

A large, stylized map of Norway is the central graphic of the page. It is composed of a grid of squares. The top part of the map is black, the middle part is dark red, and the bottom part is a lighter red. The map is positioned on the left side of the page, with the text and table to its right.

## KRAV TIL STRUKTURERT SPREDENETT

---

UFS nr:	102
Versjon:	3.5
Status:	Godkjent
Dato:	25.01.2013
Arbeidsgruppe:	Fysisk infrastruktur
Ansvarlig:	UNINETT
Kategori:	Anbefaling

# FAGSPESIFIKASJON FRA 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. Klasse E / Kategori 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

# FAGSPESIFIKASJON FRA UNINETT

## Introduksjon

Dokumentet spesifiserer UH-sektorens anbefalte krav til strukturert sprednett, og oppdaterer versjon 2 av dokumentet, datert 22.12.2009. Se kapittel 7 for en endringslogg.

Målgruppe er IT-ledere og IT-driftspersonell i UH-sektoren. Hensikten med dokumentet er å heve kvaliteten på kabelinfrastruktur i sektoren og det forutsettes at dokumentets anbefalinger 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 kompatibilitet
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 – strømliste 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	Skjernet horisontal kabel Shielded Twisted Pair
TIA	Telecommunications Industry Association
UH-sektoren	Universitets- og høyskolesektoren
UTP	Uskjernet horisontal kabel Unshielded Twisted Pair
VoIP	Voice over Internet Protocol

# FAGSPESIFIKASJON FRA UNINETT

## 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 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.

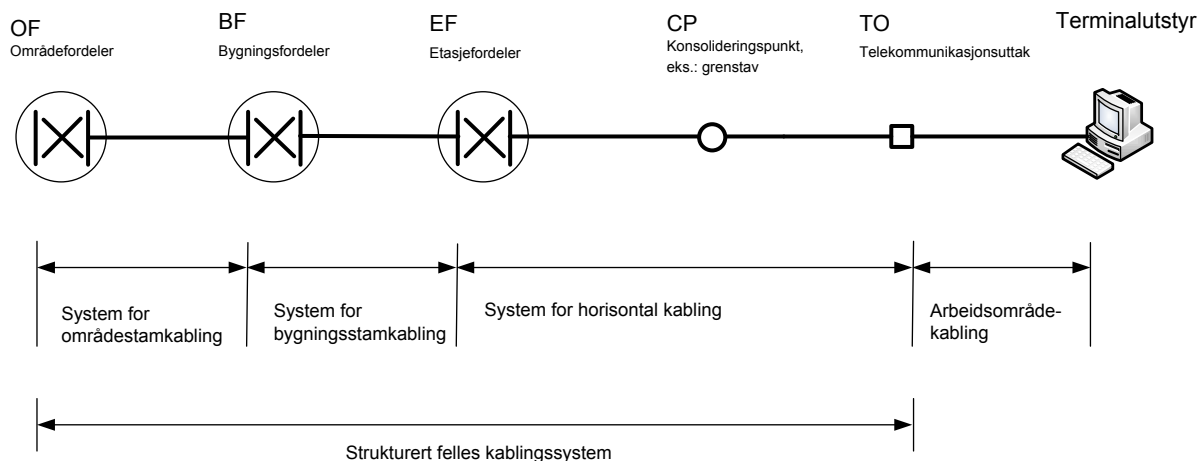
### Kanal:

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.

