

# Fællesantenneanlæg

## Vejledende tekniske retningslinier

Fagligt netværk  
For infrastruktur til bredbånd  
Maj 2018

Revision af de af det daværende Telestyrelsen i december 1998 udgivne Vejledende tekniske retningslinier, som senere blev revideret til AFO-Aftalen for fællesantenneområdet

**Ajourføring maj 2018**

Version 11.1: Fodnote 2 i bilag 5 uddybet.

Versionsnr. opdateret til version 11.0

Revisionshistorik til og med version 10.1 flyttet til Bilag 9

**Indholdsfortegnelse**

Side

|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
| <b>1.</b> | <b>Indledning .....</b>  | <b>5</b>  |
| <b>2.</b> | <b>CENELEC-standarder for fællesantenneanlæg .....</b>   | <b>7</b>  |
| 2.1       | Indledning .....   | 7         |
| 2.2       | EN 60728-1 Systemegenskaber for fremføringsveje .....  | 7         |
| 2.3       | EN 60728-101 Systemegenskaber for fremføringsveje med udelukkende digital kanalbelastning .....                              | 8         |
| 2.4       | EN 60728-2 Elektromagnetiske kompatibilitet for udstyr .....   | 8         |
| 2.5       | EN 60728-3 Aktivt bredbåndsudstyr til kabelnetværk .....   | 8         |
| 2.6       | EN 60728-4 Passivt bredbåndsudstyr til koaksiale kabelfordelingsnet .....  | 8         |
| 2.7       | EN 60728-5 Hovedstationsudstyr .....   | 9         |
| 2.8       | EN 60728-6 Optisk udstyr .....   | 9         |
| 2.9       | EN 50083-8 Kabelnets elektromagnetiske kompatibilitet .....  | 9         |
| 2.10      | EN 50083-9 Grænseflader for CATV/SMATV hovedstationer og lignende professionelt udstyr for DVB / MPEG transportstrømme ..... | 9         |
| 2.11      | EN 60728-10 Systemegenskaber for returveje .....   | 10        |
| 2.12      | EN 60728-11 Sikkerhed.....   | 10        |
| 2.13      | EN 60728-12 Systemers elektromagnetiske kompatibilitet.....  | 10        |
| 2.14      | EN 50117-1 Generisk specifikation.....   | 10        |
| 2.15      | EN 50117-2-1 (Sectional specification for indoor drop cables) .....  | 11        |
| 2.16      | EN 50117-2-2 (Sectional specification for outdoor drop cables) .....   | 11        |
| 2.17      | EN 50117-2-3 (Sectional specification for distribution and trunk cables).....  | 11        |
| 2.18      | EN 50117-2-4. (Sectional specification for indoor drop cables for systems operating at 5 MHz – 3000 MHz).....                | 11        |
| 2.19      | EN 50117-2-5. (Sectional specification for outdoor drop cables for systems operating at 5 MHz – 3000 MHz).....               | 11        |
| 2.20      | DS/EN 60793 og 60794 Lyslederkabler .....  | 11        |
| <b>3.</b> | <b>Installationer .....</b>  | <b>12</b> |
| 3.1       | Indledning .....   | 12        |
| 3.2       | Antennemaster .....  | 12        |
| 3.3       | Modtageantenner.....   | 12        |
| 3.4       | Nedføringskabel.....   | 13        |
| 3.5       | Hovedforstærkerinstallation.....   | 13        |
| 3.6       | Antenneskabe.....  | 14        |
| 3.7       | Lyslederkabler og optisk udstyr.....   | 14        |
| 3.8       | Koaksialkabel.....   | 17        |
| 3.9       | Stikledningsinstallation.....  | 19        |
| 3.10      | Vejledning for husinstallationer.....  | 21        |
| 3.11      | IP klasser.....  | 21        |
| 3.12      | Ekstra beskyttelse af kabler .....   | 21        |
| 3.13      | Beskyttelseskrav ved 230V installationer .....   | 22        |
| 3.14      | Udligningsforbindelser .....   | 23        |
| 3.15      | Overspændingsbeskyttelse .....   | 25        |
| 3.16      | Anvendelse af returveje .....  | 26        |
| 3.17      | Overvågningsudstyr .....   | 26        |
| <b>4.</b> | <b>Teknisk dokumentation for fællesantenneanlæg.....</b>   | <b>27</b> |
| <b>5.</b> | <b>Systemværdiberegninger .....</b>  | <b>29</b> |
| <b>6.</b> | <b>Antenneskabe m.v.....</b>   | <b>30</b> |
| 6.1       | Indledning .....   | 30        |
| 6.2       | Generelle krav til antenneskabe m.v. ....  | 30        |
| 6.3       | Prøvningsforskrifter .....   | 32        |
| 6.4       | Fugtspærre .....   | 33        |
| 6.5       | Varmeeffekt .....  | 34        |
| 6.6       | Mærkning.....  | 34        |

|          |   |    |
|----------|---|----|
| Bilag 1  | Frekvensforhold i fællesantenneanlæg.....   | 35 |
| Bilag 1a | Kanal- og frekvensplan for fællesantenneanlæg (Vejledende) .....                            | 37 |
| Bilag 1b | Oversigt over frekvensbånd, tv-kanalnumre og frekvenser .....                               | 38 |
| Bilag 2  | Eksempler på opbygning af fællesantenneanlæg .....  | 41 |
| Bilag 3  | Eksempel på beregningsmetoder for systemværdier .....                                       | 47 |
| Bilag 4  | Minimumskrav til signal- og systemværdier m.v. i afleveringspunkt for TV og FM signaler ... | 62 |
| Bilag 5  | Minimumskrav til anlæg, der overfører DOCSIS signaler op til og med DOCSIS 3.0 .....        | 65 |
| Bilag 6  | Minimumskrav til anlæg, der overfører DOCSIS 3.1 signaler .....                             | 67 |
| Bilag 7  | IP skala.....   | 69 |
| Bilag 8  | Eksempler på beregningsmetoder for lysledernet .....  | 70 |
| Bilag 9  | Aktivering af Nabolands undertekster (i det følgende NBU) .....                             | 78 |
| Bilag 10 | Dokument revisionshistorik frem til og med version 10.1.....                                | 80 |

## 1. Indledning

Nærværende Vejledende tekniske retningslinier for fællesantenneanlæg er Fagligt Netværk for infrastruktur til bredbånd videreførelse og ajourføring af AFO's videreførelse af de af det daværende Telestyrelsen i samarbejde med fællesantennebranchen udarbejdede retningslinier.

