ned under gulv.

7.2.1 Rammer

Hvor ekom–fordelinger plasseres på datagulv skal disse plasseres på ramme som både understøtter ekom–fordeling og gulvplater. Flere fordelinger kan plasseres på en felles ramme.

Ramme for ekom–fordelinger skal tilpasses ekom–fordeling og føring av kabler inn og ut av denne.

7.3 Utjevning

I areal for ekom–fordelinger etableres dedikert jordskinne for utjevning av ekom–anlegg. Hvor areal har datagulv, skal jordskinne plasseres under gulvplater og tydelig merkes over gulv.

8 Systemer for kabelføring

Installasjon og mengder for kabelføringssystemer utføres normalt av installatør for energiforsyning. Dette fritar ikke ekom–installatør i å utføre arbeid med system for kabelføring som er nødvendig for installasjon, samsvar og ivaretagelse av ekom–installasjonens egenskaper.

8.1 Ytelse

System for kabelføring i grunn skal tilfredsstillere RENblad 9000-serien og krav i vegnormal N200.

System for kabelføring i bygg skal tilfredsstillere krav i NEK 400 og NEK 702.

Installatør skal, innen oppstart av arbeider med system for kabelføring, påse at system for kabelføring imøtekommer krav til ekom–anlegg. Spesielt skal installatør sikre at segregasjonskrav mellom kabling for energiforsyning og installatørens valgte kabling for ekom–nett kan imøtekommes.

Samføring av ELV– og LV–kabling aksepteres ikke.

Alle system for kabelføring som benyttes for fremføring av ekom–nett skal være mekanisk forankret.

Peiletråd/lyttetråd skal etableres i system for kabelføring i grunn hvor det benyttes metallfri kabel. Peiletråd/lyttetråd skal anses som annen ledende del og utjevnes.

8.2 Installasjon

Ved avgrensning fra system for kabelføring skal tiltak, som radiusbegrenser eller vertikal innfestning, benyttes for å sikre kabler/kabelbunter mot punktlast.

8.3 Utsparinger

Utsparinger mellom brannceller skal branntettes iht. byggforskerien 520.342 Branntetting av gjennomføringer.

8.4 Merking

Branntettinger skal være merket med:

- brannmotstand;
- type branntetteprodukt;
- utførende;
- dato og signatur

Merkene skal tåle ytre påkjenninger det utsettes for og skal ha tilsvarende levetid som benyttet branntetteprodukt

8.5 Samsvarsprøving

Det forutsettes at samsvarsprøving av system for kabelføring ivaretas av installatør for energiforsyning. Dette fritar ikke installatøren fra å gjøre nødvendige kontroller for ivaretagelse av system for kabelføring for ekom–installasjon.

9 Systemer for jording

9.1 Ytelse

Ledende– og annen ledende del i ekom–installasjonen skal utjevnes for beskyttelsesformål iht. prosjektert grunnlag og gjeldende standard(er). Det legges til grunn løsning iht. avsnitt 9 i NEK EN 50310. Utjevningsledere skal dimensjoneres iht. NEK EN 50310. Ekvivalent utjevningsleder–areal aksepteres dersom forlegning av parallelle ledere utføres iht. NEK EN 50310.

Følgende standarder skal, som minimum, benyttes:

- NEK EN 50310
- NEK 400

Utjevningsskinne (RBB) skal monteres vertikalt i hele skapet–/ramme–/stativets høyde for tilkobling av utjevningsledere til enkeltutstyr (UBC) og andre ledende deler i skap/ramme/stativ. All utjevning kobles til utjevningsskinne med jordskinneklemmer for sømløs plassering av tilkoblingspunkt og bortfall av eventuelt behov for boring ved senere tilkobling.

Areal for ekom–fordelinger utrustes med utjevningsskinne for ekom iht. NEK EN 50310 og NEK 400.

I alle tilfeller hvor standardens dimensjonering av utjevningsledere benyttes, legges det til grunn kobberledere med ledningsevne som er ≥ 95 % av IACS. Dersom utjevningsledere < 95 % av IACS benyttes skal installatøren gjøre kompenserende tiltak for å imøtekomme standardens intensjon, som økt tverrsnitt.

9.2 Installasjon

Skinner for jording og utjevning skal monteres isolert fra omgivelsene. Kun tilsiktet jording og utjevning skal kobles til skinner for jording og utjevning.

Anviste standarder og produsentens anvisninger skal følges.

9.3 Terminering

Ingen ytterligere beskrivelse.

9.4 Merking

Ingen ytterligere beskrivelse.

9.5 Samsvarsprøving

Samsvarsprøving skal utføres før installasjon av telekomutstyr. All utjevning for beskyttelsesformål skal samsvarsprøves iht. avsnitt 6 i NEK EN 50310. Prøvningsoppsett og måleresultat skal leveres byggherre senest 15 virkedager innen oppstart av byggherres deltagelse i planlagte SAT.

10 Inntakskabler for teleanlegg – inntakskabler

10.1 Ytelse

Iht. bestilt tjenesteytelse fra ekom-netteier.

10.2 Installasjon

Installatøren skal gjøre nødvendig koordinering med ekom-netteier for installasjon av inntakskabler.

Tilknytning av inntakskabler skal benytte tilknytningsmetode B eller C iht. NEK 399.

10.3 Terminering

Ekom-netteiers metode for terminering legges til grunn.

10.4 Merking

Ekom-netteiers system for merking legges til grunn.

10.5 Samsvarsprøving

Inntakskabler skal kontrolleres for mekanisk ferdigstillelse og imøtekommelse av standardens intensjon.

Ekom-netteiers prosedyrer for samsvarsprøving legges til grunn.

11 Stamkabel

11.1 Ytelse

Med stamkabling menes områdestamkabling og bygningsstamkabling. Stamkabel skal inngå i SVVs nett med fiberoptiske stamkabler. Stamkabler etableres som langsgående kabling og kan inngå som del av eksisterende større fiberoptisk stamkablingsnett.

Installert fiberoptiske stamfibre skal tilfredsstillende:

- Sambandsklasse OS2.
- Optisk fiberkategori B-657.A2.
- Maksimal demping 0,38 dB/km @ 1310 nm, 0,23 dB/km @ 1550 nm.

Kabel, også kabel fra skjøteboks til koblingsmodul i teknisk bygg, skal ha loose-tube (løs kledning), være metallfri og motstandsdyktig mot gnagere. Fibre i kabel bør være fargekodet iht. «norsk standard», se tabell under:

Fiber nr.	Farge	Fiber nr.	Farge	Fiber nr.	Farge	Fiber nr.	Farge
1	Hvit	7	Brun	13	Hvit	19	Brun
2	Rød	8	Sort	14	Rød	20	Lys blå
3	Gul	9	Fiolet	15	Gul	21	Fiolet
4	Grønn	10	Turkis	16	Grønn	22	Turkis
5	Blå	11	Oransje	17	Blå	23	Oransje
6	Grå	12	Rosa	18	Grå	24	Rosa

Tabell 1: Fargekode fibre.

Rør i fiberkabel skal følge kabelprodusentens fargekoding.

Egenskaper til benyttet kabel skal tilpasses bruksområde, installasjonssted og -miljø. I byggverk skal kabler som minimum tilfredsstillende CPR-klasse Dca, og ved behov skal kablene være funksjonssikre for å opprettholde funksjon og tilfredsstillende CPR-klasse Bca. Ved bruk av funksjonssikre kabler skal det dokumenteres at den funksjonelle ytelsen opprettholdes i den tid som er nødvendig.

Krav til koblingsmateriell:

- Tilfredsstillende sambandsklasse OS2
- Innskuddstap @ 1310/1550 nm: $\leq 0,5$ dB
- Returtap: ≥ 60 dB
- SC/APC konnektor
- Duplex adapter
- Fargekodet iht. konnektor type
- Adaptere leveres med lys-/laser-/støvdeksel

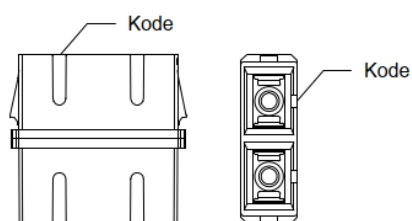
Kabler fra skjøteboks bør tilpasses antall terminerte fibre i koblingsmodul.