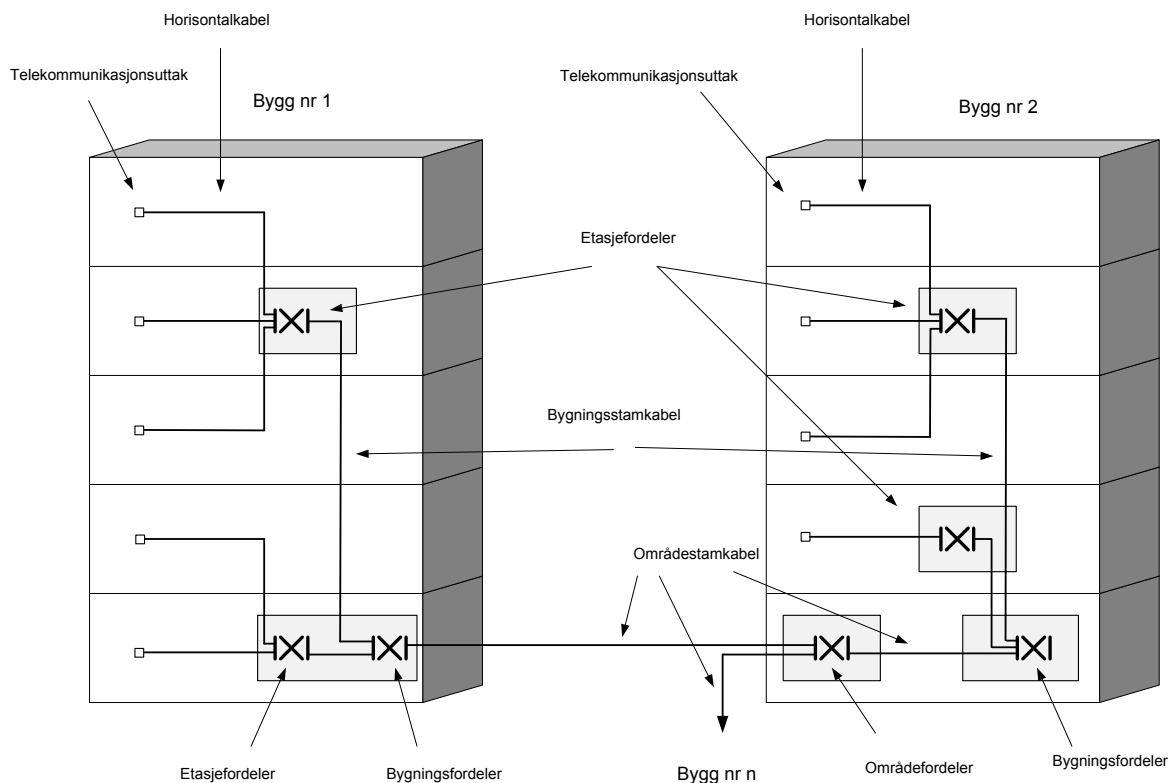
# FAGSPESIFIKASJON FRA UNINETT

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

Etterfølgende figurer viser definisjoner og illustrerer oppbygning av ”strukturet felles kablingsystem”.



Figur 1: Struktur for felles kablingsystem



Figur 2: Eksempel på plassering av funksjonelle elementer

## 2. Felles kablingsystem 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 kablingsystem 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 kablingsystemer
  - a. NEK EN 50173-1:2011 - 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 kommunikasjonsrom, samt krysskoblingssnorer (patchekabler), stige kabler, 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/ulempene gjennomdrøftes. Det er viktig å tilstrebe at valgt materiell vil tilfredsstillende komme 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

# FAGSPESIFIKASJON FRA UNINETT

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 sprednett i henhold til GigaCampus prosjektet (2006 - 2009) er Gigabit Ethernet til sluttbruker/terminal. Dette kravet tilfredsstilles med kabel og koblingsmaterieell i henhold til standardene Klasse D/kat. 5 (Category 5e) eller bedre.

Tabell 1, Sammenstilling av kabelkvaliteter, redegjør for kapasiteter for de ulike kabelstandarder i sprednett inntil 100m 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
Klasse D/kat. 5	Category 5e	100 MHz	1 Gb/s	UTP, STP *)	RJ45
Klasse E/kat. 6	Category 6	250 MHz	1 Gb/s (***)	UTP, STP	RJ45
Klasse E <sub>A</sub> /kat. 6 <sub>A</sub>	Category 6A	500 MHz	10 Gb/s	UTP, STP	RJ45
Klasse F/kat. 7	n/s (**)	600 MHz	10 Gb/s	STP	GG45/TERA/ARJ45
Klasse F <sub>A</sub> **)/kat. 7 <sub>A</sub>	n/s (**)	1000 MHz	40 Gb/s	STP	GG45/TERA/ARJ45

Tabell 1: Sammenstilling av kabelkvaliteter

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

\*\*) ANSI/EIT/TIA 568-C (revidert per 2009) inneholder ikke definisjon av kvaliteter som tilsvarer Klasse F og Klasse F<sub>A</sub>

\*\*\*) Klasse E vil støtte 10 Gb/s inntil minst 55m.

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

Generelt anbefales at alle nye anlegg minimum etableres med horisontal kabel i henhold til Klasse E / Kategori 6, og dersom det ønskes bruk av kabel med høyere ytelse enn Klasse E / Kategori 6, anbefales Klasse E<sub>A</sub> / Kategori 6<sub>A</sub> (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

# FAGSPESIFIKASJON FRA UNINETT

Horisontal parkabel leveres både som skjernet (STP) og uskjernet (UTP). Skjernet 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 skjernet 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 skjernet 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. Standardiseringen av 10 Gbit Ethernet og et ønske om å kunne kjøre 10 Gbit Ethernet over parkabel, har aktualisert spørsmålet om STP bør benyttes i stedet for UTP også i slike miljøer.

Den største begrensningen i forhold til å kunne overføre 10 Gbit Ethernet i en kategori 6<sub>A</sub> sprednettkabel, er forstyrrelser fra nærliggende kabler, såkalt "alien crosstalk" (ANEXT). Ved å bruke skjernet kabel elimineres problemet. Ved bruk av skjernet kabel er det derfor ikke nødvendig å måle ANEXT. For et uskjernet kabelsystem må det måles for å verifisere at ANEXT tilfredsstillende kravene til kategori 6<sub>A</sub>. Det kan bli en svært omfattende, komplisert og tidkrevende prosess å gjennomføre en komplett verifisering for et kablingsystem.

For tilbygg/rehabilitering er ikke nødvendigvis en skjernet løsning å foretrekke. Det kan ofte være dårlige og komplekse jordingsstrukturer som vanskeliggjør/umuliggjør ekvipotensial-utjevning. I verste fall kan en skjernet løsning komme dårligere ut ytelsesmessig enn en uskjernet løsning.

Med bakgrunn i ovennevnte anbefales at det benyttes skjernet horisontal kabel for nybygg, mens det for ombygning/tilbygg må vurderes hva som er formålstjenlig mht. skjerm eller ikke skjerm fra tilfelle til tilfelle.