De Vejledende tekniske retningslinier bygger i hovedtræk på de fælleseuropæiske standarder, som CENELEC har fastlagt på fællesantenneområdet.

De Vejledende tekniske retningslinier for fællesantenneanlæg er først og fremmest tænkt som en hjælp til anlægsejere i forbindelse med fastlæggelse af et teknisk aftalegrundlag ved etablering af et fællesantenneanlæg eller ved ombygning af et eksisterende anlæg. Anlægsejere kan således ved indgåelse af kontrakt med en installatør aftale, at anlægget skal udføres i overensstemmelse med de vejledende tekniske retningslinier, hvilket indebærer:

- at de tekniske standarder skal følges
- at installationskravene, jf. afsnit 3, skal overholdes
- at kravene til dokumentation, jf. afsnit 4, skal overholdes
- at kravene til antenneskabe, jf. afsnit 6, skal overholdes

Som udgangspunkt er det frivilligt, om man vil stille krav om at Vejledningen skal følges, men hvis anlægsejeren har tiltrådt den tidligere "Aftalen for fællesantenneområdet", har han forpligtet sig til ved indgåelse af kontrakt eller aftale, mindst at kræve Vejledningens krav overholdt, og at kræve, at der anvendes komponenter, der overholder CE kravene, og med dokumenterede egenskaber.

CENELEC-standardEN EN 60728-1 fastlægger systemkrav til det samlede fællesantenneanlæg og er som udgangspunkt baseret på et kvalitetsniveau for det samlede anlæg svarende til niveau 4 i CCIR anbefaling 500, dvs. næst højeste niveau på en skala fra 1-5 (ITU-R BT.500-13, tabel 3).

Medmindre yderligere krav er aftalt i kontrakten vil kvalitetsniveauet for anlæg, der lever op til denne Vejledning, derfor svare til CCIR niveau 4. Det er måske ikke altid muligt at leve op til CCIR anbefaling 500 niveau 4 ved ombygning og udvidelse af fællesantenneanlæg, der helt eller delvist er etableret efter andre standarder end CENELEC 60728-1.

Dokumentation for, at det færdige fællesantenneanlæg opfylder de stillede krav til systemværdierne (C/N, IMA og signalspændingsvariationer) tilvejebringes, jf. CENELEC-standardEN EN 60728-1 ved målinger på det færdige fællesantenneanlæg. Anlægsejer og installatør kan dog aftale, at denne dokumentation helt eller delvis tilvejebringes ved beregning, jf. afsnit 5.

I forbindelse med indhentning af tilbud skal anlægsejeren være opmærksom på, at eventuelle fremtidige krav til udbygning af anlægget kan have indflydelse på de minimumskrav, der skal stilles til kvalitetsniveauet for dele af anlægget eller hele anlægget. Hvis anlægsejeren ønsker sikkerhed for, at anlægget på et senere tidspunkt umiddelbart kan udbygges til f.eks. et givet større geografisk område eller kanalantal, bør dette derfor specificeres i kontrakten med leverandøren.

Fællesantenneanlæg bør dimensioneres til at kunne overføre 138 SC-QAM kanaler à 8 MHz i hele frekvensområdet fra 5 MHz til 1218 MHz (evt. 1794 MHz).

Fællesantenneanlæg er omfattet af EMC lovgivningen. EMC loven stiller krav om, at et fællesantenneanlæg skal være konstrueret således, at det kan tåle de påvirkninger fra radiosendere, som kan forventes under normale omstændigheder, og således at fællesantenneanlæggets funktion ikke forringes i uacceptabel grad. Fællesantenneanlæg har ikke krav på beskyttelse mod forstyrrelser fra lovlig brug af radio. Yderligere informationer findes på Erhvervsstyrelsens hjemmeside. Omvendt skal fællesantenneanlægget konstrueres således, at det ikke forstyrrer andre tjeneste, f.eks.

mobiltelefoni og -bredbånd i 700-900 MHz båndet.

Efterfølgende findes en kort beskrivelse af de enkelte afsnit i Vejledningen.

### **Afsnit 2 CENELEC-standarder for fællesantenneanlæg**

Standardiseringsorganisationen CENELEC har udarbejdet fælleseuropæiske standarder for fællesantenneanlæg og koaksialkabler. I dette afsnit er de enkelte standarder oplistet og deres anvendelsesområder kort beskrevet. CENELEC-standarderne er indført som dansk standard.

### **Afsnit 3 Installationer**

Dette afsnit er baseret på Telestyrelsens tidligere gældende forskrifter for installationsarbejde i forbindelse med fællesantenneanlæg. Forskrifterne omhandler bl.a. antennemaster, modtageantenner, hovedforstærker og kabelføring og beskriver således, hvordan anlægsarbejde i forbindelse med fællesantenneanlæg hensigtsmæssigt kan udføres.

### **Afsnit 4 Teknisk dokumentation for fællesantenneanlæg**

Dette afsnit indeholder en beskrivelse af, hvad den tekniske dokumentation for et fællesantenneanlæg som minimum bør indeholde, herunder blokskema for hovedstationen, oversigtskort over signalveje i anlægget og oplysning om typebetegnelser på det materiel, der indgår i anlægget.