Koblingssnorer skal ha samme eller høyere sambandsklasse som fast installert fiberoptisk kabling. Alle koblingssnorer skal være produsert på fabrikk. Koblingssnorer skal ikke føres på kabelgater, eller andre utsatte steder, uten at det etableres kompenserende tiltak for ivaretagelse av mekanisk beskyttelse.

11.1.1 Koblingsmodul (Fiberpanel)

I skap/rammer/stativer termineres fiberoptiske kabler i 19" rack ved bruk av 1,5U 48 port SC/APC (24 SC/APC duplex adaptere) eller 2U 96 port SC/APC (48 SC/APC duplex adaptere)

koblingsmodul. Under hver koblingsmodul monteres 0,5U føringspanel ved bruk av 1,5U



koblingsmodul og 1U føringspanel ved bruk av 2U koblingsmodul forføring av koblingssnorer. Føringspanel med føringsringer av tråd aksepteres ikke.

Adaptere skal monteres med adapter-kode mot høyre i alle koblingsmoduler.

Figur 3: SC/APC adapter – Kode.

11.1.2 Skjøteboks

Skjøteboks skal monteres utvendig i kabelkum eller lignende. Innvendig montering av skjøtebokser i tekniske bygg aksepteres ikke.

Ved avgrensning fra stigekabler skal det benyttes skjøteboks med minimum kapasitet på det dobbelte av antall fibre som stigekabler har. Skjøteboks skal tilfredsstille følgende:

- Kapslingsklasse IP68 (mekanisk ferdigstilt med kabler)
- Ivareta strekkavlastning av kabler
- Forberedt for kaldforsegling
- Minimum 1 oval kabelinngang

11.2 Installasjon

Installasjon av fiberkabling kan gi permanent skade på kabling. Installatør er ansvarlig for at transport, lagring, personell, installasjon og øvrig håndtering av fiberkabling ikke forringer eller skader kabel eller materiell for terminering, skjøting osv.

Ved innføring av kabler i skjøteboks skal gjennomføringene tettes iht. produsentens anvisninger for å imøtekomme produktets IP-grad.

Sveisede skjøter skal tilfredsstille innskuddstap (Insertion Loss – IL):

- Innskuddstap @ 1550 nm: $\leq 0,15$ dB
- Innskuddstap @ 1310 nm: $\leq 0,25$ dB

11.3 Terminering

Alle fibre skal termineres og tilkobles adaptere i koblingsmodul.

Etter terminering skal, iht. NEK EN 50174-2, endeflatene til terminerte optiske fibre inspiseres visuelt slik som anvist i NEK EN 61300-3-35.

Alle endeflater rengjøres før støvbeskyttelse etableres.

11.4 Merking

Ingen ytterligere beskrivelse.

11.5 Samsvarsprøving

Installatøren skal sikre og dokumentere at prøvingsutstyret; prøvingsinstrument, –snorer, –adaptre osv. er kalibrert og/eller har gyldighet innenfor tidsperioden samsvarsprøving utføres.

Samsvarsprøving av fiberkabling skal benytte OLTS (Optical Loss Test Set) og OTDR (Optical Time-Domain Reflectometer) som kan lagre resultat og merking for link. Før samsvarsprøving med OLTS og OTDR skal dempningsbudsjett for hver link utarbeides. Dempningsbudsjett leveres sammen med OLTS og OTDR-målinger. Samsvarsprøving av kabling utføres med statistisk utvalg på 100%, også fibre som ikke er benyttet.

Prøvingsprosedyrene for fiberoptiske kablings-linker og kanaler er spesifisert i NEK EN 61280-4-2.

Prøving skal foretas med bruk av utstyr i samsvar med NEK EN 61280-4-2.

Som minimum skal linker samsvarsprøves iht. installert sambandsklasse med samtlige prøveparametere i tabell F.3 NEK EN 50174-1 og signalledere (A – B ombytting), samt påvise eventuelle bøyetap. Fibre skal samsvarsprøves i begge retninger for 1310 og 1550/1625 nm.

Før samsvarsprøving av optiske linker starter, skal alle konnektorer/ferruler:

- Kontrolleres for forurensning med fibermikroskop tilpasset fiberkontakter.
- Rengjøres med klikk–rensepenn i koblingsmoduler og alle konnektorer, og med renseskassett for koblingssnorer og fiberhaler. Renseutstyr skal være tilpasset benyttet konnektor.
- Objektiv inspeksjon med 100% utvalg av konnektorer iht. IEC 61300-3-35 (NEK EN 50174-2). Inspeksjon skal fremlegges byggherre.

Støvhetter skal til enhver tid være på.

12 Telefordeling – Tunnel/Dagsone

12.1 Ytelse

Telefordelinger i tunnel, eller dagsone, plasseres som vist på plantegninger. Det henvises til dokumentleveranseplan for oversikt. Skap som plasseres i tunnel, eller dagsone, skal tilfredsstille korrosjonsklasser iht. NEK 600. Kapslingsgrad til skap skal minimum tilfredsstille NEK 600.

Alle skap som leveres og benyttes omfattes av denne SI, også de som leveres av installatørens underleverandør(er) eller annen part.

Skap skal ha system for kabelføring for føring av kabler inn i/ut av skap, samt, dersom aktuelt, system for etablering av kveil. System for kabelføring inn i/ut av skap skal være dimensjonert for de antall kabler som et fullt utbygd skap kan håndtere. Separat føring for ekom- og lavspenningskabler skal etableres med nødvendig skjerming for å opprettholde segregasjon mellom kabling.

Automasjonsskap og skap som inneholder ekom-kabling skal imøtekomme standardens intensjon. Skap skal ha system for kabelføring for horisontal og vertikal føring av koblingssnorer. Særlig skal behov for føring av kabling inn og ut av skap, internføring av kabling i skap og ivaretagelse av segregasjon og bøyeradier imøtekommes. Fellesføring av fast installert kabling og koblingssnorer aksepteres, dersom kablingens krav til segregasjon og spenningsholdfasthet overholdes.

Skap skal ha isolert utjevningsskinne med kapasitet for mengden utstyr og kabler skap er dimensjonert for. Utjevningsskinne skal være lett tilgjengelig for fremtidige tilkoblinger og ved fullt bestykket skap.

Installatør skal fremlegge design for byggherre, eller dens representant, for kommentar i god tid innen bestilling. Levert telefordeling som ikke imøtekommer standardens intensjon skal vederlagsfritt erstattes av installatør.

12.2 Installasjon

Kabling for energiforsyning og kabling for elektronisk kommunikasjon skal ha separate føringsveier, og dersom lukket system for kabelføring benyttes, med separate deksler. System for kabelføring i skap skal ha tilstrekkelig segregasjon for den kablingen som er og forventes å installeres i skap. Installatøren er ansvarlig for å imøtekomme standardens krav ved design av skap. Avvik fra krav til segregasjon og kablingens bøyeradier aksepteres ikke.

Dersom kveil av kabler er plassert utenfor skap, skal koblingsmodul, om nødvendig, kunne løsnes og tas ut av skap for arbeid. System for kabelføring skal tilpasses for dette.

12.3 Terminering

Ingen ytterligere beskrivelse.

12.4 Merking

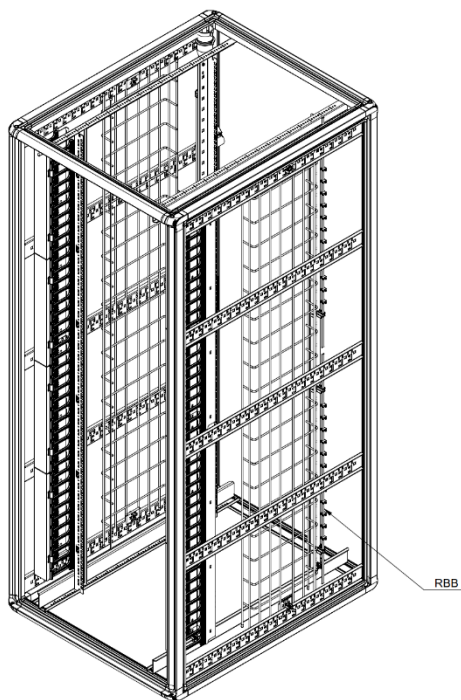
Ingen ytterligere beskrivelse.