For å unngå problemer med ulike jordpotensial i ulike bygninger anbefales i størst mulig grad å unngå kopperforbindelser mellom bygningene, dvs. benytte fiberforbindelser mellom bygg i stedet for kopper.

## S/FTP eller U/FTP

Det er en rekke varianter av skjermede varianter, og en måte å klassifisere disse på er basert på om det er en felles skjerm rundt alle parene, og/eller om hvert enkelt par er skjernet. De mest vanlige typene er:

- S/UTP (hvert par er uskjernet, felles flettet skjerm omslutter alle fire par)
- F/UTP (hvert par er uskjernet, felles folieskjerm omslutter alle fire par)
- S/FTP (hvert par er skjernet med folieskjerm, felles flettet skjerm omslutter alle fire par)
- U/FTP (hvert par er skjernet med folieskjerm, ingen ytre skjerm)



# FAGSPESIFIKASJON FRA UNINETT

Alle disse gir beskyttelse mot ANEXT. De to første variantene benytter ikke skjerm på hvert enkelt par. Det gir en dårligere ytelse enn S/FTP og U/FTP i forhold til kravene til kategori 6<sub>A</sub>. For å kunne klare kravene må kabeldiameteren økes, og disse kablene er derfor tykkere enn S/FTP og U/FTP kabler. Det anbefales å velge S/FTP eller U/FTP i stedet for F/UTP eller S/UTP.

S/FTP har ennå bedre ytelse enn U/FTP, og gir en bedre mekanisk beskyttelse enn U/FTP. S/FTP har litt større diameter enn U/FTP, er typisk dyrere, og er litt mer krevende å installere.

Valget bør gjøres ut fra en vurdering av prosjektets økonomi, og om det er spesielle krav til mekanisk beskyttelse som tilsier at man bør velge S/FTP. Ved å be om opsjonspris på det andre alternativet, har man mulighet for å gjøre en økonomisk vurdering.

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 Gbit/s og høyere hastigheter. I nasjonal og internasjonal fagpresse har det blitt understreket at Klasse E<sub>A</sub>/Kategori 6<sub>A</sub>, 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 skjernet kabel. Dette medfører at dersom det skal kables for 10 Gb/s hastigheter og Klasse E<sub>A</sub>/Kategori 6<sub>A</sub>, skal benyttes, bør bruk av skjernet kabel (S/FTP eller U/FTP) nøye vurderes. Videre bør erfaring fra andre installasjoner innhentes.

Klasse F har noe høyere båndbredde enn Klasse E<sub>A</sub>/Kategori 6<sub>A</sub> 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. 6<sub>A</sub> 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 levere 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 medføre 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.

Det kan nevnes at det i diverse utviklingsmiljø og standardiseringskomitéer diskuteres høyere hastigheter enn 10 Gbit/s på kopperkabel. Den mest sannsynlige applikasjonen som man ser for seg p.t., vil være 40Gb Ethernet. Forskjellige scenarier blir diskutert, alt fra kommunikasjon over korte distanser på noen få meter (eks. innenfor et datasenter) til kommunikasjon over vanlig spredettdistanse på 100m. Det arbeides både med løsninger for å implementere dette på eksisterende kabelstandarder (eks. Klasse 7<sub>A</sub>), og løsninger som vil kreve en videre utvikling av kabelstandardene til å håndtere større båndbredde enn 1 MHz.

Det finnes ikke noen klar tidsplan for et utviklingsløp for høyere overføringsrater enn 10 Gbit/s på kopperkabel, og løsninger/behov anses å være så langt fram i tid at dette ikke bør være bringes inn som et element i valg av kabelkvalitet ennå.

## Distribusjon av lyd og bilde over parkabel og fiber over strukturert kabelnett (felles kablingssystem for IKT).

Strukturert kabelnett kan også benyttes for distribusjon av lyd og bilde, både over parkabel og fiber.

Det er tre prinsipielle forskjellige løsningstyper:

- Punkt-til-punkt analog overføring; basisbånd eller modulert overføring
- Punkt-til-punkt digital overføring; bruk av omformere/extendere
- IP-baserte løsninger; svitsjet løsning

Temaet er detaljert beskrevet i UFS 120, "Driftsstøttesystem og overføring av lyd og bilde" og det henvises til det dokumentet for ytterligere informasjon.

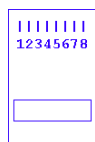
### 2.2.2 Par/pinneallokering for horisontal parkabel

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 T568B.

Figur 3 viser pinnenummerering for RJ45 konnektoren.



RJ45 pinnenummerering, plugg sett ovenfra (strekavlastning opp).

Figur 3: RJ45 pinnenummerering

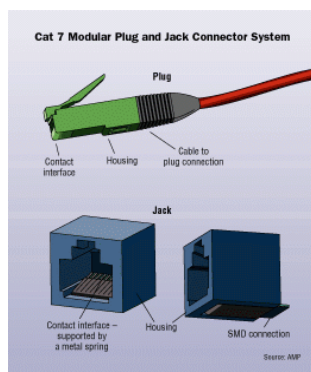
# FAGSPESIFIKASJON FRA UNINETT

Etterfølgende tabell viser pinneallokering i RJ45 for noen utstyrstyper.