### **Afsnit 5 Systemværdiberegninger**

Dette afsnit indeholder en metode til beregning af systemværdierne C/N, IMA og signalspændingsvariationer.

### **Afsnit 6 Antenneskabe m.v.**

Dette afsnit indeholder krav til antenneskabe.

## 2. CENELEC-standarder for fællesantenneanlæg

### 2.1 Indledning

Standardiseringsorganisationen CENELEC har udarbejdet en række standarder for kabelfordelingsanlæg for tv-signaler, lydsignaler og interaktive tjenester (fællesantenneanlæg):

- EN 50083/EN 60728 serien for kabelfordelingsanlæg til fjernsyns- og lydsignaler
- EN 50117 serien for koaksialkabler til brug i kabelfordelingsanlæg
- EN 60793 serien for lyslederkabler, primært målemetoder og prøvningsprocedurer
- EN 60794 serien for lyslederkabler, primært produktspecifikationer

Der fremkommer løbende opdateringer og “amendments” (tillæg) til de enkelte standarder indenfor en standardserie.

Standarderne dækker alle fællesantenneanlæg så som:

- CATV (Community Antenna Television, dvs. kabel-tv anlæg)
- MATV (Master Antenna Television, dvs. fællesantenneanlæg)
- SMATV (Satellite Master Antenna Television, dvs. fællesantenneanlæg der kan modtage fra satellitter)
- individuelle modtageanlæg
- alle slags udstyr, som er installeret i sådanne systemer

Standarderne dækker fællesantenneanlæg fra antennerne, specielle signalkildeindgange til hovedstationen eller andre interfacepunkter til systemet og til tilslutningsdåser eller terminalindgange, hvis der ikke er tilslutningsdåser.

Abonnentudstyr (tv-modtager, set-top-box, osv.) er ikke omfattet af disse standarder.

CENELEC-standarderne, som er omtalt i dette kapitel, kan købes hos Dansk Standard, Kollegievej 6, 2920 Charlottenlund.

CENELEC-standarderne udgives på engelsk, tysk og fransk.

Såfremt anlægsejeren ønsker, at anlægget skal projekteres og udføres i overensstemmelse med CENELEC indebærer det, at kravene i følgende standarder skal overholdes.

### 2.2 EN 60728-1 Systemegenskaber for fremføringsveje

Standarden omfatter alle fællesantenneanlæg samt individuelle antenneanlæg, som har en koaksial kabeludgang og som primært er beregnet for fjernsyns- og lydsignaler i frekvensområdet 30 MHz - 3000 MHz.

Standarden beskriver målemetoder, der anvendes ved vurdering af anlæggenes ydeevne.

Alle krav refererer til grænseværdier, som skal overholdes mellem indgangene til anlægget og tilslutningsdåserne, når alle afslutninger er korrekte. I tilfælde, hvor der ingen tilslutningsdåse er, gælder kravene ved udgangen af stikledningen.

Alle kravspecifikationer forudsættes **målt** mellem indgangene til hovedstationen og enhver tilslutningsdåse, med mindre andet er aftalt.

### 2.3 EN 60728-101 Systemegenskaber for fremføringsveje med udelukkende digital kanalbelastning

Standarden omfatter alle fællesantenneanlæg samt individuelle antenneanlæg, som har en koaksial kabeludgang og som er beregnet for udelukkende digitale fjernsyns- og lydsignaler i frekvensområdet 30 MHz - 3000 MHz.

Standarden beskriver målemetoder, der anvendes ved vurdering af anlæggenes ydeevne.

Alle krav refererer til grænseværdier, som skal overholdes mellem indgangene til anlægget og tilslutningsdåserne, når alle afslutninger er korrekte. I tilfælde, hvor der ingen tilslutningsdåse er, gælder kravene ved udgangen af stikledningen.

Alle kravspecifikationer forudsættes **målt** mellem indgangene til hovedstationen og enhver tilslutningsdåse, med mindre andet er aftalt.

### 2.4 EN 60728-2 Elektromagnetiske kompatibilitet for udstyr

Denne standard omhandler udstrålingsforhold og immunitet for elektromagnetiske forstyrrelser vedr. aktivt og passivt udstyr, der anvendes i fællesantenneanlæg og i individuelle modtageanlæg. Standarden gælder for alt udstyr, der er standardiseret i EN 50083 og EN 60728 serien, og specificerer kravene til maksimum udstråling, minimum immunitet og skærmdæmpning. Endvidere beskrives afprøvningsmetoder.

Følgende frekvensområder er dækket af standarden:

- Forstyrrelsesspændinger i netledninger: 9 kHz - 30 MHz
- Udstråling fra aktivt udstyr: 5 MHz - 25 GHz
- Immunitet for aktivt udstyr: 150 kHz - 3 GHz
- Skærmdæmpning for passivt udstyr: 5 MHz - 3 GHz

Udover kravene til udstyrets elektromagnetiske kompatibilitet fastsætter EN 60728-12 EMC krav til hele kabel-tv netværket.

### 2.5 EN 60728-3 Aktivt bredbåndsudstyr til kabelnetværk

Denne standard omfatter bredbåndsforstærkere. Den dækker frekvensområdet 5 MHz til 3000 MHz og specificerer målemetoder samt minimumskrav til visse parametre.

Forstærkerne er delt i to kvalitetsniveauer:

Niveau 1: Forstærkere, som typisk er beregnet til kaskadekobling.

Niveau 2: Forstærkere som typisk anvendes i en beboelsesejendom eller i en enkelt beboelse for at signalforsyne nogle få abonnenter.

Alle krav og oplyste data er garanterede værdier indenfor det specificerede frekvensområde.

### 2.6 EN 60728-4 Passivt bredbåndsudstyr til koaksiale kabelfordelingsnet

Denne standard omhandler passivt koaksialt bredbåndsudstyr så som modtagertilslutningsledninger, tilslutningsdåser, signalfordelere, stikledningsfordelere, passive komponenter med en eller to porte, herunder filtre, dæmpeled, modforvrængere, galvaniske isolatorer, strømslugere, kabelsamlinger, afslutningsmodstande og overføringspunkter. Koaksialkabler er ikke omfattet af standarden.



