FAGSPESIFIKASJON FRA UNINETT

KRAV TIL STRUKTURERT SPREDENETT

UFS nr.:	102
Versjon:	Versjon 3
Status:	Godkjent
Dato:	22.12 2009
Tittel:	Krav til strukturert spredenett
Arbeidsgruppe:	Fysisk infrastruktur
Ansvarlig:	UNINETT
Kategori:	Anbefaling

UNINETT

Sammendrag

Dokumentet spesifiserer UH-sektorens anbefalte krav til strukturert spredenett.

Ved etablering av strukturert spredenett anbefales det å benytte siste versjon av til en hver tid gjeldende normer/standarder. Dersom man ønsker å installere kabel med bedre kvaliteter enn hva gjeldende norm/standard tilsier, skal man ha et bevist forhold til eventuelle ulemper.

Per dato anbefales bruk av:
- Minimum 1 Gb/s kapasitet i det horisontale spredenettet, dvs. Class E / Category 6
- Singelmodus (SM) fiberkabel som bygnings- og områdestamkabel

I forbindelse med nybygg og rehabilitering er det viktig å sikre tildeling av nødvendige arealer og føringsveier som muliggjør etablering av et velfungerende IT-miljø.

Kravet til god håndverksmessig utførelse anses som svært viktig, både ved innvendige og utvendige arbeider. Produktene som velges skal ha egenskaper tilpasset bruksområdet, installasjonssted og miljø. Installatører skal ha de nødvendige autorisasjoner for arbeidet som skal utføres, samt sertifiseringer for de produkter som benyttes.

Utførende skal alltid avkreves dokumentasjon og samsvarserklæring for installasjonen.
Dersom installasjonen er omfattende eller har kvaliteter utover gjeldende norm/standard, skal det i tillegg avkreves systemgaranti fra produsent.

Innholdsfortegnelse

1. Definisjoner fra norske kablingsstandarder
2. Introduksjon
   2.1 Generelle krav
   2.2 Horisontal kabling
      2.2.1 STP vs UTP
      2.2.2 STP/UTP par pinne allokering
      2.2.3 Fiber
      2.2.4 Terminering
   2.3 Bygnings-/områdestamkabel
      2.3.1 Fiberkabel
      2.3.2 Parkabel
   2.4 Bygningsinterne føringsveier
   2.5 Separasjonskrav
   2.6 Utendørs kabelinstallasjon
      2.6.1 Trase/rør
      2.6.2 Kummer
      2.6.3 Kabelinnføring i bygg
3. Prosjektgjennomføring
4. Dokumentasjon og merking
5. Anbefalt dimensjonering
6. Referanser
7 Endringer

Introduksjon

Dokumentet spesifiserer UH-sektorens anbefalte krav til strukturert spredenett, og oppdaterer versjon 2 av dokumentet, datert 02.07.2008. Se kapittel 7 for en endringslogg.

Målgruppe er IT-ledere og IT-drifspersonell i UH-sektoren. Hensikten med dokumentet er å heve kvaliteten på kabelinfrastruktur i sektoren og det forutsettes at dokumentets anbefalninger legges til grunn ved utvidelses-, rehabiliterings- og nybyggprosjekter, samt i det daglige arbeid.

Definisjoner

ANSI	American National Standards Institute
CENELEC	Europeisk komite for elektroteknisk standardisering (Comité Européen de Normalisation Électrotechnique)
CP	Konsolideringspunkt (Consolidation Point)
Cu	Kjemisk tegn for kopper
CWDM	Coarse wavelength-division multiplexing
EIA	Electronic Industries Alliance
EMC	Electromagnetic compatibility – elektromagnetisk kompabilitet
EMI	Elektromagnetisk interferens
HKR	Hovedkommunikasjonsrom
IEC	International Electrotechnical Commission
IEEE	The Institute of Electrical and Electronics Engineers
ISO	International Organization for Standardization
KR	Kommunikasjonsrom
MM	Multimodus fiberkabel
NCS	Natural Color System
NEK EN	Norsk Elektroniskteknisk Komite Europa Norm
OLTS	Optical Loss Test Set
OTDR	Optical Time Domain Reflectometer
PDU	Power Distribution Unit – strømlist i rack
PoE	Power over Ethernet, IEEE 802.3af / at
REN	Rasjonell elektrisk nettvirksomhet
SC-PC	Subscriber Connector – Physical Contact
SFF	Small Form Factor
SM	Singelmodus fiberkabel
STP	Skjermet horisontal kabel Shielded Twisted Pair
TIA	Telecommunications Industry Association
UH-sektoren	Universitets- og høgskolesektoren
UTP	Uskjermet horisontal kabel Unshielded Twisted Pair
VoIP	Voice over Internet Protocol

1. Definisjoner fra norske kablingsstandarder

Dokumentet benytter en del begreper og referanser til norske standarder for felles kablingssystemer for informasjonsteknologi. I det etterfølgende er noen viktige definisjoner fra NEK EN 50173 og NEK EN 50174 gjengitt for å lette forståelsen av dokumentet. For øvrig vises det til figur 1, Struktur for felles kablingssystem, og figur 2, Eksempel på plassering av funksjonelle elementer.

Bygningsstamkabel:
Kabel som forbinder en bygningsfordeler og en etasjefordeler.

Områdestamkabel:
Kabel som forbinder områdefordeler med bygningsfordeler. Områdestamkabel kan også forbinde bygningsfordeler direkte.

Etasjefordeler:
Fordeler som brukes til å etablere koblinger mellom horisontalkabel, andre deler av kablingssystemet eller aktivt utstyr. Antall etasjefordelere bestemmes ut fra bygningsmassens beskaffenhet, samt kravet til maksimal fysisk kabellengde for horisontal kabel (90 m). En etasjefordeler vil ofte kan dekke flere etasjer. Rom hvor etasjefordelere plasseres omtales ofte som Kommunikasjonsrom (KR) eller Hovedkommunikasjonsrom (HKR).

Bygningsfordeler:
Fordeler der bygningsstamkabel/-kabler termineres, og der det kan foretas gjennomkobling mot områdestamkabel. Rom hvor bygningsfordeler plasseres omtales ofte som Hovedkommunikasjonsrom (HKR), men bygningsfordeler kan også plasseres i Kommunikasjonsrom (KR).

Områdefordeler:
Områdefordeler er fordeleren som terminerer områdestamkabel.

Horisontalkabel:
Kabel som forbinder etasjefordeler med telekommunikasjonsuttak (stikkontakt). Maksimal fysisk kabellengde er 90 m.

Konsolideringspunkt (CP):
Konsolideringspunkt benyttes for å gjøre det horisontale nettet mer fleksibelt mht. møblering og ominnredninger i arbeidsområdet, og benyttes ofte i forbindelse med bruk av grenstaver. Eksempel:

1. Konsolideringspunkt etableres over himling.
2. Telekommunikasjonsuttak er plassert på grenstav. Kabelen som forbinder telekommunikasjonsuttaket i grenstaven med konsolideringspunktet, betegnes CP-kabel.
3. Terminalutstyr tilkobles telekommunikasjonsuttaket i grenstav med arbeidsområdesnor (apparatsnor).

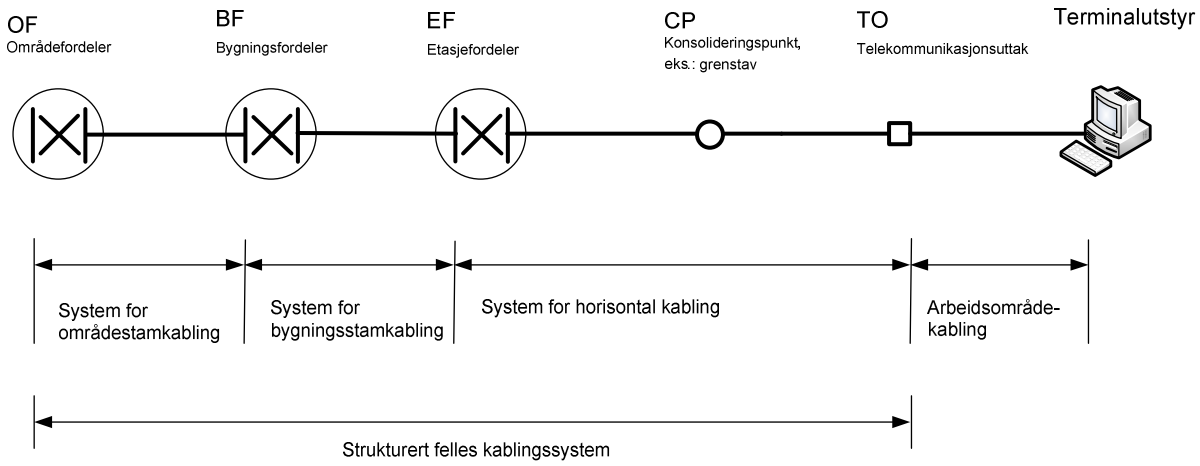
Et konsolideringspunkt bør minimum plasseres 15 m (kabelavstand) fra etasjefordeleren.

Telekommunikasjonsuttak:
Fast koblingsinnretning der den horisontale kabelen termineres. Telekommunikasjonsuttaket utgjør grensesnitt til kabling på arbeidsområdet.

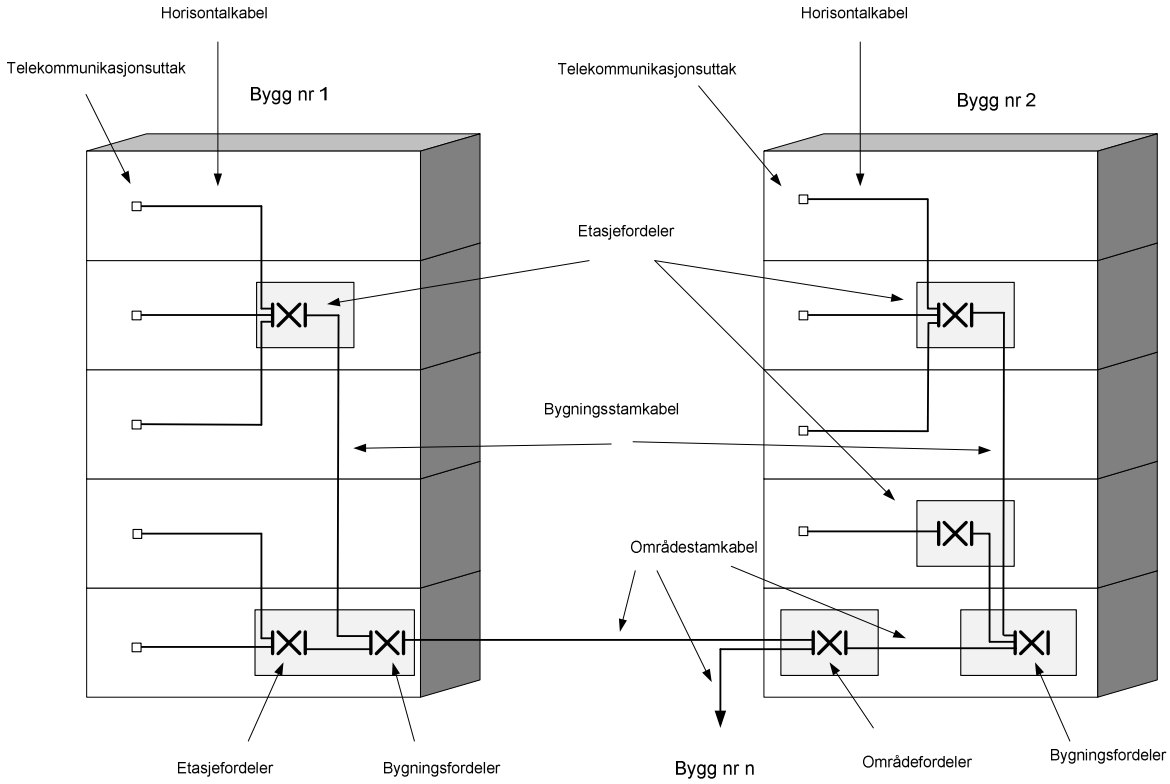
Kanal:
Den totale transmisjonsveien (ende-til-ende) som forbinder et applikasjonsspesifikt utstyr med et annet. Horisontalkabel, utstyrs- og arbeidsområdesnorene hører med til kanalen (fra svitsj til terminalutstyr). Maksimal kanalavstand er 100 m, hvorav 90 m utgjør installert horisontalkabel og maksimalt 10 m utgjøres av utstyrs- og arbeidsområdesnorer til sammen.