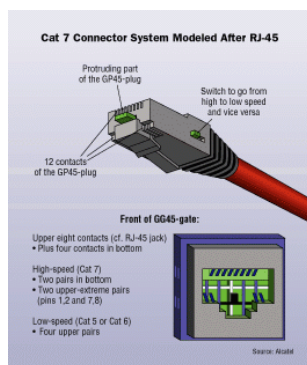
Utstyrstype	Pinneallokering RJ45 uttak							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Analog telefon				B	A			
Digital telefon				B	A			
Telex				B	A			
Modem, oppringt 2-tråd				B	A			
S0 grensesnitt internt (eks.: stige kabler)			U	I	I	U		
Modem, fast 4-tråds			U	I	I	U		
ISDN	P3	P3	U	I	I	U	P2	P2
Digital tlf 4-tråds, alt 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  $\mu\text{m}$  (IEC/EN 60793-2)
2. Multimodus (MM) 50/125  $\mu\text{m}$  (IEC/EN 60793-2, ITU-T G.651)
3. Singelmodus fiber (SM) 9/125  $\mu\text{m}$  (IEC/EN 60793-2, ITU-T G.652)

NEK EN 50173 inndeler MM fiber i kategoriene OM1, OM2, OM3 og OM4, som angir fiberens evne til å transportere båndbredde over avstand (båndbredde x avstand). Tradisjonelt har MM fiber (62,5/125  $\mu\text{m}$ , OM1) og (50/125  $\mu\text{m}$ , 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 laseroptimaliserte MM fiber-løsninger (50/125  $\mu\text{m}$ , OM3 og OM4).

OM4 har en bedre båndbredde\*lengde ytelse enn OM3 ved bølgelengde 850nm. OM4 vil for eksempel kunne være spesielt gunstig for fremtidige 40 og 100 Gbit/s systemer internt i datasenter, og vil i stigenett/stamnett ha noe større rekkevidde enn OM3.

NEK EN 50173 definerer også to kategorier singelmodusfiber, OS1 og OS2. OS2 har lavere demping 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, OM3 og OM4 ved noen definerte Ethernet grensesnitt ved 1 Gb/s, 10 Gb/s, 40 Gb/s og 100 Gb/s:

NEK EN 50173 klassifisering	OS1	OS2	OM1	OM2	OM3/OM4
	SM - 9/125 $\mu\text{m}$	SM - 9/125 $\mu\text{m}$	MM - 62,5/125 $\mu\text{m}$	MM - 50/125 $\mu\text{m}$	MM - 50/125 $\mu\text{m}$
<b>1000BASE-SX</b>					
- 850nm			275 m	550 m	550 m
<b>1000BASE-LX</b>					
- 1300 nm			550 m	550 m	550 m
- 1310 nm	2.000m	5.000m			
<b>10GBASE-SR/SW</b>					
- 850nm			32 m	82 m	300/400 m
<b>10GBASE-LX4</b>					
- 1300 nm			300 m	300 m	300 m
- 1310 nm	2.000 m	10.000 m			
<b>10GBASE-LR/LW</b>					
- 1310 nm	2.000 m	10.000 m			
<b>10GBASE-ER/EW</b>					
- 1550 nm	2.000 m	22.250 m			
<b>40GBASE-LR4</b>					
- 1310 nm	4.700 m	10.000 m			
<b>40GBASE-SR4</b>					
- 850 nm					100/150 m
<b>100GBASE-SR10</b>					

# FAGSPESIFIKASJON FRA UNINETT

- 850nm					100/150 m
<b>100GBASE-LR4</b>					
- 1310 nm	8.300 m	10.000 m			
<b>100GBASE-ER4</b>					
- 1550 nm	16.000 m	40.000 m			

Tabell 4: Minimum maksimal rekkevidde for ulike fibertyper ved 1 og 10 Gigabit Ethernet.

Det gjøres oppmerksom på at for SM fiberkabel er avstander avhengig av valgt fiberoptikk og lengre avstander kan oppnås. Videre er noen av lengdene i tabellen over avhengig at tap i koplingsmateriell ikke overstiger visse grenser. For å få en mer detaljert oversikt henvises til NEK EN 50173-1:2011.

I tilfelle MM fiber skal benyttes for område- bygningsstamkabel, må OM3/OM4 velges. Dette medfører bruk av laser tilsvarende som for SM. Undersøkelser viser at MM OM3 og OM4 er en prismessig dyrere løsning enn SM.