Standarden dækker frekvensområdet fra 5 MHz til 3000 MHz og beskriver krav samt målemetoder til visse parametre. Endvidere beskrives hvilke data der skal oplyses for udstyret. Alle krav samt oplyste data skal forstås som garanterede værdier inden for det specificerede frekvensområde. Udstyret er delt i følgende kvalitetsniveauer:

- Tre kvalitetsniveauer for refleksionsdæmpning for signalfordelere og stikledningsfordelere og øvrige passive enheder.
- Et kvalitetsniveau for tilslutningsdåser.

## **2.7 EN 60728-5 Hovedstationsudstyr**

Denne standard specificerer krav til udstyr, der anvendes i hovedstationer (bortset fra satellit udendørs-enheder og bortset fra de bredbåndsforstærkere i hovedstationen, som er beskrevet i EN 60728-3) og dækker frekvensområdet fra 5 MHz til 3000 MHz. Den specificerer krav til visse signalparametre samt beskriver målemetoder. Endvidere beskrives hvilke parametre, der bør være oplysningskrav for.

Hovedstationerne er inddelt i følgende tre kvalitetsniveauer:

Niveau 1: Central hovedstation.

Niveau 2: Underordnet hovedstation.

Niveau 3: MATV eller SMATV eller hovedstation til et individuelt antenneanlæg.

CMTS'er og udstyr til kryptering og dekryptering er ikke omfattet af standarden. Hvis sådant udstyr bruges i hovedstationer, skal de relevante parametre for HF-, video-, audio- og datainterface være overholdt.

## **2.8 EN 60728-6 Optisk udstyr**

Denne standard omfatter optisk udstyr til fællesantenneanlæg så som optiske sendere, modtagere, forstærkere, fordelere, retningskoblere, isolatorer, multipleksere, konnektorer og samlinger. Der er angivet målemetoder og krav til visse parametre. Standarden dækker frekvensområdet 5 MHz til 3000 MHz. Den øvre grænse på 3000 MHz er ikke en entydig værdi. Det frekvensområde, som udstyret dækker skal specificeres.

Alle krav og oplyste data svarer til minimums ydeevne indenfor de specificerede frekvensområder.

## **2.9 EN 50083-8 Kabelnets elektromagnetiske kompatibilitet**

Denne EMC-standard for installationer gælder for fællesantenneanlæg og for individuelle modtageanlæg. Den specificerer, hvor meget den maksimale udstråling må være fra et anlæg, samt specificerer immunitetskravene. Den beskriver endvidere målemetoder for måling af udstråling fra anlæg. Standarden dækker frekvensområdet 0,3 MHz - 3000 MHz.

Udstyret, der anvendes i anlæggene, skal overholde kravene i standarden EN 60728-2. Koaksialkabler skal overholde kravene i standard serien EN 50117. Standarden forudsætter, at udstyr og kabler er installeret efter fabrikantens anvisninger.

## **2.10 EN 50083-9 Grænseflader for CATV/SMATV hovedstationer og lignende professionelt udstyr for DVB / MPEG transportstrømme**

Standarden beskriver fysiske grænsesnit for sammenkobling af signalbehandlingsudstyr for professionelt CATV/SMATV hovedstationsudstyr eller lignende systemer så som up-link stationer.

Standarden specificerer især overførsel af MPEG datasignaler mellem enheder med forskellige signalbehandlingsfunktioner.

RF-grænsesnit samt grænsesnit til telefonnet er ikke dækket af standarden.

### **2.11 EN 60728-10 Systemegenskaber for returveje**

Denne standard omhandler den transparente returvej mellem 5 MHz og 65 MHz eller dele deraf. Højere frekvenser kan anvendes i lyslederbaserede fordelingsanlæg

En aktiv returvej fører typisk kun retursignaler. En passiv returvej kan bruges til signaler både retur og fremad.

Standarden fastsætter grundlæggende målemetoder for signaler, som typisk bruges i kabelnets returvej, for at vurdere signalernes ydeevne og deres ydeevne-grænser.

Alle krav referer til ydeevne-grænser, som skal opnås mellem returvejs-systemets referencepunkter.

### **2.12 EN 60728-11 Sikkerhed**

Denne standard omhandler sikkerhedskravene, som anvendes ved fast installerede fællesantenne-systemer og udstyr. Hensigten med standarden er at tilvejebringe sikkerhed for anlægget, for personale som arbejder på det, for abonnenter og abonnentudstyr. Standarden omhandler kun sikkerhedsaspekter og har ikke til hensigt at definere en standard for beskyttelse af udstyr, som bruges i systemet.

Ud over de i standarden beskrevne krav kan der være supplerende krav, eksempelvis i forbindelse med:

- kraftfordelingsanlæg (i jorden eller luften)
- fordelingsanlæg for andre kommunikationstjenester
- vandfordelingsanlæg
- gasfordelingsanlæg
- lynbeskyttelsesplanlægning

Standarden er gyldig for alle dele fra modtageantenne til anlæggets udgange (indgange til abonnentudstyr). Standarden dækker ikke abonnentudstyr.

### **2.13 EN 60728-12 Systemers elektromagnetiske kompatibilitet**

Denne standard omhandler kravene til udstråling fra kabel-tv netværk og til kabel-tv netværkets immunitet overfor elektromagnetiske forstyrrelse i frekvensområdet 0,15 MHz til 3,5 GHz.

Standarden fastsætter målemetoderne og EMC kravene til kabel-tv netværk i drift.

EMC kravene til kabel-tv netværkets udstyr er fastsat i EN 60728-2.