Maksimal kanalavstand kan bli noe redusert på grunn av at maksimal lengde for horisontalkabel påvirkes av lengde og kvalitet av CP-kabel, utstyrssnorer, arbeidsområdesnorer og krysskoblingssnorer som inngår i kanalen.

Etterfølgende figurer viser definisjoner og illustrerer oppbygning av "strukturerte felles kablingssystem".



Figur 1: Struktur for felles kablingssystem



Figur 2: Eksempel på plassering av funksjonelle elementer

2. Felles kablingssystem for informasjonsteknologi og standardisering

Tradisjonelt har kabling i bygg bestått av applikasjonsspesifikke nett og flerfunksjonsnett.

Etter hvert har en gått over til å etablere et standardisert strukturert kablingsnett som er applikasjonsuavhengig og som kan benyttes av ulike systemer som data, telefoni, adgangskontroll, byggautomatisering, etc. Et slikt felles kablingsnett, basert på samme type kabel, terminering etc., gir stor fleksibilitet og god driftsøkonomi.

I Norge forvaltes standardiseringen av felles kablingsnett for informasjonsteknologi gjennom Norsk Elektroteknisk Komité. De norske standardene er oversettelser av de europeiske normene som utarbeides av CENELEC, den europeiske standardiseringsorganisasjonen innen elektroteknikk. Norge påvirker innholdet i de europeiske normene gjennom engasjement i komitéarbeid.

Innholdet i de europeiske normene er i stor grad likt innholdet i den internasjonale standarden ISO/IEC 11801 og de amerikanske standardene ANSI/TIA/EIA 568-C og ANSI/TIA/EIA 569-B (installasjon). Standardiseringsorganene CENELEC, ISO og ANSI reviderer sine standarder til noe forskjellige tidspunkter, og det medfører at innholdet ved et gitt tidspunkt kan være noe forskjellig.

2.1 Generelle krav

Lov om elektronisk kommunikasjon (Ekomloven), LOV 2003-07-4 nr. 83, pålegger å benytte et strukturert felles kablingssystem som er i samsvar med de felleseuropeiske normene. Følgende standarder skal legges til grunn for etablering/rehabilitering av strukturerte kabelnett:

- NEK EN 50173 Informasjonsteknologi – Felles kablingssystemer
    a. NEK EN 50173-1:2007 - Del 1: Generelle krav og kontormiljøer
    b. NEK EN 50173-2:2007 - Del 2: Kontorlokaler
    c. NEK EN 50173-3:2007 - Del 3: Industrivirksomhet
    d. NEK EN 50173-4:2007 - Del 4: Bosteder
    e. NEK EN 50173-5:2007 - Del 5: Datasentre
- NEK EN 50174 Informasjonsteknologi – Kablingsinstallasjon
    a. NEK EN 50174-1:2009 - Del 1: Spesifikasjon og kvalitetssikring
    b. NEK EN 50174-2:2009 - Del 2: Planlegging og utførelse av installasjoner i bygninger
    c. NEK EN 50174-3:2003 - Del 3: Planlegging og utførelse av installasjoner utomhus
- NEK EN 50310:2006 Anvendelser av utjevningsforbindelser og jording i bygninger med informasjonsteknologi-utstyr.
- NEK EN 50346:2002 Informasjonsteknologi – Kablingsinstallasjoner – Prøving av installert kabel

Siste versjon av ovennevnte normer, inkludert eventuelle tillegg (amendments), skal legges til grunn for prosjektering, installasjon og testing.

Ovenfor nevnte krav omfatter alle komponenter i kabelnettet. Det vil si kabel, terminering og koblingsmateriell i kommunikasjonrom, samt krysskoblingssnorer (patchekabler), stigekabler, apparatsnorer (arbeidsområdesnorer/dropkabler), etc.

Dersom det ønskes å etablere nett med høyere ytelse enn gjeldende standard, kan dette medføre redusert levetid, problemer ved komplettering, reservemateriell, etc. Før det tas beslutning om bruk av ikke standardisert materiell bør alle fordeler/ulemper gjennomdrøftes. Det er viktig å tilstrebe at valgt materiell vil tilfredsstille kommende standard. Det kan selvsagt ikke gis noen garanti for dette så lenge en velger produkter i henhold til en standard som ikke er godkjent. Hvis man velger ikke standardisert

materiell, bør man stille krav ut fra voteringsutkast til ny standard og ikke basere seg på et kommentarutkast.

Generelt bør det velges kabler som benytter halogenfrie og brannhemmende materialer.

For ytterligere informasjon vises det til standardene.

2.2. Horisontal kabling

Minimumskrav til horisontalt spredenett i henhold til GigaCampus prosjektet (2006 - 2009) er Gigabit Ethernet til sluttbruker/terminal. Dette kravet tilfredsstilles med kabel og koblingsmateriell i henhold til standardene Class D/Category 5E eller bedre.

Tabell 1, Sammenstilling av kabelkvaliteter, redegjør for de ulike kabelstandarder og kapasiteter i henhold til siste revisjon av kablingsstandarder i CENELEC, ISO/IEC og ANSI/EIA/TIA:

NEK EN 50173 (CENELEC) ISO/IEC 11801	**ANSI/EIA/TIA 568-C (USA)**	**Båndbredde**	**Maks bitrate**	**Kabeltype**	**Terminering**
Class D/kat. 5	Category 5e	100 MHz	1 Gb/s	UTP, STP *)	RJ45
Class E/kat. 6	Category 6	250 MHz	1 Gb/s	UTP, STP	RJ45
Class E_A **)/ kat. 6A	Category 6A	500 MHz	10 Gb/s	UTP, STP	RJ45
Class F/kat. 7	n/s ***)	600 MHz	10 Gb/s	STP	GG45/TERA/ ARJ45
Class F_A **) /kat. 7	n/s ***)	1000 MHz	40 Gb/s	STP	GG45/TERA/ ARJ45

Tabell 1: Sammenstilling av kabelkvaliteter

*) UTP = Unshielded Twisted Pair,
STP = Shielded Twisted Pair

**) Class E_A og Class F_A er ennå ikke godkjent i CENELEC, dvs. disse klassene er ikke inkludert i NEK EN 50173 (per august 2009)

***) ANSI/EIT/TIA 568-C (revidert per 2009) inneholder ikke definisjon av kvaliteter som tilsvarer Class F og Class F_A

ANSI/EIA/TIA benytter begrepet Category både for kablingssystemet og komponenter. ISO 11801 og NEK EN 50173 benytter begrepet ’klasse’ (Class) når man snakker om kablingssystemet som helhet og ’kategori’ (Category) når man snakker om komponenter.

Generelt anbefales at alle nye anlegg minimum etableres med horisontal kabel i henhold til siste godkjente standard (per dato Class E / Kategori 6). Det forventes at Class E_A / Kategori 6A vil bli godkjent i nær framtid (godkjent av ISO, men enda ikke av CENELEC) og dersom det ønskes bruk av kabel med høyere ytelse enn Class E / Kategory 6 anbefales Class E_A / Kategori 6A (10 Gb/s). Dette omfatter alt materiell som inngår i kanalen, dvs. fra terminal i arbeidsområdet til ruter/svitsj i etasjefordeling.

Alt materiell som kun tilfredsstiller kategori 3 (under 100 Mb/s) og som benyttes til dataformål, anbefales erstattet med materiell i henhold til ovennevnte.

2.2.1 STP vs UTP

Horisontal parkabel leveres både som skjermet (STP) og uskjermet (UTP). Kabel hvor hvert par er skjermet og igjen omspunnet med fellesskjerm betegnes ofte S/STP eller F/STP hvor F står for Foil. Skjermet kabel gir bedre EMC egenskaper, men setter krav til korrekt utført jording.

Det gjøres oppmerksom på at jording skal utføres korrekt uansett om det velges UTP eller STP. For informasjon om jording, se UFS nr 107 ”Krav til strømforsyning av IKT-rom” og NEK EN 50310:2006 ”Anvendelse av ekvipotensialutjevning og jording i bygninger med informasjonsteknologi”.

Dersom skjermet kabling skal være effektiv, kreves det gjennomgående skjerming i samtlige komponenter som inngår i kanalen, dvs. fra terminal i arbeidsområde og til ruter/svitsj i etasjefordeler. Vær oppmerksom på at feilaktig bruk av STP eller dårlig jording kan medføre redusert ytelse (også i forhold til bruk av UTP).

Ved installasjon av skjermet kabel er det viktig at de horisontale kablene følger byggets jordingsstruktur, slik at eventuell sammenkobling av ulike jordingspotensialer og jordsløyfer unngås. Ved rehabilitering og bruk av STP bør byggets jordingsstruktur gjennomgås nøye.

Valg av UTP eller STP har tradisjonelt vært bestemt ut fra lokale EMC-forhold. Kontor- og undervisningsbygg inneholder normalt ikke utstyr som medfører behov for bruk av STP. I den senere tid har imidlertid utviklingen av 10 Gb/s Ethernet over parkabel aktualisert spørsmålet om STP skal benyttes i stedet for UTP også i slike miljøer.