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 – guly, 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

# FAGSPESIFIKASJON FRA UNINETT

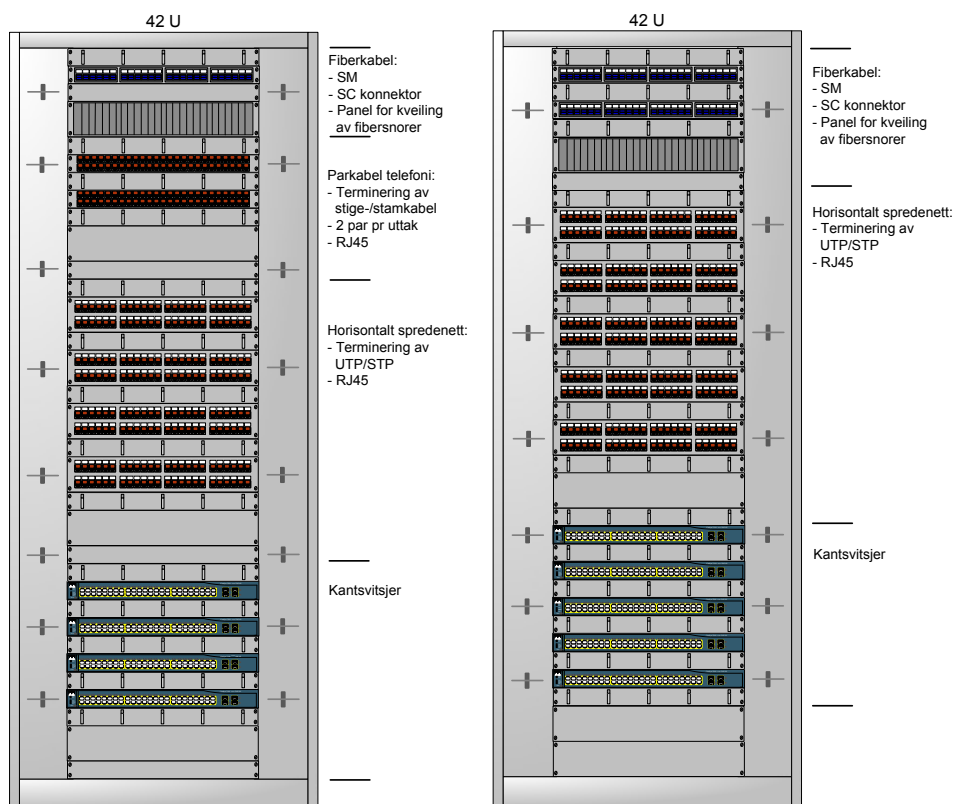
kabel for telefoni i termineringsblokker som kun muliggjør krysskobling frarådes, da dette medfører et mindre fleksibelt og anvendelig spredenett.

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 medføre redusert levetid. Gode rutiner er viktig for å opprettholde god driftsstabilitet/oppetid.

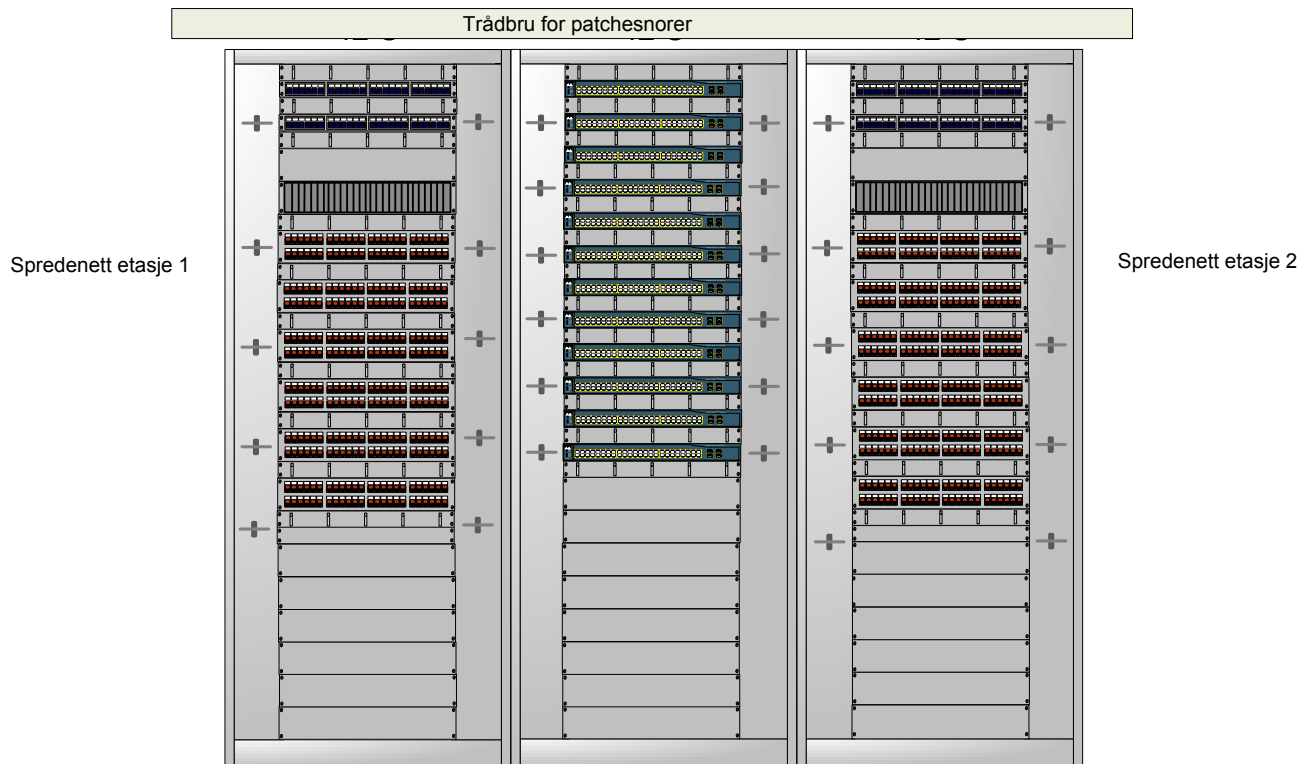
For å kunne oppnå et godt arbeidsmiljø i kommunikasjonsrom og rack anbefales følgende:

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 trådbu 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).
7. Dersom rack plasseres i små nisjer eller små rom uten tilstrekkelig ventilasjon, bør det vurderes å lage slisser i dør inn til rommet, samt evt. vifte for å sørge for luftsirkulasjon.