### **2.14 EN 50117-1 Generisk specifikation**

Standarden gælder for koaksialkabler med den karakteristiske impedans 75 ohm. Det er en generel standard, som specificerer generelle krav til materialer og konstruktioner, mærkning m.v. for kabler samt afprøvningsmetoder for mekaniske, termiske og elektriske parametre.

- 2.15 EN 50117-2-1 (Sectional specification for indoor drop cables)**
- 2.16 EN 50117-2-2 (Sectional specification for outdoor drop cables)**
- 2.17 EN 50117-2-3 (Sectional specification for distribution and trunk cables)**

Disse standarder indeholder specifikationer for stikledninger, distributions- og hovedkabler og gælder for frekvensområdet 5 MHz til 1000 MHz. De skal anvendes i forbindelse med den generiske standard EN 50117-1.

Standarderne indeholder specifikationer for hver kabeltype såsom dimensioner, skærmdæmpning, mærkning, refleksionsdæmpning, bøjningsradius m.v.

- 2.18 EN 50117-2-4. (Sectional specification for indoor drop cables for systems operating at 5 MHz – 3000 MHz)**
- 2.19 EN 50117-2-5. (Sectional specification for outdoor drop cables for systems operating at 5 MHz – 3000 MHz)**

Standarderne indeholder specifikationer for stikledninger til satellitmodtagelse. Der er angivet specifikationer for dimensioner, skærmdæmpning, mærkning, refleksionsdæmpning, bøjningsradius m.v. og gælder for frekvensområdet 5 MHz til 3000 MHz. De skal anvendes i forbindelse med den generiske standard EN 50117-1.

## **2.20 DS/EN 60793 og 60794 Lyslederkabler**

Disse serier indeholder over 80 forskellige standarder, som løbende revideres. Det vil derfor være for omfattende at omtale alle standarder i nærværende Vejledning.

De mest relevante standarder for fællesantenneanlæg er:

- DS/EN 60793-2: Produktspecifikationer - Generelt
- DS/EN 60793-2-50: Produktspecifikationer - Sektionsspecifikation for singlemode-fibre klasse B
- DS/EN 60793-2-60: Produktspecifikationer - Sektionsspecifikation for kategori C-singlemode-fibre til indbyrdes forbindelser
- DS/EN 60794-1-1: Generisk specifikation - Generelt
- DS/EN 60794-2: Sektionsspecifikation - Indendørs kabler
- DS/EN 60794-3: Sektionsspecifikation - Kabler til udendørs brug
- DS/EN 60794-3-10: Udendørs kabler - Familiespecifikation for optiske telekommunikationskabler til kabelbakker, direkte nedgravede rør og løst ophængte luftkabler
- DS/EN 60794-3-12: Udendørs kabler - Detailspecifikation for optiske telekommunikationskabler til nedgravede rør og direkte nedgravning til brug i områdekabling
- DS/EN 60794-5: Sektionsspecifikation - Mikrokanalkabling til installation ved indblæsning

## **3. Installationer**

### **3.1 Indledning**

Dette afsnit er udarbejdet på baggrund af de hidtidige tekniske bestemmelser for installation af fællesantenneanlæg og indeholder forskrifter for, hvordan installationsarbejdet mest hensigtsmæssigt kan udføres. Såfremt køber ønsker, at anlægget skal projekteres og udføres i overensstemmelse med denne Vejledning, indebærer det, at kapitel 3 skal overholdes.

Opmærksomheden henledes på, at reglerne i denne Vejledning skal respektere relevante bestemmelser så som love, bekendtgørelser, byggemyndighedernes bestemmelser, servitutter osv., ligesom der skal tages hensyn til privat ejendomsret.

#### **3.1.1 Adgangsforhold**

Anlæg skal opbygges således at der er let, sikker og uhindret adgang for servicepersonale til at udføre vedligeholdelsesarbejde, ubedre fejl i anlægget og i forbindelse andet arbejde. Der henvises til Arbejdstilsynets bekendtgørelse nr. 559 om "Arbejdes udførelse", især § 11-§ 13 og § 17 skal iagttages.

### **3.2 Antennemaster**

#### **3.2.1 Generelt**

Antennemaster skal overholde alle relevante myndigheders - herunder fredningsmyndigheders - til enhver tid gældende bestemmelser. I nogle tilfælde kan lokalplaner, servitutter, fredning o.l. sætte grænser for masters udførelse og anbringelse.

Der skal, jf. CENELEC standarden EN 60728-11, træffes passende foranstaltninger til beskyttelse af det elektroniske udstyr mod lynstrømme og overspændinger. Se også afsnit 3.14 om udligningsforbindelser i hovedstationer.

#### **3.2.2 Antennemaster på bygninger**

Der henvises til den CENELEC standarden EN 60728-11 og relevante myndigheder.

#### **3.2.3 Fritstående antennemaster**

Fritstående antennemaster er i reglen gittermaster med et toprør for antennebefæstelse (rørmast) i toppen. Gittermaster bør forsynes med passende foranstaltninger, som hindrer umiddelbar adgang til at klatre i disse. Gittermaster bør forsynes med godkendt faldsikring.

### **3.3 Modtageantenner**

En modtageantenne skal være af en god mekanisk kvalitet og skal have en impedans, der svarer til anlæggets impedans.

#### **3.3.1 Modtageantenners anbringelse**

Parabolantenner skal have frit sigt til satellitten.

Der skal være følgende mindste afstande mellem terrestriske modtageantenner:

- Mellem 2 bånd II antenner 1,0 meter
- Mellem 2 bånd III antenner 1,0 meter
- Mellem 2 UHF-antenner 0,8 meter
- Mellem bånd II og bånd III antenne 1,0 meter
- Mellem bånd II og bånd III antenner og UHF antenner 1,0 meter

Der skal være følgende mindste afstande mellem terrestriske modtageantenner og en parabol antenne regnet til parabolens kant:

- Mellem terrestrisk bånd II antenne og en parabolantenne 1,0 m
- Mellem terrestrisk bånd III antenne og en parabolantenne 1,0 m
- Mellem UHF antenne og en parabolantenne 0,8 m

Hvis der med disse afstande ikke opnås refleksions- og forvrængningsfrihed, skal installatøren undersøge, om større afstande forbedrer de modtagne antennesignaler. Er dette tilfældet, skal afstanden mellem antennerne øges.