Per dato er det svært få institusjoner som har erfaring med bruk av Cu-basert horisontalkabel og 10 Gb/s båndbredde. Fram til i dag har et av de grunnleggende kravene til horisontal kabel vært at den skal kunne realiseres ved bruk av RJ45 konnektor (8P8C konnektor) og uskjermet kabling. Denne forutsetningen ser ut til å må fravikes ved 10 Gb/s og høyere hastigheter. I nasjonal og internasjonal fagpresse har det blitt understreket at Class E_A/Category 6A, som klarer 10 Gb/s ved bruk av UTP, har dårlige marginer og det skal lite til for at spesifisert båndbredde ikke oppnås. Dette skyldes fremmed krysstale, dvs. påvirkning fra nabokabler, som best unngås ved bruk av skjermet kabel. Dette medfører at dersom det skal kables for 10 Gb/s hastigheter og Class E_A/Category 6A, skal benyttes, bør bruk av skjermet kabel (S/STP eller F/STP) nøye vurderes. Videre bør erfaring fra andre installasjoner innhentes.

Class F har noe høyere båndbredde enn Class E_A/Category 6A og leveres kun med skjerm (S/STP). Det eksisterer så langt ikke en unik standardisert kat. 7 konnektortype, ref. tabell 1. Det finnes tre ulike kat. 7 konnektorvarianter i markedet - GG45 (Nexans), ARJ45 (Bel Stewart) og Tera (Siemon). Nettverkselektronikk leveres så langt ikke med kat.7 konnektorer. Inntil videre anbefales det å terminere med kat. 6A konnektorer, og å reterminere når standardisert konnektor finnes.

Et annet moment som bør vurderes er bruk av PoE og mulig innvirkning på horisontal kabel, dvs. oppvarming av horisontale kabel som igjen kan medføre redusert ytelse. PoE standarden IEEE 802.3af spesifiserer strømforsyning opptil ca 15 W og IEEE 802.3at (PoE Plus) ca 25 W. Videre finnes det leverandører som kan lever opptil ca 50 W per port. Videre hevdes det av utstyrsprodusenter å være mulig å levere inntil 60 W per port ved å bruke alle lederne. Det er rimelig å anta at overføring av slike effekter vil kunne medfører oppvarming og forringelse av kabelkvaliteten. Problemet antas å gjøre seg gjeldende i større kabelbunter der mange enheter skal strømforsynes.

Det er viktig å legge merke til at økende hastighetskrav (en eller flere skjermer) og strømforsyning av utstyr vil medføre kabler med større tverrsnitt og stivhet. Dette vil igjen stille strengere krav til håndverksmessig utførelse og til plass i føringsveier og rack.

2.2.2 Par/pinneallokering for horisontal parkabel

Terminering av horisontalkablingen i ett og samme anlegg må utføres etter samme skjema. Det er i dag hovedsak to termineringsskjema som benyttes, T568A og T568B. Begge er definert innenfor den amerikanske standarden ANSI/EIA/TIA 568. I Europa benyttes tradisjonelt T568B. Tabell 2 viser par/pinneallokering i henhold til T568B.

Pinne RJ45	1	2	3	4	5	6	7	8
Kabelfarge	oransje/ kvit	Oransje	grønn/ kvit	Blå	blå/ kvit	grønn	brun/ kvit	brun
Par/gren	2a	2b	3a	1b	1a	3b	4a	4b

Tabell 2: Par/pinneallokering i henhold til T5568B.

Figur 3 viser pinnenummerering for RJ45 konnektoren.



RJ45 pinnenummerering, plugg sett ovenfra (strekkavlastning opp).

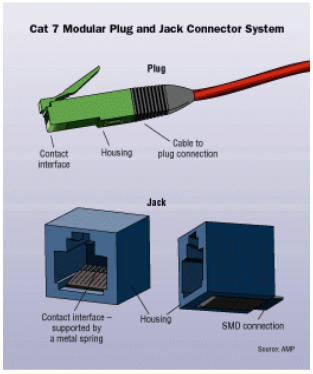
Figur 3: RJ45 pinnenummerering

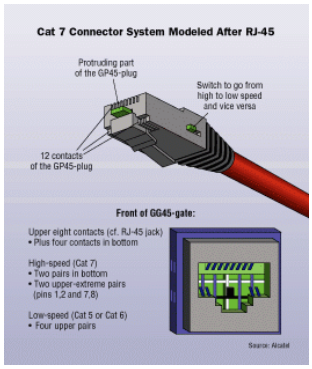
Etterfølgende tabell viser pinneallokering i RJ45 for noen utstyrstyper.

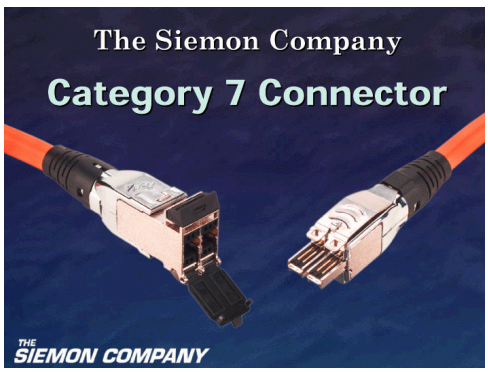
Utstyrstype	**Pinneallokering RJ45 uttak**							
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
Analog telefon				B	A			
Digital telefon				B	A			
Telex				B	A			
Modem, oppringt 2-tråd				B	A			
S0 grensesnitt internt (eks.: stigekabler)			U	I	I	U		
Modem, fast 4-tråds			U	I	I	U		
ISDN	P3	P3	U	I	I	U	P2	P2
Digital tlf 4-tråds, alt 1			A2	B1	B1	A2		
Digital tlf 4-tråds, alt 2, 2Mb/s, ISDN UT	SA	SB		TA	TB			
Datex / Datapak			U	I	I	U		
V.11 (RS-422-C) ASYNK	R (B)	R (B)	T (B)			T (A)		(J)
V.24 (RS-232-C) ASYNK	D	D	D	D	D	D	D	D
Current loop	SD A	SD B	RDA			RDB		
Synkron dataenhet	U	U	I			I		
Asynkron dataenhet	I	I	U			U		
IEEE 802.3, 100 Base-TX (2-par)	Tx+	Tx-	Rx+			Rx-		
IEEE 802.3, 1000 Base-T (4 par)	x	X	x	x	x	x	x	x
IEEE 802.3, 10 GBase-T (4 par)	x	X	x	x	x	x	x	x
IEEE 802.5 / Token ring 4 og 16 Mb/s			U	I	I	U		
IEEE 802.3 af (PoE) A-mode	x	X	x			x		
IEEE 802.3 af (PoE) B-mode				x	x		x	x

Tabell 3: Pinneallokering for utstyr

De tre ulike kategori 7 konnektorene er vist i figur 4 (a-c).







Figur 4a. ARJ45 Figur 4b. GG45 Figur 4c. Tera

2.2.3 Fiber

Fiberkabel inndeles i følgende kvaliteter:

1. Multimodus (MM) 62,5/125 µm (IEC/EN 60793-2)
2. Multimodus (MM) 50/125 µm (IEC/EN 60793-2, ITU-T G.651)
3. Singelmodus fiber (SM) 9/125 µm (IEC/EN 60793-2, ITU-T G.652)

NEK EN 50173 inndeler MM fiber i kategoriene OM1, OM2 og OM3, som angir fiberens evne til å transportere båndbredde over avstand (båndbredde x avstand). Tradisjonelt har MM fiber (62,5/125 µm, OM1) og (50/125 µm, OM2) vært mye brukt som område- og bygningsstamkabler for hastigheter fra 10 Mb/s til 1 Gb/s. Den store kjernediameteren har medført at relativt billig LED basert optikk kan benyttes. Krav til høyere hastigheter har medført utvikling av en laseroptimalisert MM fiber (50/125 µm, OM3).

NEK EN 50173 definerer også to kategorier singelmodusfiber, OS1 og OS2. OS2 har lavere dempning enn OS1 og er spesielt egnet for bølgelengdemultipleksing (CWDM) og utendørs bruk (samsvarer med ITU-T G.652 c eller d).

Tabell 4 viser minimum maksimal rekkevidde for fibertypene OS1, OS2, OM1, OM2 og OM3 ved noen definerte Ethernet grensesnitt ved 1 Gb/s og 10 Gb/s:

NEK EN 50173 klassifisering	**OS1**	**OS2**	**OM1**	**OM2**	**OM3**
	SM - 9/125 µm	SM - 9/125 µm	MM - 62,5/125 µm	MM - 50/125 µm	MM - 50/125 µm
1000BASE-SX					
- 850nm			275 m	550 m	550 m
1000BASE-LX					
- 1300 nm			550 m	550 m	550 m
- 1310 nm	2.000m	5.000m			
10GBASE-SR/SW					
- 850nm			32 m	82 m	300 m
10GBASE-LX4					
- 1300 nm			300 m	300 m	300 m
- 1310 nm	2.000 m	10.000 m			
10GBASE-LR/LW					
- 1310 nm	2.000 m	10.000 m			
10GBASE-ER/EW					
- 1550 nm	2.000 m	22.250 m			

Tabell 4: Minimum maksimal rekkevidde for ulike fibertyper ved 1 Gb/s og 10 Gb/s Ethernet

Det gjøres oppmerksom på at for SM fiberkabel er avstander avhengig av valgt fiberoptikk og lengre avstander kan oppnås.

I tilfelle MM fiber skal benyttes for område- bygningsstamkabel, må OM3 velges. Dette medfører bruk av laser tilsvarende som for SM. Undersøkelser viser at MM OM3 er en prismessig dyrere løsning enn SM.

Til orientering arbeides det med utvikling av en ny standard for MM fiber, OM4, som vil ha en bedre ytelse i forhold til både rekkevidde og båndbredde enn OM3 ved bølgelengde 850nm. OM4 vil for

eksempel kunne være spesielt gunstig for fremtidige 40 og 100 Gbps systemer internt i datasenter. Standarden er klar for avstemming i den europeiske standardiseringskomiteen. En del kabelprodusenter reklamerer allerede med at de kan levere fiberkabel som tilfredsstiller en fremtidig OM4 spesifikasjon.

De fleste sambandsleverandører benyttet av UH-sektoren levere sine grensesnitt via SM fiberkabel. Dersom man benytter SM som område- bygningsstamkabel kan man gjennompatche sambandsleverandørenes grensesnitt til ønsket rom/terminering. Bruk av SM muliggjør også at brukere/utstyr ved respektive institusjoner letter kan inngå i et gridnett, dvs. et nett der utstyr med stort båndbreddebehov kan sammenkobles uten at nettelektronikk inngår i forbindelsen.

Med bakgrunn i ovennevnte anbefales kun bruk av SM fiberkabel som område-/bygningsstamkabel. Tilsvarende anbefales bruk av SM i tilfeller der avstand fra bygningsfordeler til telekommunikasjonsuttak overskrider 90 m og UTP/STP ikke kan benyttes. Ved rehabilitering av eksisterende bygningsmasser og på steder hvor MM fiberkabel er i bruk. kan det være aktuelt å installere MM fiberkabel, men da kun som et supplement til SM fiberkabel.