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. ett spredenettssrack pr etasje

## 2.3 Bygnings-/områdestamkabel

### 2.3.1 Fiberkabel

All bygnings-/områdestamkabel skal være av typen SM (9/125  $\mu\text{m}$ ), 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 patchpaneler av hensyn til betjeningsvennlighet. Pigtaills, fibersnorer og konnektorer skal minimum tilfredsstillende kravene som stilles og/eller refereres i NEK EN 50173.



Figur 7a: SC-PC konnektor



Figur 7b: LC konnektor

Ved kombinasjonen av 10 Gbit/s og høye effekter er det svært viktig at konnektorer og adaptere er rene for smuss. Bruk av støvhetter samt renseutstyr som rensespenn/kassett, vattpinner, sprit etc. anses som svært viktig. Det anbefales at konnektorer og adaptere inspiseres med optisk



# FAGSPESIFIKASJON FRA UNINETT

inspeksjonsinstrument og rengjøres før tilkobling. Urene konnektorer/adapterer (støv, fett, etc.) vil ved høyere effekter kunne medføre ødeleggelse av konektor 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/slutttest (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 koblede 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 sprednettet anbefales å måle ende-til-ende dempning i en retning og ved en bølgelengde. OTDR målinger av sprednettet 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.



# FAGSPESIFIKASJON FRA UNINETT

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 fibre 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 Klasse 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.

# FAGSPESIFIKASJON FRA UNINETT

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 kabelbrubredde 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<sup>2</sup>) 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 lydsetting 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 effekt faktoren "P" fra henholdsvis tabell 4 og 5 i NEK EN 50174-2.

# FAGSPESIFIKASJON FRA UNINETT

Separasjonsavstanden "S" avhenger av hvilken segresjonsklasse kabeltypen tilfredsstill. Det skiller 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.

Segresjonsklasse	Føringsvei benyttet til IT-kablene eller strømkablene			
	Separasjon uten elektromagnetisk barriere	Åpen metall-føringsvei <sup>a)</sup>	Perforert metall-føringsvei <sup>b,c</sup>	Fast metall føringsvei <sup>d</sup>
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
<sup>a)</sup> Skjermytelse 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.				
<sup>b)</sup> Skjermytelse 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 skjermytelsen oppnås også med skjermede strømkabler som ikke møter kravet i note d				
<sup>c)</sup> Den øvre overflaten av installerte kabler i føringsveien skal minimum være 10 mm under toppen av barrieren				
<sup>d)</sup> Skjermytelse 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.

# FAGSPESIFIKASJON FRA UNINETT

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

Type strømkabler <sup>a, b, c</sup>	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-serien 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.

## Ingen separasjon

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 scenarier:

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 tilfredsstillers segresjonsklasse b,c, eller d
  - IT-kablingen tilfredsstillers minimum miljøklasse E<sub>1</sub> 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 Trasé/rør

Etablering av utendørs kabling skal i all hovedsak utføres ved etablering av kanالرør 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 kanالرør 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 kanالرør”. For å bedre utnyttelseskapasiteten i 110 mm rør kan det installeres flerkanals rørbunter i 110 mm rørene. Rørbuntene kan leveres med ulike dimensjoner, 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 utvalg 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 trekkestråd 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 utendørstraséer 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.