En modtageantenne skal anbringes på et sted, hvor der er refleksions- og støjfrihed. Er dette ikke muligt, skal refleksioner og støj, der opfanges direkte af antennen, søges fjernet/minimeret, evt. ved anden placering og ved anvendelse af anden antenntype. Hvis det ikke er muligt at fjerne generne, skal der med dokumentationen følge en detaljeret beskrivelse af, hvad der er foretaget for at fjerne generne.

Opfyldelse af ovenstående krav sikrer ikke i alle tilfælde en tilfredsstillende modtagekvalitet. Det modtagne signal kan have en forvrænget frekvenskarakteristik, som kan henføres til modtageantennens type. Er dette tilfældet, skal der forsøges med andre typer antenner.

### **3.4 Nedføringskabel**

Et koaksialkabel, som fører antennesignaler fra antenner, skal have en sort kappe af polyethylen (PE), jf. CENELEC standarden EN 50117-2-5.

### **3.5 Hovedforstærkerinstallation**

Hovedforstærkerstationen skal være let tilgængelig. Den skal installeres i et aflåseligt skab, rum, udhus eller lignende. De miljømæssige krav (temperaturer, luftfugtighed m.v.), der er fastsat for det benyttede materiel, skal overholdes. Man skal ved projektering af hovedstationen især være meget opmærksom på, at temperaturen i hovedstationen uanset udendørs temperaturen og varmeafgivelsen fra komponenterne i stationen altid kan holdes inden for de af leverandørerne fastsatte minimums- og maksimumstemperaturer for den enkelte komponent.

Man skal være opmærksom på, at temperaturen i skabet/ rakket, som udstyret er anbragt i, normalt er væsentlig højere end temperaturen i omgivelserne/rumtemperaturen i øvrigt. Det er ikke tilrådeligt, at stationen projekteres således, at temperaturen i stationen eller i skabet/rakket altid ligger i nærheden af den anbefalede maksimumstemperatur. F.eks. medfører en temperaturstigning på 10 grader, at ældningshastigheden for komponenten fordobles.

Hovedstationen skal opbygges således, at hver kanals udgangsspænding kan indreguleres for sig.

### 3.5.1 Målepunkter

Målepunkter skal være tydeligt mærket. Signalspændingen i et målepunkt plus målepunktets udkoblingsdæmpning skal være lig med forstærkerens ind- eller udgangsspænding. Er dette ikke tilfældet, skal der på stedet findes en korrektionsforskrift, som omfatter den samlede dæmpning mellem forstærkerens ind- eller udgangsterminaler og udgangen af målepunktet.

## 3.6 Antenneskabe

### 3.6.1 Generelt

Monteringsforskriften skal følges.

Fællesantennekomponenter, der ikke er beregnet til nedlægning i jord, skal altid anbringes over en fugtspærrende mellembund.

### 3.6.2 Anvendelse

Opmærksomheden henledes på:

- Maksimal tilladelig afsat elektrisk effekt må ikke overskrides af hensyn til varmeudviklingen.
- Nedgravningsdybden skal være i overensstemmelse med fabrikantens anvisning.
- Kablers føring gennem fugtspærren skal være tæt og fugtspærren skal anbringes efter fabrikantens anvisning.
- Montering i antenneskab (herunder kabelafkastning) skal være i overensstemmelse med fabrikantens anvisning.

### 3.6.3 Udendørs anbragte komponenter

Alle udendørs anbragte fællesantennekomponenter skal, bortset fra antenner, forforstærkere og filtre i antennemaster, anbringes i antenneskabe. Se afsnittet "Antenneskabe m.v."

## 3.7 Lyslederkabler og optisk udstyr

### 3.7.1 Generelt

Lyslederkabler og optisk udstyr skal håndteres efter fabrikantens anvisninger og med anvendelse af en god håndværkmæssig standard, f.eks. mht. omhyggelig rengøring ved splidsning og påsætning af stik. Den maksimale trækpåvirkning må ikke overskrides.

Kablets mindste bøjningsradius skal overholdes.

Lyslederkabel bør nedlægges i ubrudte længder.

Samlinger skal i videst muligt omfang udføres som fusions splidsninger, konnektorsamlinger bør kun anvendes ved tilslutning af udstyr.

Lyslederkabler, som installeres i fællesantenneanlæg, skal være mærket iht. IEC standarderne i serien IEC-norm 60825-2:2004 Sikkerhed af lyslederkommunikationssystemer (OFCS) og IEC-norm 60825-2:2004/prA1:2006 for lyslederkabler.

### **3.7.2 Lyslederkabel i jorden**

#### **3.7.2.1 Kabelnedlægning**

Lyslederkabel nedlagt i jorden skal være armerede eller på anden vis ekstra beskyttede, og være omgivet af et lag stenfri jord eller sand. Kablets overside skal være mindst 0,45 meter under jordoverfladen. Lyslederkabler bør indblæses i passende kabelrør.

Krav fra lokale myndigheder mht. mærkning, beskyttelse og nedgravning af kabler skal overholdes. (se afsnit 3.12 Ekstra beskyttelse af kabler)

Af hensyn til risiko for lynskader, bør der ikke nedlægges metalliske følgekabler sammen med lyslederkabler. Af hensyn til efterfølgende sporing anbefales det, at der nedlægges sonder over kablet.

### **3.7.3 Lyslederkabel oplagt udendørs**

#### **3.7.3.1 Lyslederkabel på fast underlag**

Lyslederkabel skal fastgøres forsvarligt til et fast underlag på en måde, så kablet ikke deformeres. Tre fastgørelsespunkter pr. løbende meter er tilstrækkeligt. Fastgørelsesmateriale (kabelclips, bøjler m.m. og antræk af kabelbindere) skal være tilpasset kablet.