12.5 Samsvarsprøving

Dokumentert kontroll av mekanisk ferdigstilling, ivaretagelse av segregasjonskrav og prøving av utjevning iht. avsnitt 6 i NEK EN 50310. Prøvningsoppsett og måleresultat skal leveres byggherre innen overtagelse av anlegget.

13 Telefordeling – Teknisk areal

13.1 Ytelse



Bilde 2: Grunnleggende innredning i skap.

Telefordelinger – Skap/Rammer/Stativer plasseres som vist på plantegninger. Det henvises til dokumentleveranseplan for oversikt.

Alle skap/rammer/stativer som inneholder kabling for elektronisk kommunikasjon omfattes av denne SI, også de som leveres av installatørens underleverandør(er) eller annen part.

Skap/rammer/stativer skal ha system for kabelføring for føring av kabler inn i/ut av skap/ramme/stativ, samt, dersom aktuelt, system for etablering av kveil. System for kabelføring inn i/ut av skap/ramme/stativ skal være dimensjonert for de antall kabler som et fullt utbygd skap/ramme/stativ kan håndtere. Separat føring for ekom- og lavspenningskabler skal etableres med nødvendig skjerming for å opprettholde segregasjon mellom kabling.

Skap/rammer/stativer skal ha system for kabelføring for horisontal og vertikal føring av koblingssnorer. Ikke under noen omstendighet skal arrangement for føring av

koblingssnorer i skap/ramme/stativ benyttes til føring av fast tilkoblet kabling eller kabling inn og ut av skap/ramme/stativ.

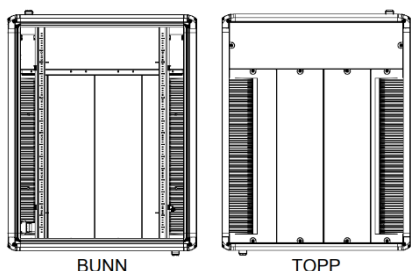
Skap/ramme/stativ skal som utgangspunkt ha isolert vertikal utjevningsskinne i hele skap/ramme/stativets høyde og plasseres i skap/ramme/stativets bakre del. Dersom annen monteringsmetode velges skal installatør konferere med byggherre, eller byggherres representant for kommentar.

Før bestilling av telefordeling har byggherre kommentarrett på underlag og arrangement-tegninger for bestilling. Installatør skal koordinere og påse at kommentarrett, med tilstrekkelig tid, ivaretas for byggherre.

Installatørens leveranser av telefordelinger, er prosjektert med volum 800 x 2100 x 1000 mm (BxHxD), inkludert sokkel. Fordelingene skal ha 19" rack i front og bak, med 42U – 42 høydeenheter.

13.2 System for kabelføring

13.2.1 System for ekstern kabelføring



Figur 4: Kabelføring skap.

Skap skal ha kabelinnføring i topp og bunn på begge sider av skapet (venstre og høyre side). All kabelføring inn og ut av skap skal føres langs skapets sidevegger og skal tilfredsstille krav til segregasjon i installasjonen.

Akseptert kabelføringssystem er trådbaner eller tilsvarende. Kabelføringssystemet skal ha kapasitet for antall kabler/kabelbunter som skap er dimensjonert for.

Kabelføring på 19''-profilskinner, skapets profiler osv. aksepteres ikke. Ved føring av utjevningsledere til enkeltutstyr, UBC-er, kan horisontale profiler benyttes.

13.2.2 System for intern kabelføring av krysskobling

Skap skal ha tilstrekkelig system for kabelføring for føring av snorer. Alle koblingsmoduler i 19'' innfestning skal ha tilhørende horisontalt system for kabelføring, dette gjelder også telekomutstyr. På begge sider av 19'' innfestning skal det plasseres vertikalt system for føring av antall snorer som fult utbygd skap.

Krav til segregasjon gjelder. Fellesføring av kabler for spenningsforsyning og kabler for elektronisk kommunikasjon aksepteres ikke.

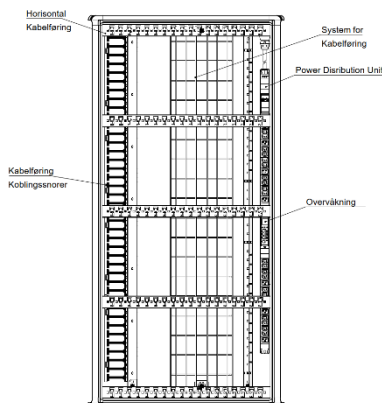
13.3 System for jording

Skap, inkludert skapets ramme, skal utjevnes iht. NEK EN 50310 og det skal etableres vertikal jordskinne (RBB) i hele skapets høyde. Jordskinnen skal ha samme eller større kvadrat enn Utjevningsleder for skap, RBC.

Utjevning av annen ledende del skal utføres iht. NEK EN 50310 og produsentens anvisninger. Alt telekomutstyr med punkt for utjevning skal utjevnes til RBB iht. NEK EN 50310. Utjevningsleder for utstyr skal minimum være 4 mm² og, føres og festes slik at de opprettholder posisjon ved drift.

I alle tilfeller hvor standardens dimensjonering av utjevningsledere benyttes, legges det til grunn kobberledere med ledningsevne som er $\geq 95\%$ av IACS.

13.4 Lavspentforsyning – PDU



Figur 5: Plassering PDU og system for kabelføring

Skap skal ha PDU med 3-fas+N NEK IEC 60309 16A støpsel.

Installatøren skal koordinere med elektroentreprenør for valg av stikk for skap og plassering av dette.

PDU skal plasseres vertikalt i skapets bakkant med tilpassede braketter til skapets ramme, ikke til bakre 19" innfestning. PDU skal minimum ha;

- 24 stykk C13 og;
- 6 stykk C19 uttak.

PDU skal kunne overvåkes ved SNMP over IP. Følgende parameter skal minimum overvåkes:

- Inn spenning [V]
- Last strøm [A]
- Last [kW]
- Forbruk [kWh]
- Temperatur [C°] og relativ fuktighet [%] i skap.

13.5 KVM-konsoll

Alle skap/rammer/stativer hvor det plasseres en eller flere servere, eller rom med en eller flere servere skal utrustes med en felles KVM-konsoll. KVM-konsollen skal ha følgende ytelser:

- 1U, med skjerm, tastatur og touchpad.
- Monterings detaljer for 19" innfestning
- Tilkobling av alle servere og 30 % utvidelseskapasitet.
- Valg av server ved trykknapper på frontpanel.
- Dedikert koblingsmodul for tilkobling av servere (Leveres som del av balansert kabling med permanente linker og koblingssnorer).
- KVM-adapter mellom server og permanente linker med $\geq 30\%$ reserve. (Adaptre skal være tilpasset server(e))

KVM-konsoll skal monteres i arbeidshøyde for stående personell, ca. 1200 mm over gulv.

Alle trykknapper for valg av server skal merkes med hvilken server trykknapp gjelder for.

13.6 Merking

Ingen ytterligere beskrivelse.

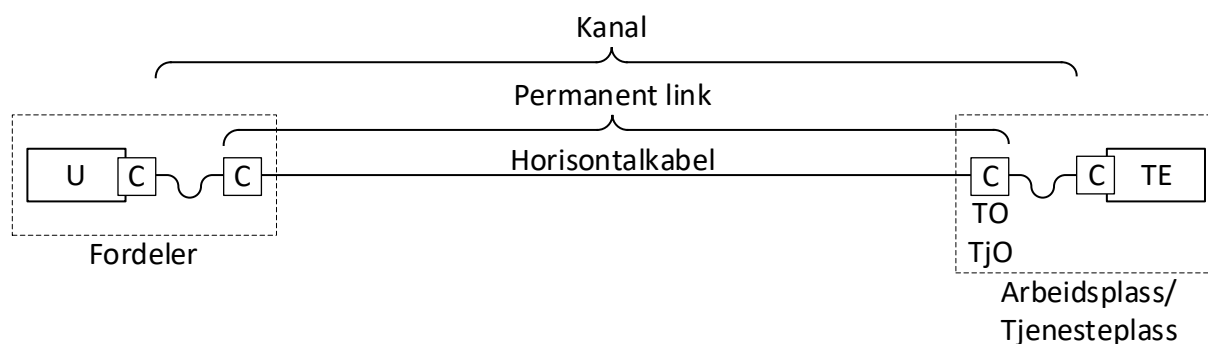
13.7 Samsvarsprøving

Dokumentert kontroll av mekanisk ferdigstilling, ivaretagelse av segregasjonskrav og prøving av utjevning iht. avsnitt 6 i NEK EN 50310. Prøvningsoppsett og måleresultat skal leveres byggherre innen SAT.