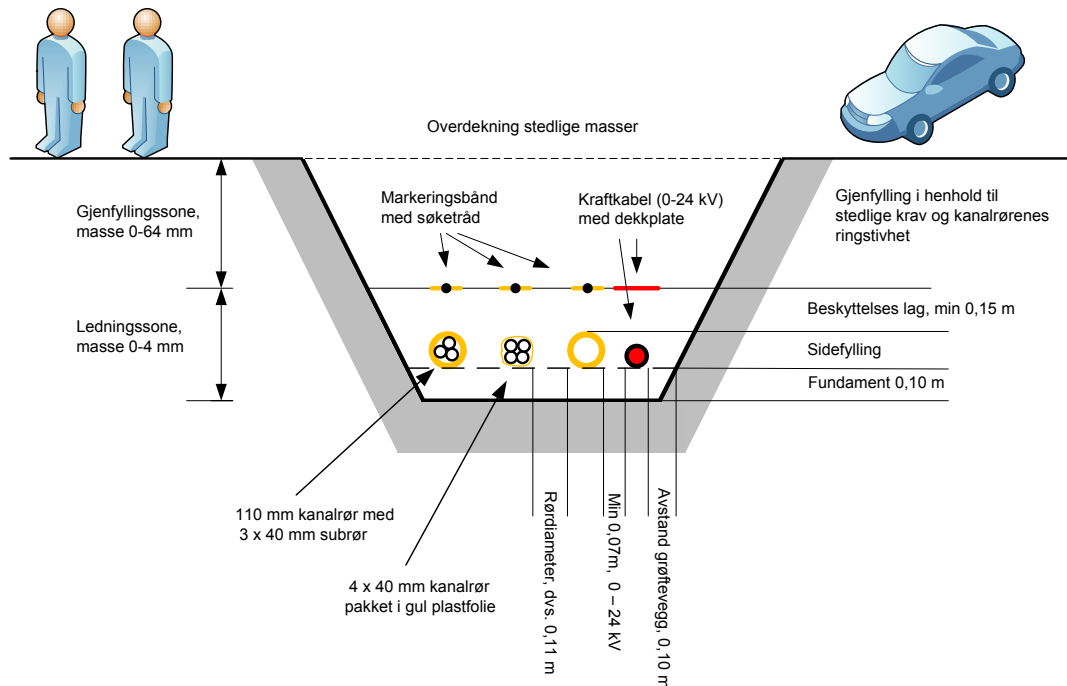
Det finnes standarder for etablering av kabeltraséer i ulike miljøer. Ved henvendelse til Rasjonell elektrisk nettvirksomhet (REN – [www.ren.no](http://www.ren.no)) kan normer/standarder kjøpes, ref. avsnitt 6. Referanser. Videre skal alltid rørprodusentens installasjonsanvisning legges til grunn ved 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 trasé 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 (Broadnet (tidl. BaneTele)) og fjernvarmeselskaper
2. Geomatikk AS: Telekabler tilhørende Telenor og Canal Digital
3. Kommune: Signalkabler, rørledninger (vann, overvann, spillvann, søppelavsug)

# FAGSPESIFIKASJON FRA UNINETT

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.

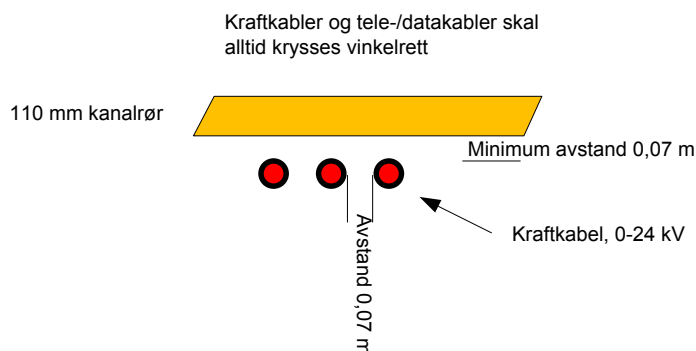
For eksempel i figur 8 gjelder:

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 markeringbånd 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/traséer skal etableres med merkebånd og søketråd (Cu). Søketråd er spesielt viktig i traséer 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

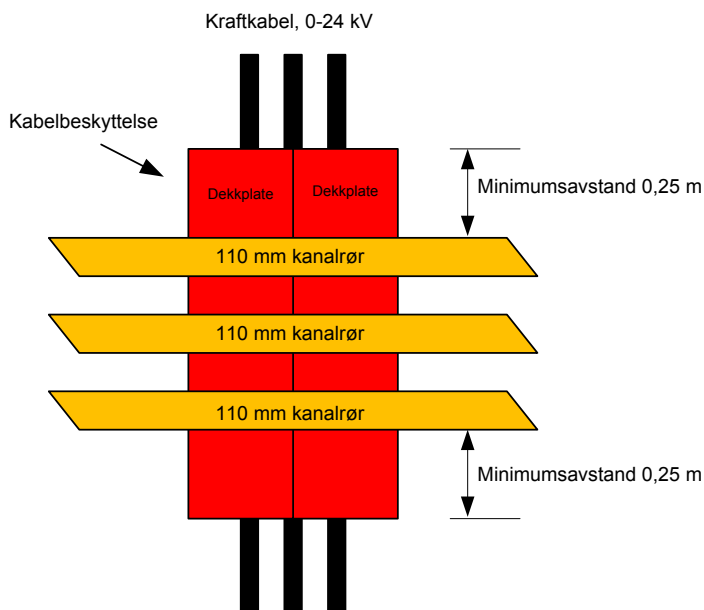
# FAGSPESIFIKASJON FRA UNINETT

- 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 trekkestråd unntatt for anlegg der kabel skal blåses.

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



Figur 9: Trasékryssing, minimum avstand mellom føringer



Figur 10: Trasékryssing, 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 traséen skal etableres i horisontal-/vertikalplanet. Minimum bend/bøyeradius for kanالرør er 3 m. Dersom det må benyttes rør med bend/bøyeradius mindre enn 3 m (eks.: 90 °) 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 spesifisering 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 utsparinger (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. Den er utformet som et rør som typisk er 71 cm langt, (i tillegg kommer bøyn på kablene som skal inn i boksen), og diameteren er 26 cm. Tyco skjøteboksen kombineres ofte med en kveileramme, ref. Figur 11.

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	1+4	42	18	2	48
A8	1+8				
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 anbefales 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. Kabelinntak 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. Skjøten skal etableres maksimalt 2 meter etter kryssing av grunnmur.