Kablet skal være beskyttet mod direkte mekanisk påvirkning fra 0,45 meter under jordoverfladen til et efter de stedlige forhold passende stykke over jordoverfladen, dog mindst 1,9 meter.

#### **3.7.3.2 Lyslederkabel som luftledning**

Lyslederkabel, som skal ophænges som luftledning, skal være konstruerede til formålet. De skal enten være selvbærende eller være beregnet til fastgørelsen til separat ophængt bærewire.

Lyslederkabel, der ophænges som luftledning mellem master, bygningsdele m.v., skal ophænges håndværksmæssigt forsvarligt. Det anvendte bæremateriale herunder beslag m.m. skal være varmgalvaniseret eller korrosionsfast. Ophængningen skal udføres således, at kablet ikke udsættes for vridning under vindbelastning.

Fastgørelsesmaterialet, som forbinder kabel med bærewire, skal være tilpasset kablet (f.eks. antrækket i kabelbindere).

### **3.7.4 Lyslederkabel installeret i bygninger**

#### **3.7.4.1 Brandtekniske krav**

Lyslederkabler, der installeres i bygninger, skal opfylde brandtekniske krav iht. standarderne: DS/EN 60332-1-2 henholdsvis 60332-3-24 under hensyn til anvendelsen af den bygning, hvor de installeres, se den gældende udgave af Bygningsreglementet og Stærkstrømsreglementet.

DS/EN 60332-1-2 finder bl.a. anvendelse i almindelige beboelses bygninger.

#### **3.7.4.2 Oplægning af lyslederkabel**

Lyslederkabel skal, hvor det er muligt, fastgøres forsvarligt til det faste underlag på en måde, så kablet ikke deformeres. Tre fastgørelsespunkter pr. løbende meter er tilstrækkeligt.

Fastgørelsesmateriale (kabelclips, bøjler m.m. og antræk af kabelbindere) skal være tilpasset kablet.

#### **3.7.4.3 Beskyttelse af lyslederkabel**

Lyslederkabel oplagt i trappegange, kældergange og andre steder, hvor der forekommer færdsel, skal beskyttes forsvarligt mod direkte mekanisk påvirkning op til en højde af mindst 5 cm over gulv.

Kabler oplagt udvendig på mur skal være beskyttet mod mekanisk overlast fra 0,45 meter under terræn til 1,9 meter over færdigt terræn.

#### **3.7.4.4 Føring af lyslederkabel gennem aftrækskanal eller nedlagte skorstene**

I eksisterende bygninger kan kabler føres gennem aftrækskanaler, der ikke benyttes til mekanisk ventilation og ikke er fast forbundet til ildsteder, herunder gasildsteder.

Kablets indføring i lejlighederne skal i så fald ske gennem aftrækskanalens udmundinger.

Hvis en aftrækskanal gennembøres for indføring af lyslederkabel, skal hullet tætnes effektivt i henhold til de brandtekniske krav og overholde bøjningsradier f.eks. ved at foretage skrå gennembo-ring.

#### **3.7.4.5 Føring af lyslederkabel gennem brandmur**

Hvis et lyslederkabel føres gennem brandskel såsom brandmure, etageadskillelser, skillerum eller mellem beboelseslejligheder og andre lokaliteter, samt skillerum der i henhold til gældende bestemmelser kræves udført som brandsikre vægge, skal der omkring de enkelte gennemføringer tilvejebringes fuldstændig tæthed, jf. boligministeriets bestemmelser.

#### **3.7.5 Samling af lyslederkabel**

En kabelsplidsning skal udføres i overensstemmelse med god håndværksmæssig standard og fabrikantens forskrift.

Splidsning i jorden skal være omgivet af en vandtæt og holdbar beskyttelse.

##### **3.7.5.1 Samling af lyslederkabel oplagt indendørs**

Samling af lyslederkabel i husinstallationer er kun tilladt ved overgang fra en kabeltype til en anden.

#### **3.7.6 Montering af lyslederkabel i fællesantennekomponenter**

Lyslederkabel og komponent skal være mekanisk tilpasset hinanden således, at der opnås en god og holdbar forbindelse, og de optiske specifikationer overholdes.

Kabelbøjle, kabelforskruning m.v. må ikke deformere kablets yderleder. Kabelbøjler skal så vidt muligt være fastgjort med 2 skruer.

Fastgøringmateriellet skal være udført af materialer, som ikke giver anledning til korrosion.

Kablet skal være mærket, så det fremgår, at der kan være risiko for øjenskader på grund af laserstråler. Se IEC-norm 60825-2:2004 Safety of laser products og IEC-norm 60825-2/A1:2007.



## **3.8 Koaksialkabel**

### **3.8.1 Generelt**

Koaksialkabel skal håndteres efter fabrikantens anvisninger. Den maksimale trækpåvirkning må ikke overskrides.

Kablets mindste bøjningsradius skal overholdes. Bøjning til kablets mindste bøjningsradius må kun ske én gang.

Koaksialkabel skal nedlægges i ubrudte længder. Ved kabellængder over 200 meter kan dog tillades én splidsning (samling) pr. 200 meter.

Koaksialkabler, som installeres i fællesantenneanlæg, skal overholde kravene i CENELEC standarderne i serien EN 50117 for koaksialkabler i fællesantenneanlæg og være mærket i henhold hertil.

### **3.8.2 Koaksialkabel i jorden**

Koaksialkabler til nedlægning i jord skal i henhold til deres anvendelse opfylde kravene i EN-50117-2-2, EN-50117-2-3 eller EN-50117-2-5.

#### **3.8.2.1 Kabelnedlægning**

Koaksialkabel nedlagt i jorden skal være omgivet af et lag stenfri jord eller sand. Kablets overside skal være mindst 0,45 meter under jordoverfladen.