14 Kabling for IKT – Balansert kabling

14.1 Ytelse

Balansert kabling for IKT og kabling for distribuerte bygningstjenester kan etableres som kobberbasert horisontalkabling – strukturert kabling. Horisontalkabling skal utføres og testes som direktekoblede permanente linker.



Figur 6: Direktekobling – TO/TjO-struktur

Installerte balanserte linker skal tilfredsstillere:

- Sambandsklasse Ea
- Fjernmatingskategori RP3

Kabel skal minimum ha følgende egenskaper:

- fullskjermet (S/FTP) kat. 6a
- båndbredde ≥ 500 MHz
- karakteristisk impedans på 100Ω
- NVP: $\geq 67\%$
- segregasjonsklasse d
- kunne benyttes til fjernmating type 4

Egenskaper til benyttet kabel skal tilpasses bruksområde, installasjonssted og –miljø. I byggverk skal kabler som minimum tilfredsstillere CPR-klasse Dca, og ved behov skal kablene være funksjonssikre for å opprettholde funksjon og tilfredsstillere CPR-klasse Bca. Ved bruk av funksjonssikre kabler skal det dokumenteres at den funksjonelle ytelsen opprettholdes i den tid som er nødvendig.

Koblingsmateriell skal minimum ha følgende egenskaper:

- fullskjermet kat. 6a
- båndbredde ≥ 500 MHz
- karakteristisk impedans på 100Ω
- Lysbuebeskyttet iht. IEC 60512-99-002

Egenskaper til benyttet koblingsmateriell skal ivareta transmisjonsegenskaper for den installerte sambandsklassen og tilpasses installasjonssted og –miljø.

Koblingssnorer skal ha samme eller høyere sambandsklasse som fast installert balansert kabling. Alle koblingssnorer skal være produsert på fabrikk. Koblingssnorer skal ikke føres på kabelgater, eller andre utsatte steder, uten at det etableres kompenserende tiltak for ivaretagelse av mekanisk beskyttelse.

Der det etableres aksesspunkt for trådløs kommunikasjon skal det være doble telekommunikasjonsuttak for ivaretagelse av fremtidige utvidelser.

14.2 Installasjon

Kabelføring skal planlegges, utføres og tilpasses installasjonsmiljø, samt utføres på en slik måte at kablen ikke tar skade eller utsettes for skadelige belastninger eller trekkrefter.

Produsentens installasjonsanvisninger skal følges for alt materiell som inngår i installasjon.

Segregasjon iht. NEK EN 50174-2 og med hensyn til kabelkappens spenningsholdfasthet.

Deformasjon og/eller skader av kabelens ytterkappe skal ikke forekomme. Dette gjelder spesielt deformasjon og/eller skader som resultat av manglede vertikale føringssystem, radiebegrensere eller hardt tiltrukne buntebånd.

Ved behov skal det benyttes overspenningsvern i en kanal. Overspenningsvernet skal imøtekommet linkens ytelse.

14.3 Fjernmating – RP3

Fjernmatingskategori RP3 installasjoner krever egne metoder for planlegging og installasjon, sammen med dokumentasjon og administrativ styring ved utvidelse av kablingen.

Temperaturøkning i kablingen påvirker kanalytelsen samt overføringskapasiteten til installasjonen, og kan medføre reduksjon av oppnåelig link-lengde.

Anlegget er prosjektert for kanal-lengder på maksimalt 95 m i tekniske bygg og 98 m i tunnel. Kanaler dagsone vurderes spesielt av installatør i hvert enkelt tilfelle.

14.3.1 Forutsetninger

1. Kabelkonstruksjon med $\leq 75 \text{ m}\Omega/\text{m}$ og diameter $\geq 7 \text{ mm}$.
2. Dimensjonerende omgivelsestemperatur i tekniske bygg på $20 \text{ }^\circ\text{C}$.
3. Dimensjonerende omgivelsestemperatur i tunnel på $15 \text{ }^\circ\text{C}$.
4. Temperaturøkning i kablingen horisontal og vertikalføringer iht. NEK EN 50174-2.
5. Koblingssnorer ikke overstiger til sammen $5 + 5 \text{ m}$

14.3.2 Generelle begrensinger ved føring av kabler

Kabelbunter skal ikke overstige 24 kabler

1. Alle kabelbunter skal forlegges med $\geq 15 \text{ mm}$ avstand til nærliggende bunter, vanger på kabelstiger, varme rør osv.
2. Generelle regler for segregasjon til kabling for energiforsyning gjelder

Føring i isolert vegg har følgende begrensninger:

Hver kabel forlegges i eget rør.

Føring i tempererte tekniske rom har følgende begrensinger – Omgivelsestemperatur $\leq 20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Link-lengder med begrensing på $\leq 85\text{ m}$ med.

Metode E/F – Ventilert:	Kabelbunter med ≤ 24 kabler
Metode C – Renne uten perforering:	Kabelbunter med ≤ 24 kabler
Metode B – Kanal/rør:	Kabelbunter med ≤ 24 kabler

Føring i tunnel har følgende begrensinger – Omgivelsestemperatur $\leq 15\text{ }^{\circ}\text{C}$. Link-lengder med begrensing på $\leq 88\text{ m}$.

Metode E/F – Ventilert:	Kabelbunter med ≤ 24 kabler
Metode B – Kanal/rør:	Kabelbunter med ≤ 6 kabler

Installatør er ansvarlig for utførelse iht. valgt kabel og fjernmatingskategori, samt plikter å utføre undersøkelser som kan endre premisser for kablingen. Kabelføring i dagsone vurderes og dokumenteres i hvert enkelt tilfelle av installatøren.

14.4 Terminering

Terminering av horisontalkablingen skal utføres etter NEK EN 60603-7 opsjon B, tilsvarende skjema T568B iht. den amerikanske standarden ANSI/EIA/TIA 568.

14.5 Merking

Ingen ytterligere beskrivelse.

14.6 Samsvarsprøving

Samsvarsprøving av balansert kabling skal utføres for permanente linker.

Installatøren skal sikre og dokumentere at prøvingsutstyret; prøvingsinstrument, –snorer, –adaptre osv. er kalibrert og/eller har gyldighet innenfor tidsperioden samsvarsprøving utføres.

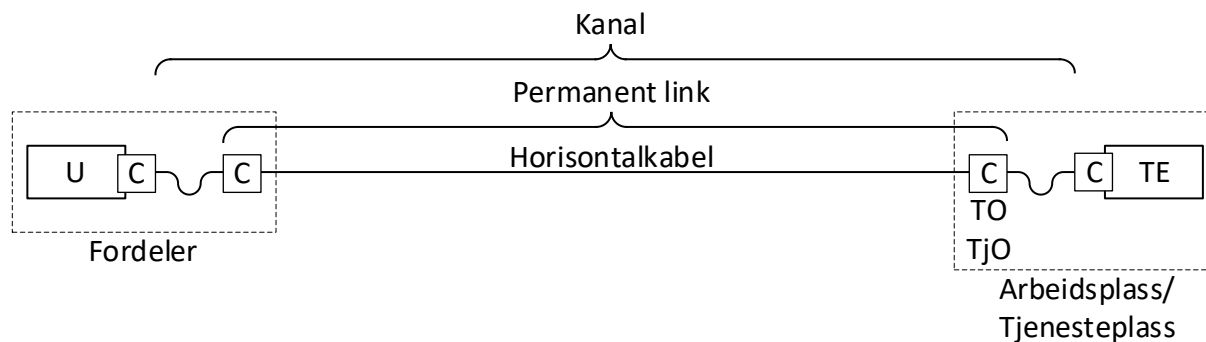
Som minimum skal linker samsvarsprøves iht. installert sambandsklasse med samtlige prøveparametere i tabell F.1 NEK EN 50174-1 med hensyn til valgt materiell. Dersom det er benyttet uskjermet kabel skal linker også prøves med samtlige parametere i tabell F.2 NEK EN 50174-1, med utvalg iht. NEK IEC 61935-1.