Fiberoptiske kabler for innendørs og utendørs bruk har typisk forskjellig kabelkonstruksjon. Utendørskabel kommer ofte med løs kledning, mens innendørskabel leveres med fast kledning.

Det må velges kabel som har egenskaper tilpasset bruksområde, installasjonssted og miljø.

Utendørskabel skal generelt termineres mindre enn 2 m fra innføringsstedet (der kabelen bryter brannsonen – gulv, tak, vegg). Alternativt kan kabelen bringes lenger inn i bygget forutsatt at den forlegges i brannsikker føringsvei – for eksempel i metallrør.

Det gjøres oppmerksom på at det finnes fiberkabler som er beregnet både for innendørs og utendørs bruk. Dette er kabler som tilfredsstiller brannkravene i EN 60332-1-2, og de har ikke restriksjoner mht. terminering mindre enn 2 m fra innføringsstedet.

Det skal ikke benyttes mindre fiberkabler enn 24-fiber. Selv om behovet ved installasjonstidspunktet er mindre, vil behovet kunne øke over tid. Merkostnaden ved å bruke 24-fiber i forhold til å velge en mindre fiberkabel er ubetydelig, og gevinsten vil være meget stor i forhold til å måtte installere flere fiberkabler i ettertid.

2.2.4 Terminering

Etasje-/bygningsfordelere i kommunikasjonsrom (KR) kan installeres på vegg eller i rack. Generelt anbefales installasjon i rack. Alt termineringsmateriell skal ha en utforming som muliggjør patching til aktivt/passivt utstyr. Dette gjelder for både data, telefoni og andre systemer. Terminering av horisontal kabel for telefoni i termineringsblokker som kun muliggjør krysskobling frarådes, da dette medfører et mindre fleksibelt og anvendelig spredenett.

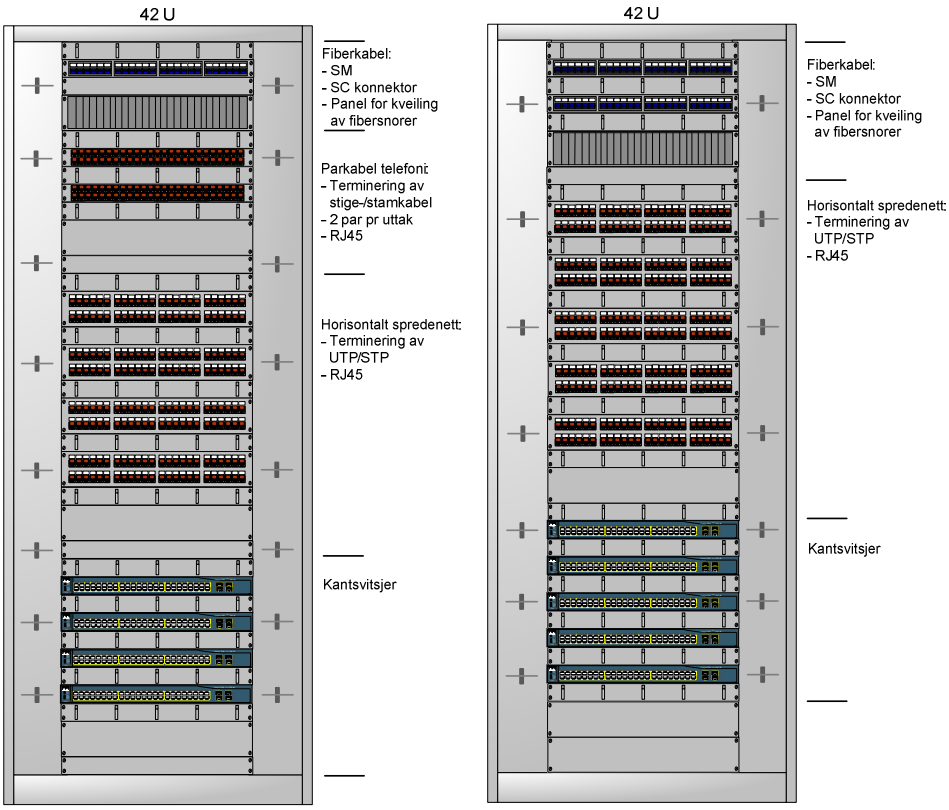
Det bør etableres rutiner for god og ryddig patching i respektive fordeler. Dette gjelder bruk av føringsbøyler, snorer med passende lengde, ulike farger på patchesnorer for ulike systemer, fjerning av snorer som ikke er i bruk, etc. Snorer som henger over svitsjer medfører redusert ventilering som igjen kan medfører redusert levetid. Gode rutiner er viktig for å opprettholde god driftsstabilitet/oppetid.

For å kunne oppnå et godt arbeidsmiljø i kommunikasjonsrom og rack anbefales følgende:

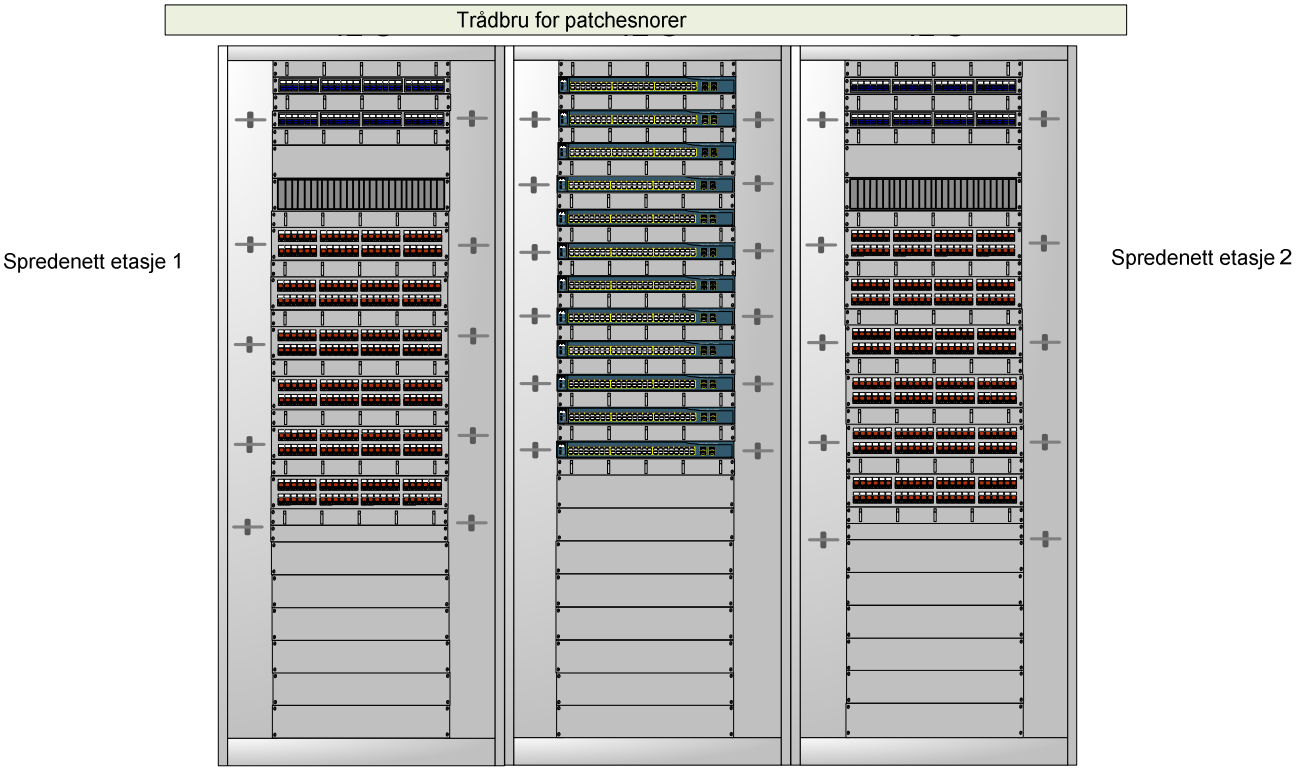
1. Maksimalt antall termineringspunkter (UTP/STP) i et rack bør ikke overskride 240.
2. Termineringspunkter skal være merket i stigende nummerrekkefølge.
3. I tilfelle et kommunikasjonsrom terminerer kabler fra flere etasjer bør det søkes løsning der hver etasje termineres i eget/egne rack.

4. Rackene skal ha tilstrekkelig med føringsbøyler for både horisontal og vertikal føring. Som horisontalføring kan trådbru anvendes. Vær oppmerksom på at ved 10 Gb/s hastigheter vil for liten bøyeradius forringe patchesnorenes og linkens egenskaper.
5. Alle fiberkabler termineres i egne fiberhyller, dvs. en hylle pr kabel.
6. Kraft distribueres i rack ved bruk av horisontalt/vertikalt monterte strømskinner eller PDU (Power Distribution Unit).

Figurer 5 og 6 viser eksempler på ulike disponering av rack. Det gjøres oppmerksom på at det kan være ulik praksis for små og store installasjoner.



Figur 5: Eksempel på terminering for mindre installasjoner, dvs. kabel og svitsjer i samme rack



Figur 6: Eksempel på terminering for større installasjoner, dvs. et spredenettsrack pr etasje

2.3 Bygnings-/områdestamkabel

2.3.1 Fiberkabel

All bygnings-/områdestamkabel skal være av typen SM (9/125 µm), ref. pkt. 2.2.3 Fiber. Dette er begrunnet ut fra kommende 10Gb/s behov mellom kjerne-, aggregerings- og kantsvitsjer og framføring av bølgelengder/gridnett. SC-PC konnektorer (Subscriber Connector - Physical Contact) har tradisjonelt blitt benyttet for terminering av bygnings- og områdestamkabel. LC konnektorer har blitt populære i den senere tid, spesielt fordi de krever liten plass (såkalt Small Form Factor - SFF design). LC konnektorer brukes typisk på nettverkselektronikk. Det anbefales imidlertid fortsatt å benytte SC-PC konnektorer på patchepaneler av hensyn til betjeningsvennlighet. Pigtails, fibersnorer og konnektorer skal minimum tilfredsstille kravene som stilles og/eller refereres i NEK EN 50173.



Figur 7a: SC-PC konnektor



Figur 7b: LC konnektor

Ved 10 Gb/s og høye effekter er det svært viktig at konnektorer og adaptere er rene for smuss. Bruk av støvhetter samt renseutstyr som rensepenn/kassett, vattpinner, sprit etc. anses som svært viktig. Det

anbefales at konnektorer og adaptere inspiseres med optisk inspeksjonsinstrument og rengjøres før tilkobling. Urene konnektorer/adapterer (støv, fett, etc.) vil ved høyere effekter kunne medføre ødeleggelse av konnektor og laseroptikk. Typisk vil patchesnorer kunne brenne seg fast til laseroptikken.

For å løse ovennevnte har GigaCampus tatt initiativ til et GigaCampus førstehjelpsskrin som inneholder fiberrenseutstyr, konnektorer, overganger etc. Skrinet er distribuert til samtlige GigaCampus institusjoner.