Parkabler (Cu) glattskjøtes, dvs. parene skjøtes ved bruk av knivkontakt materiell (Scotch Lock, Picabond, etc.) vulketape og krympestrømpe (kabelprodusentens anbefaling 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.

# FAGSPESIFIKASJON FRA UNINETT

Den håndverksmessige utførelsen har stor betydning for sprednettets 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 rømningsveier (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 sprednett 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 sprednett som har kapasitet/ytelse utover hva som er beskrevet i standarden, skal leverandøren i tillegg til **samsvarserklæring** også utferdige **systemgaranti**. Det er viktig å legge merket til at systemgaranti vanligvis er en ytelse som inngår fra kabelleverandøren, og medfører i derfor ikke en ekstra kostnad. For at systemgarantien skal gjelde krever som regel leverandør/produsent at kablingen er utført av installatører som har godkjent opplæring på installasjon av deres kabel. Det er derfor viktig å stille krav til at utførende entreprenør har personell med nødvendig opplæring/sertifisering til at man kan få utstedt den ønskede garantien.

Det er svært viktig at alle utendørs kabler/traséer er posisjonsbestemt (GPS) og tegnet inn på 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 ytelse som ikke er standard.

# FAGSPESIFIKASJON FRA UNINETT

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.

Det anbefales spesielt å gå inn på nettsidene til Statsbygg, <http://www.statsbygg.no/dokumenter/tfm>, og lese mer om systemet, Nettsiden inneholder både tekst og eksempler på bruk av systemet

Det finnes en god del eksempler på merkesystemer tilgjengelig på nettet som er basert på Statsbyggs prosjekteringsanvisning PA 0802 Tverrfaglig merkesystem (TFM), med nødvendig tilpasning til virksomhetens krav, ønsker og behov. For eksempel:

- UiO
- Oslo kommune

Merking av kablingssystemer bør være så enkelt utført at alle som er autoriserte installatører kan utføre oppdrag ved installasjon og forandringer, samt vedlikehold i slike nett på en enkel og rasjonell måte.

## 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 Klasse E, Klasse E<sub>A</sub>, Klasse F og Klasse F<sub>A</sub>, 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 aksesspunkt (Access Point) for trådløst datanett (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 trådløststandard IEEE 802.11n krever minimum kabling i henhold til Klasse E.

## 6. Referanser

# FAGSPESIFIKASJON FRA UNINETT

Ekomloven, Samferdselsdepartementet

1. Lov 2003-07-04 nr 83: Lov om elektronisk kommunikasjon (ekomloven),  
<http://www.lovdatab.no/all/hl-20030704-083.html>
2. FOR 2004-02-16 nr 401: Forskrift om elektronisk kommunikasjonsnett og elektronisk kommunikasjonstjeneste (ekomforskriften).  
<http://www.lovdatab.no/cgi-wif/ldles?doc=/sf/sf/sf-20040216-0401.html>
3. Veiledning Private ekomnett,  
[http://www.npt.no/iKnowBase/Content/49078/veiledning\\_private\\_ekomnett290107.pdf](http://www.npt.no/iKnowBase/Content/49078/veiledning_private_ekomnett290107.pdf)

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

1. NEK EN 50173-1:2011 - 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 utjammingsforbindelser 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:

Grøftetraséer:

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](http://www.statsbygg.no/dokumenter/prosjekteringsanvisninger/0GenerellePA/PA0802_TFM/TFM_Start.pdf)

## 7. Endringer

Denne versjonen inneholder følgende endringer i forhold til versjon datert 22.12.2009.

Generelt er det gjennomført en språklig-/tekstlig justering.

# FAGSPESIFIKASJON FRA UNINETT

## Introduksjon

1. Oppdatering av dato

## 2. Felles kablingssystem for informasjonsteknologi og standardisering

1. Oppdateringer pga. nye standardrevisjoner

### 2.2 Horisontal kabling

Tekstredigering i tabell

#### 2.2.1 STP vs. UTP

1. Justering av tekst. Mer utfyllende informasjon som grunnlag for valg av kabeltype
2. Nytt avsnitt om 40Gbit/s
3. Nytt avsnitt som nevner bruk av strukturert kabelnett for distribusjon av lyd- og bilde

#### 2.2.4 Terminering

Nytt punkt (nr. 7) i punktmerket liste som poengterer tiltak ved plassering av rack i små rom/nisjer.

#### 2.6.1 Trasé/rør

Korreksjon av figurnummer ved ref. til figur 8.

#### 2.6.3 Skjøtebokser

Henvisning til figur 11 ved omtale av Tyco skjøteboks, samt bruk av kveileramme.

#### 2.6.5 Kabelinnføring i bygg

Spesifisere avstandskrav innenfor grunnmur for omskjøting av kabel som ikke er beregnet for innendørsbruk.

## 4. Dokumentasjon og merking

Henvisning til relevante referanser/nettsteder for mer informasjon om eksempler på relevante merkesystemer

Flere detaljer om systemgaranti. Ytelsen er ofte inkludert fra leverandør, og skal i så fall ikke betales ekstra for.

## 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.

Ved spørsmål omkring denne eller andre UFSer – kontakt [campus@uninett.no](mailto:campus@uninett.no)  
Andre UFSer er tilgjengelige på [www.uninett.no/ufs](http://www.uninett.no/ufs)