Før samsvarsprøving skal prøvingsinstrumentet oppdateres med korrekt NVP-parameter for kabel som prøves. NVP-parameter skal dokumenteres og tydelig fremkomme som del av dokumentasjon av prøvingsresultater.

15 Kabling for IKT – Fiberoptisk kabling: Horisontalkabling

15.1 Ytelse

Fiberoptisk kabling for IKT og kabling for distribuerte bygningstjenester kan etableres som fiberoptisk horisontalkabling – strukturert kabling, som permanente linker.



Figur 7: Direktekobling – TO/TjO-struktur

Installerte fiberoptiske linker skal tilfredsstille:

- Sambandsklasse OS2.

Kabel kan ha tight buffer eller loose tube (fast eller løs kledning), være metallfri og motstandsdyktig mot gnagere. Kabel skal være fargekodet iht. tabell under:

Fiber nr.	Farge	Fiber nr.	Farge	Fiber nr.	Farge	Fiber nr.	Farge
1	Hvit	7	Brun	13	Hvit	19	Brun
2	Rød	8	Sort	14	Rød	20	Lys blå
3	Gul	9	Fiolett	15	Gul	21	Fiolett
4	Grønn	10	Turkis	16	Grønn	22	Turkis
5	Blå	11	Oransje	17	Blå	23	Oransje
6	Grå	12	Rosa	18	Grå	24	Rosa

Tabell 2: Fargekode fibre.

Rør i fiberkabel skal følge kabelprodusentens fargekoding.

15.2 Installasjon

Fiberoptisk kabling for IKT – strukturert fiberkabling kan benytte preterminerte kabler.

Installasjon av fiberoptisk kabling skal følge produsentens anvisninger. Det skal tas spesielt hensyn til kablenes toleranser med hensyn til:

- Trekkekrefter
- Bøyeradier
- Ytre påvirkninger

Alt fibermateriell som benyttes skal ha dokumentert kvalitetskontroll og kunne spores til produsent. Materiell uten dokumentert kvalitetskontroll anses som ikke levert.

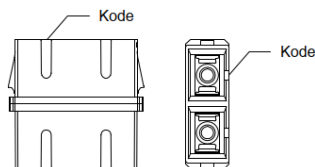
Sveisede skjøter skal tilfredsstille innskuddstap (Insertion Loss – IL):

- Innskuddstap @ 1550 nm: $\leq 0,15$ dB
- Innskuddstap @ 1310 nm: $\leq 0,25$ dB

15.3 Terminering

Fiberoptisk kabling for IKT skal fargekodes iht. «norsk standard» og termineres med symmetrisk posisjon. Alle fibre skal termineres og tilkobles adaptere i koblingsmodul.

Det skal benyttes SC/APC konnektorer i koblingsmoduler, konsolideringspunkt og TO.



Figur 8: SC/APC adapter
– Kode.

Adaptere skal monteres med adapter-kode:

- Mot høyre i alle koblingsmoduler i 19" rack;
- Opp i DIN-monterte koblingsmoduler;
- Opp i TO.

15.4 Merking

Ingen ytterligere beskrivelse.

15.5 Samsvarsprøving

Installatøren skal sikre og dokumentere at prøvingsutstyret; prøvingsinstrument, –snorer, –adaptre osv. er kalibrert og/eller har gyldighet innenfor tidsperioden samsvarsprøving utføres.

Samsvarsprøving av fiberkabling skal benytte OLTS (Optical Loss Test Set) og OTDR (Optical Time-Domain Reflectometer) som kan lagre resultat og merking for link. Før samsvarsprøving med OLTS og OTDR skal dempningsbudsjett for hver link utarbeides. Dempningsbudsjett leveres sammen med OLTS og OTDR-målinger. Samsvarsprøving av kabling utføres med statistisk utvalg på 100%, også fibre som ikke er benyttet.

Prøvingsprosedyrene for fiberoptiske kablings-linker og kanaler er spesifisert i NEK EN 61280-4-2.

Prøving skal foretas med bruk av utstyr i samsvar med NEK EN 61280-4-2.

Som minimum skal linker samsvarsprøves iht. installert sambandsklasse med samtlige prøveparametere i tabell F.3 NEK EN 50174-1 og signalledere (A – B ombytting), samt påvise eventuelle bøyetap. Fibre skal samsvarsprøves i begge retninger for 1310 og 1550/1625 nm.

Før samsvarsprøving av optiske linker starter skal alle konnektorer/ferruler:

- Kontrolleres for forurensning med fibermikroskop tilpasset fiberkontakter.
- Rengjøres med klikk-rensepen i koblingsmoduler og alle konnektorer, og med renseskassett for koblingssnorer og fiberhaler. Renseutstyr skal være tilpasset benyttet konnektor.

- Objektiv inspeksjon med 100% utvalg av konnektorer iht. IEC 61300-3-35 (NEK EN 50174-2). Inspeksjon skal fremlegges byggherre.

Støvhetter skal til enhver tid være på.

16 Kabling for IKT – Fiberoptisk kabling: Ringstruktur

16.1 Ytelse

Fiberoptisk kabling for robust kommunikasjon etableres som fiberoptisk ringstruktur.

Installert fiberoptiske linker skal tilfredsstillere:

- Sambandsklasse OS2.

Kabel skal ha loose tube (løs kledning), være metallfri og motstandsdyktig mot gnagere. Kabel skal være fargekodet iht. tabell under:

Fiber nr.	Farge	Fiber nr.	Farge	Fiber nr.	Farge	Fiber nr.	Farge
1	Hvit	7	Brun	13	Hvit	19	Brun
2	Rød	8	Sort	14	Rød	20	Lys blå
3	Gul	9	Fiolett	15	Gul	21	Fiolett
4	Grønn	10	Turkis	16	Grønn	22	Turkis
5	Blå	11	Oransje	17	Blå	23	Oransje
6	Grå	12	Rosa	18	Grå	24	Rosa

Tabell 3: Fargekode fibre.

Rør i fiberkabel skal følge kabelprodusentens fargekoding.

Egenskaper til benyttet kabel skal tilpasses bruksområde, installasjonssted og -miljø. I byggverk skal kabler som minimum tilfredsstillere CPR-klasse Dca, og ved behov skal kablene være funksjonssikre for å opprettholde funksjon og tilfredsstillere CPR-klasse Bca. Ved bruk av funksjonssikre kabler skal det dokumenteres at den funksjonelle ytelsen opprettholdes i den tid som er nødvendig.

Krav til koblingsmateriell:

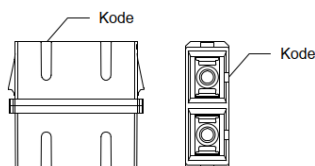
- Tilfredsstillere sambandsklasse OS2
- SC/APC konnektor
- Duplex adapter
- Fargekodet iht. konnektor type
- Leveres med støvdeksel

Koblingssnorer skal ha samme eller høyere sambandsklasse som fast installert fiberoptisk kabling. Alle koblingssnorer skal være produsert på fabrikk. Koblingssnorer skal ikke føres på kabelgater, eller andre utsatte steder, uten at det etableres kompenserende tiltak for ivaretagelse av mekanisk beskyttelse.

16.1.1 Koblingsmodul

I skap (kabinett) med 19" rack termineres fiberoptiske kabler ved bruk av 48-porters 1,5U koblingsmodul. Hver 48-porters koblingsmodul skal være fullt bestykket med 48 fibre terminert.

I skap med DIN-skinne termineres fiberoptiske kabler ved bruk av 12-porters DIN-montert koblingsmodul. System for kabelføring skal etableres for å understøtte koblingssnorer.