Ved installasjon og terminering av fiberkabel er det viktig at kabelprodusentens anvisning følges. Dette gjelder spesielt med hensyn til bøyeradius og strekklast. Videre skal utførende foreta innmåling/sluttest (post-termineringstest) av fiberkabel før overlevering. Disse målingene er viktige både mht. dokumentasjon av anlegget, og som underlag for design/verifisering av fiberoptiske transmisjonslinker.

Alle ferdig installerte og konnekterte fiberforbindelser i bygnings og områdestamkablingen skal testes. Testen bør omfatte både ende-til-ende dempningsmåling med effektmeter (OLTS målesett) og OTDR målinger. Bruk av OTDR anses av mange for en bedre målemetode enn bruk av effektmeter, da instrumentet kan presentere dempning som funksjon av avstand. Et OLTS måleutstyr er imidlertid både hurtigere, mer nøyaktig, og har typisk større rekkevidde enn et OTDR. OTDR muliggjør eksakt identifisering av hvor på kabelstrekket dempningen blir innført (dårlig sveiseskjøt, patch, kabelbrudd, etc.).

Det bør måles ved følgende bølgelengder:

1. Singlemodus forbindelser skal testes ved 1310 nm og 1550 nm
2. Eventuell multimodus bygningsstamkabelforbindelser skal testes ved 850 nm og 1300 nm

Måling fra kun en ende vil kunne medføre at defekte konnektorer i motstående ender ikke oppdages. Det anbefales derfor måling fra motstående ende for minimum en bølgelengde.

I tillegg til de angitte målingene ovenfor, bør det testes ved 1625 nm. Denne testen indikerer om kabel har vært utsatt for mekanisk belastning ved installasjon.

For måling av eventuelle fiberforbindelser i spredenettet anbefales å måle ende-til-ende dempning i en retning og ved en bølgelengde. OTDR målinger av spredenettet er ikke nødvendig.

1. MM forbindelser testes ved 850 nm eller 1300 nm
2. SM forbindelser testes ved 1310 nm eller 1550 nm

GigaCampus besitter komplett måleutstyr både for fiber og parkabel, samt fiberskjøtemaskin som samtlige GigaCampus institusjoner kan låne ved behov.

Det benyttes fargekoder for å identifisere den enkelte fiber og fiberrørene (tubes) i fiberkablene. Det eksisterer både standardiserte og produsentspesifikke fargekodeskjema. NEK EN 50174-1 omtaler IEC 60794-2 som en aktuell standard. ANSI/TIA/EIA 598-B er en annen relevant fargekodestandard.

I det etterfølgende er fargekode for fiberkabeltypene AXAI, AXXI og AWAI fra Draka gjengitt:

Fiber nr	AXAI/AXXI	AWAI	Fiber nr	AXAI/AXXI	AWAI
1	Hvit	Hvit	13	Hvit m/Svarte punkt	Hvit
2	Rød	Rød	14	Rød m/Svarte punkt	Rød
3	Gul	Gul	15	Gul m/Svarte punkt	Gul
4	Grønn	Grønn	16	Grønn m/Svarte punkt	Grønn
5	Blå	Blå	17	Blå m/Svarte punkt	Blå
6	Grå	Grå	18	Grå m/Svarte punkt	Grå
7	Brun	Brun	19	Brun m/Svarte punkt	Brun
8	Svart	Svart	20	Svart m/Svarte punkt	Svart
9	Fiolett	Fiolett	21	Fiolett m/Svarte punkt	Fiolett
10	Turkis	Turkis	22	Turkis m/Svarte punkt	Turkis
11	Orange	Orange	23	Orange m/Svarte punkt	Orange
12	Rosa	Rosa	24	Rosa m/Svarte punkt	Rosa

I kabeltype AWAI ligger fibrene 1 til 12 i indre ring, mens 13 til 24 er i ytre ring.

Tabell 5. Fargekode for kabeltypene AXAI, AXXI og AWAI.

Det gjøres oppmerksom på at andre kabeltyper vil kunne benytte andre fargekoder. Det er derfor viktig å innhente fargekode fra kabelprodusent, og å følge fargekoden nøye.

2.3.2 Parkabel

På enkelte campus kan det være aktuelt å etablere bygnings-/områdestamkabel (i og mellom bygg) for distribusjon av telefoni, alarmlinjer etc. Kabel skal være konstruert for telefoni og bør minimum ha følgende kvaliteter:

1. 50-/100-par.
2. Båndbredde i henhold til NEK EN 50173 Class C (16 MHz).
3. Lederdiameter 0,6 mm.
4. Skjerm (folieskjerm og/eller stålarmering avhengig av forlegningsmetode og behov for skjerming).
5. Vaselinfylt (vaselinfylte kabler skal omskjøtes ved innføring i bygg – hindre at vaselin tilgriser en fordeling).

For å unngå overspenninger (lyn, nettspenninger etc.) bør/skal kabelen utrustes med overspenningsvern og jordes i henhold til Post- og teletilsynets Veiledning - Private telenett, ”Jording, overspenningsbeskyttelse og EMC”. Overspenningsvern skal etableres for kabler som er forlagt utendørs.

Ved forlegning i fellesføringer med kraft kabel (eks.: grøft) vises det til avstandskrav og forlegningsmetode gitt av Rasjonell elektrisk nettvirksomhet, se pkt. 2.3.3 Utendørs kabelinstallasjon.

2.4 Bygningsinterne føringsveier

Med føringsveier menes både horisontale og vertikale (sjakt) føringsveier.

Føringsveier skal etableres på en slik måte at det oppnås rasjonell og organisert forlegning av kabler. IKT-rom og spesielt rom som grensesnittsrom, hovedkommunikasjonsrom og kommunikasjonsrom, bør etableres i nærhet til både vertikale og horisontale føringsveier. I nybygg og ved rehabiliteringer skal føringsveier etableres med minimum 30 % reservekapasitet.

Generelt skal det etableres separate føringsveier for elkraft og telekabler. Føringsveier for prioritert og avbruddsfri strømforsyning må vurderes nøye for å sikre optimal forsyningssikkerhet. Felles føring av elkraft og tele-/datakabler skal kun unntaksvis finne sted. Det er viktig at overordnede separasjonskrav legges til grunn ved fellesføringer, ref. NEK EN 50174-2.

Dersom fellesføringer (kraft og tele-/datakabel) ikke kan unngås skal føringsvei deles med skilleplater av samme materiale som kabelbru. Skilleplaten skal være mekanisk stabil og ha minimum samme høyde som maksimal stablingshøyde på bru.

For kabelbruer vurderes bruk av materialer (stål/aluminium) ut fra de belastninger bruene skal tåle. Kabelbruer og fester skal være dimensjonert og montert slik at eventuell sidekrefter og personalbelastning som de blir utsatt for ved montering og kabelforlegning ikke forårsaker varig deformasjon. Nedbøying av kabelbruer ved dimensjonerende last skal ikke overskride 1 %.

Festeanordning skal være utformet slik at det er mulig å montere kabler fra siden uten at det disse må tres. Bruvanger som det skal legges/trekkes kabler over, skal påsettes beskyttelsesprofil. I svinger og avgreininger hvor bøyeradius gjør at kabelen kommer utenfor kabelbrubredden skal det benyttes støttelasker.

For kabelkanaler skal kanal og utstyr (kontaktmateriell som bokser, dekkplater, etc.) være tilpasset hverandre. Gjennomføringer i vegger skal påsettes dekkplate. Fargekode på utstyr installert i kanal levert av ulike leverandører koordineres via NCS/RAL-kode.

Framføring til de ulike bruksarealer foretas fortrinnsvis med veggmontert el-kanaler, eventuelt kombinert med kabelbruer i tak. Skjulte rørføringer benyttes kun der helt spesielle forhold tilsier dette.

I laboratorier, behandlingsrom etc. benyttes spesialkanaler med integrert uttak for el, tele/data og gass. Kanalene tilpasses rommets funksjon med hensyn til bestykning og utførelse.

Kabelbruer skal ikke føres gjennom vegger/dekker hvor det er krav om tetting for brann og/eller lyd. Kabelrenne/stige avsluttes 100 mm fra vegg/dekke, og forbindes med 2 stk gul/grønn Cu-lisse (minimum 6 mm^2) for å opprettholde galvanisk forbindelse. Ved innføring til IKT-rom skal ikke kabelbruer forbindes galvanisk, se UFS 107, Krav til strømforsyning av IKT-rom.

Brann- og lydtetting skal ivaretas. Det skal nyttes godkjente gjennomføringer som har minst samme brannklasse/lyddempingskrav som bygningsdelen den er montert i. Alle branntettinger skal være forberedt for utvidelse med nye tele-/datakabler ved at det installeres PVC-rør med ulik diameter i branntettingen. Rørene tettes ved bruk av mineralull eller annen godkjent tettemasse som enkelt kan fjernes ved installasjon av kabel.

Det skal foretas vurdering av elektromagnetisk sameksistens (EMC), slik at tele-/datakabler ikke påvirkes av skadelige felter fra elkraftteknisk utstyr og kabelanlegg. Nærhet til kabler og utstyr med spesielt høyt eller transient rike, omliggende felter skal unngås.

2.5 Separasjonskrav

Separasjonskrav mellom tele-/datakabel og kraft-/sterkstrømskabler er gitt i NEK EN 50174-2:2009. Det gjøres oppmerksom på at normen er nylig revidert, og nye installasjoner skal i henhold til Ekomloven følge den siste revisjonen av en standard.

Minimum separasjonsavstand ”A” beregnes ved å multiplisere minimum separasjonsavstand ”S” med effektfaktoren ”P” fra henholdsvis tabell 4 og 5 i NEK EN 50174-2.

Separasjonsavstanden ”S” avhenger av hvilken segresjonsklasse kabeltypen tilfredsstiller. Det skilles i prinsippet mellom 4 segresjonsklasser som angitt i tabellen nedenfor:

Segresjonsklasse	**Beskrivelse**
d	Skjermet kabel av kategori 7 eller bedre
c	Skjermet kabel av kategori 5 eller 6
b	Uskjermet kabel av kategori 5 eller 6
a	Kabel av type KKT-B (BCT-C), kabler for Kringkasting og kommunikasjonsteknologi-bygninger, eller kabler som skal benyttes til applikasjoner som ikke er begrenset av de som er listet i NEK EN 50173 (Tillegg F)

Tabell 6. Segresjonsklasse i henhold til Tabell 3 i NEK-EN 50174-2:2009

Minimum separasjonsavstand S i henhold til segresjonsklasse er presentert i tabell 7. Tabellen er forenklet i forhold til standarden og det henvises til NEK-EN 50174-2:2009 for en detaljert presentasjon.