Adaptere skal monteres med adapter-kode:

- Mot høyre i alle koblingsmoduler i 19" rack;
- Opp i DIN-monterte koblingsmoduler;

Figur 9: SC/APC adapter – Kode.

16.1.2 Skjøteboks

Skjøteboks skal monteres utvendig i kabelkum eller lignende. Innvendig montering av skjøtebokser i tekniske bygg aksepteres ikke.

Ved avgrensning fra stigekabler skal det benyttes skjøteboks med minimum kapasitet på det dobbelte av antall fibre som stigekabler har. Skjøteboks skal tilfredsstille følgende:

- Kapslingsklasse IP68
- Ivareta strekkavlastning av kabler
- Forberedt for kaldforsegling
- Minimum 1 oval kabelinngang

16.2 Installasjon

Installasjon av fiberoptisk kabling skal følge produsentens anvisninger. Det skal tas spesielt hensyn til kablenes toleranser med hensyn til:

- Trekkekrefter
- Bøyeradier
- Ytre påvirkninger

Alt fibermateriell som benyttes skal ha dokumentert kvalitetskontroll og spores til produsent. Materiell uten dokumentert kvalitetskontroll anses som ikke levert.

Sveisede skjøter skal tilfredsstille innskuddstap (Insertion Loss – IL):

- Innskuddstap @ 1550 nm: $\leq 0,15$ dB
- Innskuddstap @ 1310 nm: $\leq 0,25$ dB

16.3 Terminering

Fiberoptisk kabling for IKT skal fargekodes iht. «norsk standard» og termineres med symmetrisk posisjon. Alle fibre skal termineres og tilkobles adaptere i koblingsmodul.

Det skal benyttes SC/APC konnektorer.

16.4 Merking

Ingen ytterligere beskrivelse.

16.5 Samsvarsprøving

Installatøren skal sikre og dokumentere at prøvingsutstyret; prøvingsinstrument, –snorer, –adaptrer osv. er kalibrert og/eller har gyldighet innenfor tidsperioden samsvarsprøving utføres.

Samsvarsprøving av fiberkabling skal benytte OLTS (Optical Loss Test Set) og OTDR (Optical Time–Domain Reflectometer) som kan lagre resultat og merking for link. Før samsvarsprøving med OLTS og OTDR skal dempningsbudsjett for hver link utarbeides. Dempningsbudsjett leveres sammen med OLTS og OTDR-målinger. Samsvarsprøving av kabling utføres med statistisk utvalg på 100%, også fibre som ikke er benyttet.

Prøvingsprosedyrene for fiberoptiske kablings–linker og kanaler er spesifisert i NEK EN 61280–4–2.

Prøving skal foretas med bruk av utstyr i samsvar med NEK EN 61280–4–2.

Som minimum skal linker samsvarsprøves iht. installert sambandsklasse med samtlige prøveparametere i tabell F.3 NEK EN 50174–1 og signalledere (A – B ombytting), samt påvise eventuelle bøyetap. Fibre skal samsvarsprøves i begge retninger for 1310 og 1550/1625 nm.

Før samsvarsprøving av optiske linker starter, skal alle konnektorer/ferruler:

- Kontrolleres for forurensning med fibermikroskop tilpasset fiberkontakter.
- Rengjøres med klikk–rensepen i koblingsmoduler og alle konnektorer, og med renskassett for koblingssnorer og fiberhaler. Renseutstyr skal være tilpasset benyttet konnektor.
- Objektiv inspeksjon med 100% utvalg av konnektorer iht. IEC 61300–3–35 (NEK EN 50174–2). Inspeksjon skal fremlegges byggherre.

Støvhetter skal til enhver tid være på.

17 Telefoni

17.1 Ytelse

Telefoni benytter kabling for IKT, det henvises generelt til avsnitt for kabling for IKT.

17.2 Installasjon

Normalt skal det benyttes permanent installerte linker med koblingssnorer i hver ende for telefoni. Direktekobling av installert kabling i telefoner aksepteres ikke.

18 Brannalarm

18.1 Ytelse

Brannalarmanlegget skal installeres for å imøtekomme krav og retningslinjer i NS 3960. Alarmgivere, akustisk og/eller optisk, som er forutsatt å ha funksjon under brann skal være utført slik at funksjon opprettholdes i den tid som er nødvendig, under hele eller deler av brannforløpet, og minimum den tiden som skal være tilgjengelig for rømning.

Kabler skal dimensjoneres slik at spenningsfall ikke reduserer ytelsen til anlegget. All kabling i anlegget skal ha revolverte ledere, også kabling for spenningstilførsel til anlegget.

Kabler som benyttes til:

- sløyfe;
- buss-kommunikasjon eller;
- kommunikasjon mot andre systemer;

skal være skjermet.

Kabel benyttet til sløyfer skal minimum tilfredsstille CPR-klasse Bca. Kabel skal også være klassifisert til driftsspenning minimum 300 V.

Kommunikasjon mellom brannsentraler og operatørpaneler skal ha tilstrekkelig robusthet for å fungere ved kommunikasjonsbrudd. Installatøren kan benytte ringstruktur eller supplere kommunikasjonsbuss med egen kabel for nødalarmlinje (HW Fire – NS-EN-54) i funksjonssikker utførelse, og med skjerm. Kabling som inngår i ringstruktur eller kabel for nødalarmlinje skal ha separate føringsveier.

18.2 Installasjon

Brannalarmsløyfe skal starte og ende i brannalarmsentral og ikke brukes for annet formål. Tur – retur for kabler i sløyfe skal bestå av separate kabler og legges i størst mulig avstand mellom hverandre for å opprettholde kommunikasjon ved eventuell hendelse.

Kabel for buss-kommunikasjon og nødalarmlinje skal ha separate føringsveier. Det skal tilstrebes føring av buss-kommunikasjon og nødalarmlinje i separate brannceller.

18.3 Terminering

Terminering av kabling for sløyfe og kommunikasjon mot andre systemer skal utføres som følger:

- Lys leder (rød, blå): +
- Mørk leder (sort, brun): –

18.4 Merking

Alle komponenter merkes med horisontal tekst. Dersom komponents utforming ikke tillater horisontal merking, kan vertikal merking vurderes eller komponentens plassering merkes.

Sløyfe skal merkes med dobbelt løpenummer, Løpenummer for identifikasjon av sløyfe og løpenummer for identifikasjon av kabelnummer i sløyfen.

Eksempel: Kabel nummer 4 i sløyfe 001.

Komponentkode:	–KX
Sløyfe–løpenummer:	001
Kabelnummer i sløyfe:	004
	–KX001.004

18.5 Samsvarsprøving

Komplett koblingsbilde skal verifiseres for:

- Signalledere
- Skjermleder
- Kortslutning
- Brudd

Ombytting av A–gren eller B–gren skal ikke forekomme.

Samsvarsprøving av kabling skal utføres med 100 % utvalg.

19 Radio/Kringkasting og TETRA nødnett

19.1 Ytelse

Det skal bygges infrastruktur for kringkastingsanlegg i tunnel for overføring av radiokringkasting med mulighet for synkront innsnakk iht. HB R761, N500 og NEK600, NEK700, samt for Nødnett iht. krav fra DSB i alle tunneler over 500 meter.

DAB og Nødnett benytter samme matekabler og strålekabler i tunnel og det skal derfor leveres matekabler og strålekabler tilpasset begge systemene. Det skal leveres linkbudsjett for installasjonen med levert materiell.

SVVs radiogruppe besørger bestilling av nødnett.

19.1.1 Matekabler

- Karakteristisk impedans på 50 Ω
- CPR-klasse minimum Eca i dagsone
- CPR-klasse Dca-s2d2a2 innendørs (tunnel, tverrslag, tekniske bygg osv.)

Matekabel i tunnel skal forlegges brannsikket i rør i grunn/ bak sprøytebetong fra utstyr og til skjøt mot strålekabel.

Matekabler skal avsluttes med hun-konnektorer i begge ender. Konnektorene skal være permanent innfestet ved radioutstyr og tilkobles utsyr og andre kabler med prefabrikkerte jumperkabler.