	Føringsvei benyttet til IT-kablene eller strømkablene			
Segresjonsklasse	Separasjon uten elektromagnetisk barriere	Åpen metall-føringsvei [a)]	Perforert metall-føringsvei [b,c]	Fast metall føringsvei [d]
d	10 mm	8 mm	5 mm	0 mm
c	50 mm	38 mm	25 mm	0 mm
b	100 mm	75 mm	50 mm	0 mm
a	300 mm	225 mm	150 mm	0 mm
[a)] Skjermingsytelse i frekvensområdet 0 MHz til 100MHz ekvivalent med en sveiset metallkurv føringsvei med maskestørrelse 50mm x 100mm (eks. stige). Tilsvarende skjerming oppnås ved stålplate kabelbro av mindre enn 1,0mm tykkelse - uten lokk - og mer enn 20% jevnt fordelt perforert areal.				
[b)] Skjermingsytelse i frekvensområdet 0 MHz til 100MHz ekvivalent med en stålplate kabelbro (uten lokk) av 1,0 mm tykkelse og ikke mer enn 20 % jevnt fordelt perforert areal. Denne skjermingsytelsen er også oppnås med skjermede strømkabler som ikke møter kravet i note d				
[c)] Den øvre overflaten av installerte kabler i føringsveien skal minimum være 10 mm under toppen av barrieren				
[d)] Skjermingsytelse i frekvensområdet 0 MHz til 100MHz ekvivalent med et stålrør med 1,5 mm veggtykkelse. Separasjonen er i tillegg til den som framkommer pga barrieren/delingen .				

Tabell 7. Minimum separasjonsavstand som funksjon av segresjonsklasse og føringsveitype – ref. tabell 4 i NEK-EN 50174-2.

Multiplikatoren (Power cabling factor) avhenger av strømbelastning, og defineres av Tabell 5 i NEK EN 50174-2.

Type strømkabler [a, b, c]	Antall kabler (kretser)	Effektfaktor P
20A 230V enfase	1 – 3	0,2
	4 – 6	0,4
	7 – 9	0,6
	10 – 12	0,8
	13 – 15	1,0
	16 - 30	2
	31 – 45	3
	46 – 60	4
	61 – 75	5
	> 75	6
[a)] Trefasekabler skal behandles som 3 stk. enfase kabler		
[b)] Kretser med mer enn 20A skal behandles som multiple av 20A kretser		
[c)] Lavere AC eller DC strømforsyninger skal behandles basert på ytelsene. Eks. En 100A 50V DC kabel = 5 stk. 20A kabler (P=0,4)		

Tabell 8 Separasjonsmultiplikator P

Den tidligere ”35m regelen” bortfaller med den siste revisjonen av NEK EN 50174-2.

Kravene ovenfor gjelder forutsatt at ikke lokale krav/reguleringer stiller strengere krav. Videre forutsettes det for kraft-/sterkstrømkabel at det elektriske miljøet samsvarer med NEK EN 50081-seerien og NEK EN 50082-serien om ledningsbundet og utstrålt forstyrrelse (sterkstrømkabling). Det er også spesielle separasjonskrav når tele-/datakabler installeres i nærheten av EMI kilder, ref. tabell 6 i NEK EN 50174-2.

<u>Ingen separasjon</u>
Hvis IT-kablingen ikke er i nærheten av en EMI-kilde som nevnt ovenfor, kan man tillate ingen separasjon mellom strømkabler og IT-kabling i to forskjellige scenarioer:

1. IT-kablingen er applikasjonsspesifikk, og applikasjonen støtter en situasjon med ingen krav til separasjon
2. Alternativt:
   - IT-kablene legges sammen med enfase strømkabler som til sammen ikke overstiger en strømbelastning på mer enn 32A (strømkablene skal være innenfor en felle skjerm, eller buntet sammen)
   - IT-kablingen tilfredsstiller segresjonsklasse b,c, eller d
   - IT-kablingen tilfredsstiller minimum miljøklasse E_1 i henhold til NEK EN 50173-1:2007

Det anbefales å holde minimumsavstandene som framkommer av dimensjoneringen. Økes avstanden utover dette kan det oppstå problemer med induktive strømsløyfer.

Det henvises for øvrig til NEK EN 50174-2 for eksakt informasjon.

2.6 Utendørs kabelinstallasjon

2.6.1 Trase/rør

Etablering av utendørs kabling skal i all hovedsak utføres ved etablering av kanalrør for inntrekking/innblåsing av kabel. Forlegning av rør kontra direkte forlegning av kabel i en grøft gir en merverdi ved at rør kan gjenbrukes.

Følgende metoder er vanlig å benytte:

1. 110 mm kanalrør forlagt i grøft. Mye brukt. Normalt forlegges en kabel pr rør som ved inntrekking/blåsing av fiberkabel (liten diameter) gir dårlig utnyttelse av rørkapasiteten.
2. ”Subbing av 110 mm kanalrør”. For å bedre utnyttelseskapasiteten i 110 mm rør kan rørene subbes, dvs. installasjon av flerkanals rørbunter. Rørbuntene kan leveres med ulike dimensjon, eks.: 1 x 50 mm + 2 x 40 mm, 1 x 40 mm + 2 x 32 mm, 3 x 40 mm, etc.
3. Direkte forlegning av rørbunter i grøft. Metoden er mye benyttet og det finnes et stort uvalg av rørbunter tilsvarende som for subrør. Vær oppmerksom på at rør som skal direkteforlegges må ha større ringstivhet enn subrør.

Normalt skal det kun installeres en kabel per rør. Dersom det skal installeres flere kabler i samme rør anbefales det at disse installeres/trekkes samtidig. Det er mulig å installere (ettertrekke) kabel i rør som allerede er i bruk, men det må utøves stor varsomhet slik at eksisterende kabel ikke skadd. Vær oppmerksom på:

1. Det er viktig at avstand mellom kummer er kort og det kan være nødvendig med punktgraving og nedsetting av flere kummer.
2. Bruk av blåseverktøy foretrekkes da erfaring viser at trekketråd ofte medfører at ny kabel snor seg rundt eksisterende kabel som igjen vil kunne bli påført skade.
3. Trekke ut eksisterende kabel for deretter å trekke inn ny og gammel kabel samtidig. Medføre kommunikasjonsbrudd for eksisterende samband.

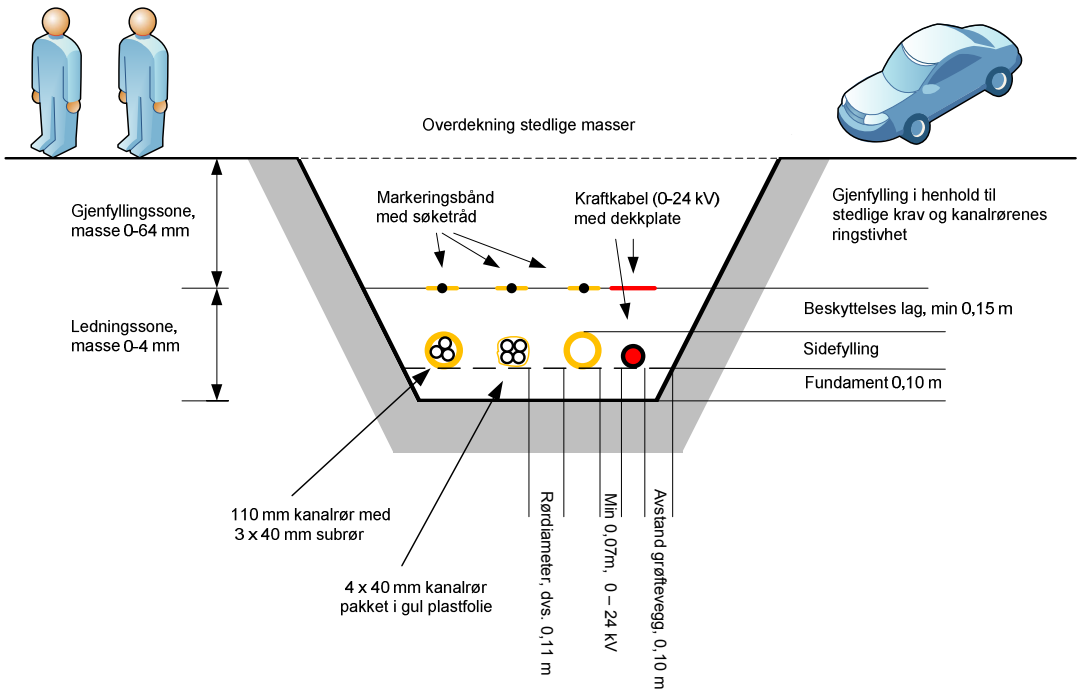
For UH-sektoren kan ledig rørkapasitet være et nyttig verktøy/byttemiddel overfor operatører, dvs. bytte rør for å kunne etablere kabelforbindelser der hvor egen institusjon ikke har tilgang til rørkapasitet. Erfaring viser at ved etablering av utendørstraser utgjør gravekostnadene ca 80 % og rør, kummer og kabel ca. 20 %. Dette medfører at når det først skal graves, bør/skal reserve rørkapasitet etableres. En annen årsak til at reserverør bør etableres er at det normalt ikke er forsvarlig å ettertrekke kabler i rør som er i bruk.

Det finnes standarder for etablering av kabeltraseer i ulike miljøer. Ved henvendelse til Rasjonell elektrisk nettvirksomhet (REN – www.ren.no) kan normer/standarder kjøpes, ref. avsnitt 6. Referanser. Videre skal alltid rørprodusentens installasjonsanvisning legges til grunn ved utførelse. Dette da ulike rørtyper kan ha forskjellig ringstivhet og tåler ulik komprimering/overdekning.

Før graving kan iverksettes må det innhentes tillatelse fra grunneier, samt avklare grunneiers krav til gjennomføring. Normalt skal trase tilbakeføres til opprinnelig stand, men vær oppmerksom på at grunneiere kan ha krav som avviker fra REN-standardene. Eksempelvis tillater enkelte kommuner kun reasfaltering utført av kommunalt godkjente firma. Videre må det foretas påvisning (kabel, rør, etc.) for å hindre eventuelle graveskader på eksisterende installasjoner. Hvem som har ansvar for påvisning i de ulike kommuner kan variere, men ved henvendelse til kommuneadministrasjon vil dette kunne avklares. Normalt vil det kunne være:

1. Lokalt e-verk: Kraftkabler, telekabler som er installert av kraftselskaper (BaneTele) og fjernvarmeselskaper
2. Geomatikk AS: Telekabler tilhørende Telenor og Canal Digital
3. Kommune: Signalkabler, rørledninger (vann, overvann, spillvann, søppelavsug)

Figur 8 viser typisk snitt av kabelgrøft for fellesføring (kraft og tele/data) i "tettbygde strøk og veiområder". Det gjøres oppmerksom på at alle mål på figuren er minimums avstander. Figuren viser ulike alternative rørtyper, dvs. 110 mm kanalrør, 110 mm kanalrør med 3 x 40 mm subrør (som kan installeres i ettertid) og 4 x 40 mm rørbunt forlagt direkte i grøft. Det kan forlegges flere rør både i bredden og i høyden enn hva figuren viser. Videre kan det på utsatte steder (eks. ved manglende overdekning, trafikkintensive områder, etc.) være nødvendig å forlegge rør i betong (eks.: OPI-kanal).



Figur 8: Eksempel på grøftesnitt for fellesføring.

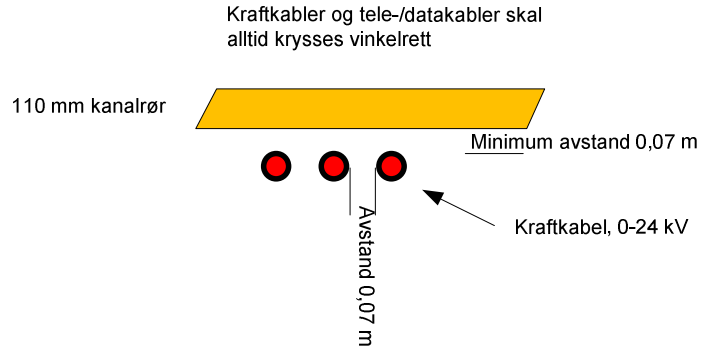
For eksempel i figur 6 gjelder:

1. Grøftebunn skal være fri for steiner, skarpe kanter, snø og is. I tilfeller masser kan forsvinne i grunnen (myr, leire, etc.) må det foretas masseutskiftning eller bruk av fiberduk.
2. Fundament skal minimum ha dybde 0,1 m og etableres med masser med handelsbetegnelse 0-4 mm, ref. tabell H2:1 NS 3420. Massene skal komprimeres i henhold til tabell 4 NS 3458, massegruppe B og passeringsklasse lett.
3. Ledningssonen skal gjenfylles med handelsmasse 0-4 mm, ref. tabell H2: i NS 3420 og komprimeres i henhold til tabell 4 i NS 3458, massegruppe B og passeringsklasse lett. Fiberduk skal benyttes dersom det er fare for at masser kan transporteres inn/ut av ledningssonen.
4. For gjenfylling benyttes fortrinnsvis stedlige masser. Steiner/gjenstander som kan skade rør/kabel skal fjernes og massene som anvendes bør ha nominell størrelse på 64 mm. Komprimerbare masser skal komprimeres i henhold til tabell 2 i NS 3458, massegruppe B og passeringsklasse normal.
5. Avhengig av ringstivheten til valgt rør vil gjenfyllingssonen kunne variere fra 0,4 til 0,6 m.
6. Det kan være aktuelt å etablere ekstra markeringsbånd ca 0,2 m under topp dekke (ikke vist på figur)
7. Alle kanalrør og rørdeler inklusive beskyttelsesplater og merkebånd som benyttes for tele-/datakommunikasjon skal være gule.
8. Alle kabler/traseer skal etableres med merkebånd og søketråd (Cu). Søketråd er spesielt viktig i traseer som kun benyttes for fiberkabel. I stedet for bruk av merkebånd med søketråd kan det være lønnsomt å installere merkebånd uten søketråd og en egen

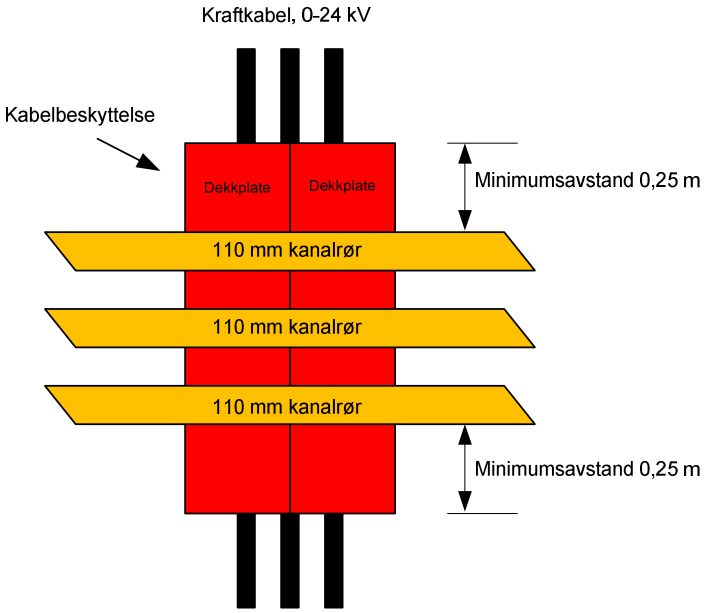
billig jord parkabel (Cu) med bedre kvalitet. Egen parkabel vil ha større bruddstyrke og være bedre egnet for søking.

9. Parkabel (Cu) skal ikke etableres i fellesføringer der høyspentkabler fører spenninger over 24 kV (ikke tillatt tilkoblet offentlige telenett).
10. Jordledninger kan ikke legges uisolert i fellesgrøft med tele/datakabler dersom disse har ledende eller halvledende kappe.
11. Alle rør skal etableres med trekketråd unntatt for anlegg der kabel skal blåses.

I tilfelle trase for tele/data skal krysse høyspenttrase skal dette gjøres vinklerett, se etterfølgende figurer. Vinkelrettkryssing reduserer faren for induksjon mellom Cu-kabler og for graveskader på trase som skal krysses.



Figur 9: Trasekryssing, minimum avstand mellom føringer



Figur 10: Trasekryssing, kabelbeskyttelse (dekkplater)

2.6.2 Kummer

Kummer etableres normalt for å lette inntrekking/innblåsing av kabler og for å skjøte sammen fiberkabler. Avstand mellom kummer er avhengig av kabeltype som skal installeres (trekking/blåsing) og hvordan traseen skal etableres i horisontal-/vertikalplanet. Minimum bend/bøyeradius for kanalrør er 3 m. Dersom det må benyttes rør med bend/bøyeradius mindre enn 3 m (eks.: 90 º) gjøres dette ved etablering av kummer. På en strekning med flere bend (3 m bøyeradius) vil samlet "trekkemotstand" kunne bli så stor at det vil være nødvendig å bruke flere kummer.

Kummene må dimensjoneres for antall fiberkabler som kommer inn i kummen i anleggets levetid.

Generelt bør det benyttes prefabrikkerte kummer og som er beregnet for tele-/datakommunikasjon. Telenor har utarbeidet egen spesifikasjon for tele-/datakummer (ulike typer runde og firkantede kummer) og som produseres av flere sementvarefabrikker. Runde 100/120 cm diameter og høyde 50 cm og firkantet med bredde 60cm, lengde 120cm (2 lokk) eller 3 lokk og høyde 60 cm. Kummene kjennetegnes med ferdig laget utsparringer (plastmateriale) som enkelt kan tilpasses aktuell installasjon. De fleste kummer er uten bunn og bør etableres med drenering. Det finnes også plastkummer, men disse er mindre stabile.

Med henblikk på senere reparasjoner, legger en kveil (typisk 6m) på hver kabel i hver kum. I tillegg skal det være plass til en skjøteboks i kummen

2.6.3 Skjøtebokser

Den dominerende skjøteboksen på markedet er Tyco FOSC400 Disse er utformet som et rør som typisk er 71 cm langt, (i tillegg kommer bøyen på kablene som skal inn i boksen), og diameteren er 26 cm.

Ved valg av skjøteboks er antall innganger viktig. Ved stamkabler bør en ha minst en oval port med plass til 2 kabler. De øvrige er runde for distribusjonskabler.

Det finnes også en flat skjøteboks i rustfritt stål som opprinnelig ble utviklet for OPGW (Tycoflex). Denne har en diameter på 27 cm og høyde på 14-24 cm. Tabell 9 angir karakteristiske dimensjoner for Tyco FOSC skjøtebokser.

Type	Porter	Lengde	Diameter	Antall brett	Antall skjøter
400 A4 A8	1+4 1+8	42	18	2	48
400 B4	1+4	54	18	4	96
400 D5	1+5	71	24	8	288
GC02-BE6	1+6	70	28,5	SOSA2	224

Tabell 9. Tyco FOSC skjøtebokser:

2.6.4 Fiberskap

Fiberskap er utsatt i forbindelse med snøbrøyting, påkjørsel, setninger, hærverk osv. og avbefales ikke. Dersom skap må benyttes bør dette gjøres ved å plassere skjøteboks i skapet..

2.6.5 Kabelinnføring i bygg

Ved innføring i bygg skal kabler aldri føres direkte inn i IKT-rom. Dette for å hindre inntrengning av vann, støv, smågnagere, etc. Kabel inntak bør etableres i rom med sluk, i trygg avstand fra kraftkabler/trafo og med enkel tilgang til føringsvei til IKT-rom.

Etableringen av kummen skal være slik at kummen dreneres i byggets drenering. Fra kum og inn i bygg skal kanalrør etableres med fall til kum. Dette for å hindre at vann skal føres inn i bygget via kanalrørene.

Dersom kabler er produsert med brennbart kappemateriale, utvikler farlige eller korrosive gasser ved høye temperaturer/brann eller er vaselinfylte, skal kablene omskjøtes ved kryssing av grunnmur til egnet innendørskabler. Parkabler (Cu) glattskjøtes, dvs. parene skjøtes ved bruk av knivkontakt materiell (Scotch Lock, Picabond, etc.) vulketape og krympestrømpe (kabelprodusentens anbefalning følges). Fiber kabler omskjøtes ved bruk av skjøteboks og kveileramme. Figur 11 viser eksempler på skjøtemateriell for fiberkabel.





Figur 11: Skjøtebokser for fiber og kveileramme (Tyco tidligere Raychem)

Kun kanalkabler som er produsert for både innendørs og utendørs installasjon, kan termineres direkte i IKT-rom.

3. Prosjektgjennomføring

I forbindelse med nybygg og rehabilitering er det svært viktig at IT-avdeling så tidlig som mulig synliggjør egne behov for arealer og føringsveier. Tradisjonelt kan det i et byggeprosjekt være kamp om arealer og ofte vil ulike interesser stå i mot hverandre. Det er derfor viktig at IT-avdelingen presenterer en godt begrunnet argumentasjon for å få tildelt nødvendige arealer og føringsveier som muliggjør etablering av et velfungerende IT-miljø. Generelt kan man si at:

1. Kommunikasjonsrom og føringsveier skal vare et byggs levetid og de valg som gjøres i et byggeprosjekt skal institusjonen leve med i svært mange år.
2. Strukturert kabling vil ha en levetid på 10-15 år. Dette medfører at en bør velge så framtidsrettet kabling som mulig.
3. Nettelektronikk, servere etc. har en avskrivningstid på 3-5 år.

Ovennevnte medfører at det i et byggeprosjekt kan være klokt å prioritere arealer og kabel som har lang levetid framfor nettelektronikk og servere som har kort nedskrivningstid og uansett må erstattes med nytt utstyr innen relativt kort tid.