19.1.2 Strålekabler

Strålekabel skal minimum ha følgende egenskaper:

- Dempning tilpasset lengde og signalnivåer
- Strekningstap: $\pm 5 \%$
- Karakteristisk impedans på 50 Ω
- CPR-klasse Dca
- 95% koblingstap ved 400 MHz < 60 dB

Strålekabler skal avsluttes med hun-konnektorer i begge ender. Konnektorene skal være permanent innfestet og tilkobles utsyr og andre kabler med prefabrikkerte jumperkabler.

19.2 Fiberkabler for radio og nødnett

Det skal benyttes single modus fiberkabel mellom utstyr. For RF-signaler over fiberkabel skal alle koblinger mellom endepaneler sveises, ikke krysskobles.

19.3 Installasjon

Kabelføring skal planlegges, utføres og tilpasses installasjonsmiljø, samt utføres på en slik måte at kabelen ikke tar skade eller utsettes for skadelige belastninger eller trekkrefter. Kabelens ender skal til enhver tid være beskyttet mot fuktighet ved bruk av endesmokk eller lignende. Ved føring av kabel skal kabelens bøyeradius overholdes, det samme gjelder for permanent festet kabel. Ved innfestning av strålekabel til system for kabelføring uten at det etableres understøtte skal minimum hvert 10. feste ha brannsikker utførelse, slik at kabel ikke kan falle ned ved en eventuell brann.

Koaksialkabler er svært ømfintlige for ytre påkjenninger under transport, lagring og installasjon. Dersom det under transport, lagring eller installasjon avdekkes fysiske skader på kabel skal;

- alle arbeider med kabel stoppes,
- kabel skal kontrolleres og verifikasjon av RF-egenskaper skal gjennomføres og
- dersom RF-egenskaper er forringet skal kabelen skiftes ut i sin helhet.

Produsentens installasjonsanvisninger skal følges for alt materiell som inngår i installasjon.

Strålekabler er å betrakte som antenner, og tekniske krav skal beregnes og spesifiseres for hver enkelt installasjon. Strålekabler har samme utvidelsesgrad som kobber ($16 \times 10^{-6} \text{ m/}^\circ\text{K}$), og skjøter skal utføres med koblingskabel. Koblingskabel skal være ca. 1 meter, preterminert med plugger i begge ender og være av samme materiale og kvalitet som tilkoblet kabel. Kabelen legges fritt i en loop/grisehale slik at den kan oppta strekk i strålekabelen.

Strålekabel avsluttes ca. 50 m fra tunnelportal på den side hvor RSEN/MU er plassert, og ca. 20 m innenfor andre portaler. Endelig avstand fra kablene til tunnelåpning justeres etter innmåling for å unngå interferens med signaler utenfor tunnel.

Radiosystemet skal leveres med DC-blokk mot alle utgående signalkabler.

19.4 Terminering

Koakskabler termineres med konnektor i begge ender. Det skal benyttes enten 7/16" konnektor eller 4.3–10 konnektor. Valgt type skal meddeles utstyrsleverandører for riktig tilpassing av utstyr.

Verktøy for kapping, avmantling og montering av konnektor skal være tilpasset kabel og konnektor. Skader, hakk, riper eller lignende på senterleder skal ikke forekomme. Alt verktøy som benyttes ved terminering skal være uskadet og rent, verktøy skal ikke tilføre forurensing til kabel eller konnektor. Alt arbeid med terminering og beskyttelse av disse, skal utføres iht. produsentens anvisninger.

Montør som utfører terminering skal inneha dokumentert opplæring for dette, og skal kjenne til produsentens anvisninger for riktig terminering. Konnektor skal påføres krympestrømpe med lim før tilkobling.

Etter godkjent prøving skal alle koblinger ha tilleggsbeskyttelse i form av vulkaniserende tape slik at koblingene er støv og vanntette.

19.5 Samsvarsprøving

19.5.1 Installert kabling

Koaksialkabler skal prøves fra begge ender med hensyn på DTF – VSWR (Distance to fault) og PIM (Passiv Intermodulasjon). Det skal leveres rapport med prøvingsresultater, inkludert avvik.

Alle PIM målinger skal måles med signalstyrke 33 dBm. Det skal måles både Distance to PIM og Time vs. PIM. Rapport med prøvingsresultater skal inneholde:

- Time vs. PIM basert på dBm, som skal bekrefte «PASS» – dvs. PIM lavere enn -97dBm

19.5.2 Signalnivå

Det forutsettes at det er DAB dekning med tilstrekkelig signalkvalitet utenfor tunnel. Signal fra DAB-antenne skal måles ved radioforsterker, og det skal utføres strekningsmåling gjennom hele tunnelen for alle DAB-blokker som distribueres med hensyn til signal, C/N og CBER.

Ikke på noe sted i tunnelens kjørefelt skal signalnivå for DAB være lavere enn -76 dBm med CBER $< 4 \cdot 10^{-2}$ og C/N $> 14 \text{ dBm}$ målt med kvartbølgeantenne på biltak. I tunneler med lange

strålekabelsegmenter kan det aksepteres DAB signalnivå i tunnel ned mot –82 dBm dersom dette er angitt i kontrakt.

Radioleverandør skal levere fil med komplett anleggsspesifikk dokumentasjon på radioanlegget.

DSB tester selv signal og kvalitet på TETRA nødnett og leverer sluttrapport (sk. F07) for anlegget.

19.6 Merking

Alle utgående kabler skal merkes med hvilket system de tilhører, om det er stråle eller matekabel og i hvilken retning de går.

20 Antennemast

20.1 Ytelse

Det skal monteres selvbærende mast(er) for radioanlegg i tunnel.

Mastens høyde skal tilpasses plassering i terreng, dekningsforhold og mengden antenner som er planlagt plassert i mast, med plass for minimum 50% utvidelse.

Masten, antennefester og fundament monteres iht. produsentens anvisninger. Det skal monteres klatresperre utenpå nederste 2,5 m av antennemast.

Mast skal leveres i varmgalvaniserte stålseksjoner og tilfredsstille EN ISO 1461, class Fe/Zn 115, samt NS-EN 1090-1 eller NS-EN 1090-2 og samsvarserklæres iht. NS-EN 1090-1

Vindlastberegninger for ferdig installert mast utføres iht. NS-EN 1991-1-4.

Mast kan regnes som luftfartshinder fra høyde 15 m over terreng og skal da:

- a) utrustes med hinderlys og;
- b) meldes inn til Luftfartstilsynet.

Dersom det er usikkerhet vedrørende merkeplikt skal dette avklares med Luftfartstilsynet.

Hinderlys skal tilfredsstille krav i Forskrift om rapportering, registrering og merking av luftfartshinder og dens veiledninger.

Innen etablering av fundament for mast skal installatøren koordinere system for kabelføring i fundament og boltegruppe for innfestning med entreprenør for fundament. Fundament skal dimensjoneres for inntil 25 m høy mast. Mastefundament skal ha sveist armering og bolter på hver side for tilkobling til ringjord.

All kabelføring skal utføres «inne» i mast. Kabler skal bantes for minimering av vindlast.

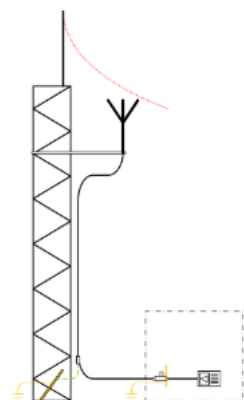
Det kan benyttes system for kabelføring i grunn eller på kabelstige. Dersom kabelstige benyttes skal denne ha tilfredsstillende korrosjonsmotstand, minimum C5 iht. NS-EN ISO 12944.

Kabelføringssystem av ledende materiale skal utjevnes til selvbærende mast, samt til jordskinne ved innføring til bygg.

Utførelse av selvbærende mast, kabelføring, også inn i bygg, og lynvern, jording og utjevning skal imøtekomme ITU-T: K.56 – Protection of radio base stations against lightning discharges.

Ledere for lynvern, jording og utjevning skal tilpasses termineringsmateriell og utføres med korrekt materiell og moment. Materiell skal være tilpasset de metaller installasjonen inneholder slik at ikke unødig korrosjon oppstår.