Den håndverksmessige utførelsen har stor betydning for spredenettets kvalitet og levetid. Det er derfor svært viktig at det velges installatører som har gode referanser, samt er autorisert i henhold til Post og

teletilsynets krav. Nitidig oppfølging i byggeperioden kan være både viktig og lønnsomt. Forlang systemgaranti og samsvarserklæring, ref. kapittel 4 Dokumentasjon og merking.

Ved rehabilitering er det svært viktig at all gammel og ubenyttet kabel blir fjernet. Dette begrunnes med følgende:

1. Opptar plass i føringsveier som i de aller fleste bygg vil være en knapp resurs.
2. I rømningsveier er det ikke tillat med større brannlaster enn 50 MJoule pr løpemeter. For å overholde et slikt krav vil det sannsynligvis ikke være plass til flere kabler enn hva som er nødvendig for å opprettholde nødvendig kommunikasjon. Ofte installeres kabelbruer i rømingsveier (korridorer).
3. Gammel ubenyttet kabel i sjakter bør fjernes da disse representerer stor fare for brannspredning mellom etasjer.

Vær oppmerksom på at alle kabelføringer som krysser brannskiller/brannceller skal branntettes. Utførende skal være godkjent i henhold til plan og bygningsloven.

4. Dokumentasjon og merking

Strukturerte spredenett i UH-sektoren skal være utført i henhold til ekomloven med tilhørende regelverk. I praksis medfører dette at nettene skal være utført i samsvar med gjeldende forskrift som igjen peker på respektive standarder (NEK EN 50173, NEK EN 50174 og NEK EN 50310).

Et viktig moment i denne sammenhengen er at utførende entreprenør skal utferdige en **samsvarserklæring** hvor det bekreftes at utførelse er i henhold til gjeldende lov med forskrift. Dersom utførelse avviker fra gjeldende lov skal dette anføres i samsvarserklæringen. Det er en forutsetning for avvik at disse er i henhold til avtale med oppdragsgiver/bestiller. Eksempel på avvik kan være at det er installert et anlegg med høyere ytelse enn hva som er beskrevet i lovgivningen. For øvrig skal dokumentasjon og merking av strukturert kabelanlegg skal være i henhold til NEK EN 50173 og NEK EN 50174. Post- og teletilsynet har bebudet kontroll av entreprenører og samsvarserklæring vil være et sentralt kontrollpunkt.

I tilfelle det skal installeres et strukturert spredenett som har kapasitet/ytelse utover hva som er beskrevet i standarden, skal leverandøren i tillegg til **samsvarserklæring** også utferdige **systemgaranti**.

Det er svært viktig at alle utendørs kabler/traseer er posisjonsbestemt (GPS) og tegnet innpå lokalt kartverk. Videre at kabler er registret hos lokal gravemeldingstjeneste (Geomatikk AS, e-verk, kommunal etat, etc.) og som kan foreta kabelpåvisning ved behov/forespørsel. Dersom uregistrerte kabler blir skadd i forbindelse med gravearbeider må kabeleier dekke alle omkostninger ved reparasjons. En graveentreprenør vil kunne kreve erstatning av kabeleier dersom entreprenørens framdrift blir forsinket grunnet uregistrerte kabler. Registrering av kabel hos lokal gravemeldingstjeneste gir en årlig kostnad som dekker registrering i kartarkiv og påvisning for andre ved eventuell graving.

Følgende minimumskrav stilles til dokumentasjon:

1. Samsvarserklæring
2. Systemgaranti ved ytelser som ikke er standard.
3. Produktinformasjon, dvs. datablad for alle komponenter som inngår i leveransen.
4. Måleprotokoll for samtlige kabler og termineringer (TE) inklusive konsolideringspunkt (CP). (par og fiber - innmåling). Type måleinstrument og måleinstrumentets serienummer skal oppgis.
5. Dato for gjennomført måling og navn på utførende skal oppgis
6. Plantegninger og stigeskjema som angir forlegning, fordelinger og telekommunikasjonsuttak.

7. Alle fordelinger og telekommunikasjonsuttak skal være merket med telekommunikasjons uttaksnummer på plantegninger.
8. Dokumentasjon skal være elektronisk og på en form som enkelt muliggjør import til databaseverktøy (eks.: kommaseparerte tekstfiler). I tillegg skal dokumentasjonen overleveres på pdf-format.

Merking:

1. All merking skal utføres i henhold til institusjonens merkesystem, og som avtalt med utbygger. Som minimum skal merking være i henhold til kravene i NEK EN 50174-1:2009
2. Telekommunikasjonsuttak og fordelinger skal ha samsvarende merking.
3. Kabler skal merkes ved fordelinger og bør merkes ved brannskiller (begge sider).
4. All merking skal være bestandig og ha samme levetid som øvrig anlegg.

For institusjoner som ikke benytter merkesystem vises det til:

1. Post- og Teletilsynet, Veiledning Private telenett, Dokumentasjon.
2. Statsbygg, FoU-prosjekt, Tverrfaglig merkesystem for bygninger.

5. Anbefalt dimensjonering

1. Minimum 2 stk telekommunikasjonsuttak pr arbeidsplass og minimum 4 telekommunikasjonsuttak pr rom. Det er ikke mulig å benytte splittadapter ved bruk av kabling i henhold til Class E, Class E_A, Class F og Class F_A, dvs. kapasiteter større enn 1 Gb/s. Ref. tabell 3.
2. Møterom / auditorium: Det vises til kommende UFS 115 AV funksjonsbeskrivelse for auditorier og møterom
3. Uttak for tilkobling av Access Points (WLAN). Det vises til egne UFS dokumenter som omhandler WLAN, dvs. UFS 112 Anbefalt sikkerhetsløsning for trådløse nettverk og UFS 113 Radioplanlegging av trådløse nettverk på campus.
   Merk at kommende trådløsstandard IEEE 802.11n krever minimum kabling i henhold til Class E.

6. Referanser

Ekomloven, Samferdselsdepartementet

1. Lov 2003-07-04 nr 83: Lov om elektronisk kommunikasjon (ekomloven), http://www.lovdata.no/all/hl-20030704-083.html
2. FOR 2004-02-16 nr 401: Forskrift om elektronisk kommunikasjonsnett og elektronisk kommunikasjonstjeneste (ekomforskriften). http://www.lovdata.no/cgi-wift/ldles?doc=/sf/sf/sf-20040216-0401.html
3. Veiledning Private ekomnett, http://www.npt.no/iKnowBase/Content/49078/veiledning_private_ekomnett290107.pdf

Norske standarder, kjøpes hos: Pronorm AS, http://www.standard.no:

1. NEK EN 50173-1:2007 - Del 1: Generelle krav og kontormiljøer
2. NEK EN 50173-2:2007 - Del 2: Kontorlokaler
3. NEK EN 50173-3:2007 - Del 3: Industrivirksomhet
4. NEK EN 50173-4:2007 - Del 4: Bosteder
5. NEK EN 50173-5:2007 - Del 5: Datasentre
6. NEK EN 50174-1:2009 - Del 1: Spesifikasjon og kvalitetssikring
7. NEK EN 50174-2:2009 - Del 2: Planlegging og utførelse av installasjoner i bygninger
8. NEK EN 50174-3:2003 - Del 3: Planlegging og utførelse av installasjoner utomhus
9. NEK EN 50310:2006 Anvendelse av utjamningsforbindelser og jording i bygninger med informasjonsteknologi

10. NEK EN 50346:2002 – Kablingsinstallasjoner – Prøving av installert kabel

REN (Rasjonell Elektrisk Nettvirksomhet), http://www.ren.no REN standardene benyttes i tilfeller det skal etableres felles grøfter for kraft og tele/datakabling:
Grøftetraseer:

1. REN blad nr. 9000 Distribusjonsnett kabel - Retningslinjer for kabelhåndtering og forlegging.
2. REN blad nr. 9001 Distribusjonsnett kabel - Kabelforlegging i jordbruksareal
3. REN blad nr. 9002 Distribusjonsnett kabel - Kabelforlegging i utmark
4. REN blad nr. 9003 Distribusjonsnett kabel - Kabelforlegging i tettbygd strøk og i veiområde.
5. REN blad nr. 9004 Distribusjonsnett kabel - Kabelforlegging 2 plan i tettbygd strøk og i veiområde

Luftkabel:

1. REN blad nr 2013 HS distribusjonsnett luft – Fellesføringer med HS luft, LS luft og Teleledninger

Post og teletilsynet, (http://www.npt.no):

1. Veiledning - Private telenett, Jording, overspenningsbeskyttelse og EMC http://www.npt.no/iKnowBase/FileServer/jording04.doc?documentID=1161
2. Veiledning - Private telenett, Dokumentasjon http://www.npt.no/iKnowBase/FileServer/dokumentasjon05.doc?documentID=44325

Statsbygg (http://www.statsbygg.no)

1. Tverrfaglig merkesystem for bygninger http://www.statsbygg.no/dokumenter/prosjekteringsanvisninger/0GenerellePA/PA0802_TFM/TFM_Start.pdf

7. Endringer

Denne versjonen inneholder følgende endringer i forhold til versjon datert 02.07.2008.

Generelt er det gjennomført en språklig-/tekstlig justering.

Sammendrag

1. Det er utarbeidet nytt sammendrag

Introduksjon

1. Nytt avsnitt

Definisjoner

1. Nytt avsnitt

1. Definisjoner fra norske kablingsstandarder:

1. Endring av overskriftsnavn
2. Justering av tekst.

2 Felles kablingssystem for informasjonsteknologi og standardisering

1. Endring av overskriftsnavn.
2. Justering av tekst.

2.2 Horisontal kabling

1. Justering av tekst i henhold til ny versjon av standarder.

2.2.1 STP vs UTP
1. Justering av tekst.

2.2.2. STP/UTP par pinne allokering
1. Tatt inn skisser som viser konnektorer for kategori 7..

2.2.3 Fiber
1. Tabell er justert med hensyn til SM OS2, og knyttet opp mot definerte grensesnitt
2. OM4 er omtalt
3. Forskjell mellom utendørs- og innendørskabel er presisert
4. Maksimal lengde av eksponert utendørskabel presisert.

2.3 Bygnings-/områdestamkabel

2.3.1 Fiberkabel
1. Alternative konnektorer omtalt
2. Endrede krav til testing av fiberkabel

2.5 Separasjonskrav
1. Nye krav til separasjon som følge av revidert standard

2.6 Utendørs kabelinstallasjon

2.6.3 Skjøtebokser
1. Nytt delkapittel

2.6.4 Fiberskap
1. Nytt delkapittel

4. Dokumentasjon og merking
Justering av tekst

7 Referanser
1. Oversikt er utvidet med flere referanser.
2. Justering av tekst

Intellektuelt eierskap
1. Nytt avsnitt

Intellektuelt eierskap

UNINETT står ansvarlig for innholdet i dette dokument. Arbeidet er utført som et samarbeidsprosjekt i UH-sektoren. Dokumentet er endelig godkjent etter en åpen høringsperiode på 4 uker.