20.2 Lynvern

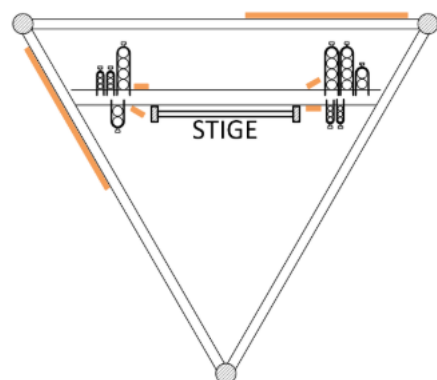


Antennemast skal ha lynvern med oppfanger på 1,5 m i topp av mast. Mastekonstruksjon kan benyttes som nedløper. Evt. egen dedikert nedløper føres fra oppfanger til ringjord. Alle ledere for lynvern, jording og utjevning skal føres med så slakke retningsendringer som mulig. Skarpe retningsendringer aksepteres ikke.

All kabling for energiforsyning skal være skjermet. I mast skal skjerm utjevnes så nær lynvern som mulig. Kabel skal også utjevnes ved innføring i bygg.

Figur 10: Prinsipp – Lynvern og utjevning i mast

20.3 Jording



Figur 11: Prinsipp – Kabelføring og jordskinne i mast.

Det skal etableres ringjord i avstand ca. 0,5 meter rundt fundament for antennemast. Det borres 3 stk. 5 meter dype hull for jordspyd i trekant rundt ringjord. Avstand mellom hvert hull skal være minimum 7,5 meter. I hvert hull settes det ned 4,5 meter lange jordspyd i elektrodemasse som tilkobles ringjord. For å unngå luftrom skal elektrodemassen sprøytes inn fra bunnen av jordspydhuset. Jordspyd skal være dekket av elektrodemassen, og avmerkes med tydelig merke over bakken.

Mast og mastefundament, jordskinne og nedløper skal tilkobles ringjord med jordspyd.

Figur 11 viser også mulig plassering av jordskinne(r) i bunn av mast (Markert med oransje).

I bunn av mast skal det etableres isolert jordskinne. Følgende utførelse kreves for jordskinne i bunn av mast:

- Jordingsskinnen skal dimensjoneres for antall tilkoblinger for fullt utnyttet mast.
- Jordingsskinnen monteres slik at skinnen kan utnyttes i sin helhet.
- Jordskinnen skal monteres nær ved kablingens retningsendring fra vertikal til horisontal føring.
- Jordskinnen skal tilkobles ringjord, med egen leder, med 2 stk. c–press skjøter. Avstanden mellom klemmene skal være 100 mm og klemmene skal være vridd 180° i forhold til hverandre.

Følgende utførelse kreves for utjevningsleder som tilkobles jordskinne i bunn av mast:

- Jordledere skal føres i retning mot jord, med størst mulig bøyeradier.
- Jord-kit for kabler monteres avtrappet for å ikke hindre fremtidig kabelføring.
- Mast utjevnes til jordskinne med $\geq 50 \text{ mm}^2$ IX jordleder.

20.4 Merking og dokumentasjon

Alle kabler i mast skal merkes med aldringsbestandig merke festet ved konnektor samt i bunn av mast.

Isolert jordskinne i bunn av mast og ledere for utjevning til isolert jordskinne skal merkes. Jordskinnens posisjon merkes ved bruk av brakett tilpasset merkeskilt, merkeskilt for jordskinne skal være gravert skilt.

Det skal leveres dokumentasjon på antennemast med spesifikasjoner som kan benyttes til vindlastberegninger ved evt. plassering av nye antenner i masten.

Det skal utstedes «Erklæring om samsvar» iht. FEL §12 for jordingsanlegg til mast.

21 Buss-systemer – RS-485

21.1 Ytelse

RS-485 seriell kommunikasjon benyttes av en rekke kommunikasjonsprotokoller som; BACnet MS/TP, Modbus RTU, Profibus osv.

Installert buss skal dimensjoneres for:

- Overføringshastighet: 9,6 – 115,2 kbps
- Buss-lengde < 800 m

Kabel skal oppfylle følgende tekniske minimumskrav:

- 2-pars fortinnet kobber, $0,5 \text{ mm}^2$, flertrådet
- Isolasjon: Elektronstrålekryssbundet polyetylen (XLPE)
- Individuell skjerm
- Overordnet skjerm: Fortinnet kobberfletting (min. 85 % dekning) for maksimal elektromagnetisk kompatibilitet (EMC)
- Karakteristisk impedans: 120Ω
- Optimalisert for RS-485 og Modbus RTU
- Materiale: Halogenfri, flammehemmende
- Motstandsdyktig mot olje, UV-stråling og kjemikalier
- Farge: Rød
- Driftstemperatur: $-40 \text{ }^\circ\text{C}$ til $+90 \text{ }^\circ\text{C}$

Kabelen skal være spesielt egnet for emergency evacuation/shutdown systems in building automation.

Egenskaper til benyttet kabel skal tilpasses bruksområde, installasjonssted og –miljø. I byggverk skal kabler som minimum tilfredsstille CPR-klasse Dca, og ved behov skal kablene være funksjonssikre for å opprettholde funksjon og tilfredsstille CPR-klasse Bca. Ved bruk av funksjonssikre kabler skal det dokumenteres at den funksjonelle ytelsen opprettholdes i den tid som er nødvendig.

21.2 Installasjon

Installasjon skal utføres for å opprettholde kablingens egenskaper og ikke forringe ytelser til materiellet. Den karakteristiske impedansen til systemet skal ikke forringes av installasjon, benyttede motstander eller plassering av disse. Endemotstander skal monteres i bussens ytterste ende(r).

Parrevolvering skal opprettholdes i størst mulig grad. Unødig ut-tvinning av par godtas ikke.

21.3 Terminering

Terminering av kabling for kommunikasjonsbuss skal utføres som følger:

Terminering:

Par 1 – A-gren (følgefarge): –

Par 1 – B-gren (par-farge): +

Par 2: Benyttes eventuelt som referanse.

Skjermens «Drain»-leder skal termineres for kontinuerlig jordforbindelse, end til ende.

21.4 Merking

Alle komponenter merkes med horisontal tekst. Dersom komponents utforming ikke tillater horisontal merking, kan vertikal merking vurderes eller komponentens plassering merkes.

Buss skal merkes med dobbelt løpenummer, Løpenummer for identifikasjon av buss og løpenummer for identifikasjon av kabelnummer i bussen.

Eksempel: Kabel nummer 12 i buss 001.

Komponentkode: –KX

Buss-løpenummer: 001

Kabelnummer i buss: 012

–KX001.012

21.5 Samsvarsprøving

Komplett koblingsbilde skal verifiseres for:

- Signalledere
- Skjermleder
- Kortslutning
- Brudd

Ombytting av A-gren eller B-gren skal ikke forekomme.

Samsvarsprøving av kabling skal utføres med 100% utvalg.

22 Buss-systemer – Feltbuss (DALI)

22.1 Ytelse

Feltbussen skal tilfredsstille ytelser i IEC 62386-101.

22.1 Installasjon

Bussen skal installeres iht. ytelser for lavspenningsinstallasjoner, NEK 400.

Før valg av kabler skal bussens lengde vurderes for dimensjonering av kabel-ledere. Bussen kan kobles som serie, stjerne eller en kombinasjon av disse. Ledere for lavspenning eller buss skal være gjennomgående koblet, kryssing av ledere aksepteres ikke.

22.1 Terminering

Dersom det benyttes 5-leder for buss og lavspenningsforsyning til utstyr gjelder følgende terminering:

G/G (Gul/Grønn): Jord

L – (Brun): Fase

N – (Blå): Nøytralleder

Buss A-gren (Grå): +DA/L

Buss B-gren (Sort): -DA/N

22.1 Merking

Ingen ytterligere beskrivelse

22.2 Samsvarsprøving

Komplett koblingsbilde skal verifiseres for:

- Signalledere – A-B – ombytting
- Kortslutning
- Brudd

Ombytting av A-gren eller B-gren skal ikke forekomme.