### **3.8.3 Koaksialkabel oplagt udendørs**

#### **3.8.3.1 Koaksialkabel på fast underlag**

Koaksialkabel skal fastgøres forsvarligt til et fast underlag på en måde, så kablet ikke deformeres. Tre fastgørelsespunkter pr. løbende meter er tilstrækkeligt. De indbyrdes afstande mellem fastgørelsespunkterne skal varieres for at undgå selektive dæmpningsforekomster.

Fastgørelsesmateriale (kabelclips, bøjler m.m. og antræk af kabelbindere) skal være tilpasset kablet.

Kablet skal være beskyttet mod direkte mekanisk påvirkning fra 0,45 meter under jordoverfladen til et efter de stedlige forhold passende stykke over jordoverfladen, dog mindst 1,9 meter.

#### **3.8.3.2 Koaksialkabel som luftledning**

Koaksialkabel, der ophænges som luftledning mellem master, bygningsdele m.v., skal ophænges håndværksmæssigt forsvarligt. Det anvendte bæremateriale herunder beslag m.m. skal være varmgalvaniseret eller korrosionsfast. Ophængningen skal udføres således, at hverken yderleder eller inderleder udsættes for vridning under vindbelastning.

Fastgørelsesmaterialet, som forbinder kabel med bærewire, skal være tilpasset kablet (f.eks. antrækket i kabelbindere).

### **3.8.4 Koaksialkabel installeret i bygninger**

Koaksialkabler til installation i bygninger skal i henhold til deres anvendelse opfylde kravene i EN-50117-2-1 eller EN-50117-2-4. Kablerne skal endvidere være mærket med deres brandklassificering

iht. EN-50575 og byggevareforordningen (CPR).

#### **3.8.4.1 Brandtekniske krav**

Koaksialkabler, der installeres i bygninger, skal opfylde brandtekniske krav iht. standarderne: DS/EN 60332-1-2 henholdsvis 60332-3-24 under hensyn til anvendelsen af den bygning, hvori de installeres, se den gældende udgave af Bygningsreglementet og Stærkstrømsbekendtgørelsen.

DS/EN 60332-1-2 finder bl.a. anvendelse i almindelige beboelses bygninger.

#### **3.8.4.2 Oplægning af koaksialkabel**

Koaksialkabel skal, hvor det er muligt, fastgøres forsvarligt til det faste underlag på en måde, så kablet ikke deformeres. Tre fastgørelsespunkter pr. løbende meter er tilstrækkeligt. De indbyrdes afstande mellem fastgørelsespunkterne bør varieres for at undgå selektive dæmpningsforekomster.

Fastgørelsesmateriale (kabelclips, bøjler m.m. og antræk af kabelbindere) skal være tilpasset kablet.

#### **3.8.4.3 Beskyttelse af koaksialkabel**

Koaksialkabel oplagt i trappegange, kældergange og andre steder, hvor der forekommer færdsel, skal beskyttes forsvarligt mod direkte mekanisk påvirkning op til en højde af mindst 5 cm over gulv.

Kabler oplagt udvendig på mur skal være beskyttet mod mekanisk overlast fra 0,45 meter under terræn til 1,9 meter over færdigt terræn.

#### **3.8.4.4 Føring af koaksialkabel gennem aftrækskanal**

I eksisterende bygninger kan kabler føres gennem aftrækskanaler, der ikke benyttes til mekanisk ventilation og ikke er fast forbundet til ildsteder, herunder gasildsteder.

Kablets indføring i lejlighederne skal i så fald ske gennem aftrækskanalens udmundinger.

Hvis en aftrækskanal gennembøres for indføring af koaksialkabel, skal hullet tættes effektivt.

#### **3.8.4.5 Føring af koaksialkabel gennem brandmur**

Hvis et koaksialkabel føres gennem brandskel såsom brandmure, etageadskillelser, skillerum eller mellem beboelseslejligheder og andre lokaliteter, samt skillerum der i henhold til gældende bestemmelser kræves udført som brandsikre vægge, skal der omkring de enkelte gennemføringer tilvejebringes fuldstændig tæthed, jf. boligministeriets bestemmelser.

#### **3.8.5 Samling af koaksialkabel**

En kabelsplidsning skal udføres i overensstemmelse med fabrikantens forskrift.

Splidsning i jorden skal være omgivet af en vandtæt og holdbar beskyttelse.

Det er meget vigtigt, at der altid bruges en god konektor, der passer til kablerne. Den må ikke forringe kablets eller komponentens elektriske egenskaber. Det er bl.a. vigtigt, at den overholder IEC eller SCTE standarden, og at reflektionsdæmpningen er høj.

### 3.8.5.1 Samling af koaksialkabel oplagt udendørs

For samling af koaksialkabel oplagt udendørs gælder samme forskrifter som for samling af koaksialkabel nedlagt i jorden.

### 3.8.5.2 Samling af koaksialkabel oplagt indendørs

Samling af koaksialkabel i husinstallationer er kun tilladt ved overgang fra én kabeltype til en anden.

## 3.8.6 Montering af koaksialkabel i fællesantennekomponenter

Koaksialkabel og komponent skal være mekanisk tilpasset hinanden således, at der opnås en god og holdbar forbindelse, og de elektriske specifikationer overholdes.

Kabelbøjle, kabelforskruning m.v. må ikke deformere kablets yderleder. Et træk i yderlederen skal kunne optages i kabelbøjle og forskruning og må ikke kunne belaste inderlederen. Kabelbøjler skal så vidt muligt være fastgjort med 2 skruer.

Fastgørmingsmateriellet skal være udført af materialer, som ikke giver anledning til korrosion.

### 3.8.7 Jumper

Ved en jumper forstås her et koaksialt mellemkabel forsynet med et kabelovergangsled.

Kabelovergangsleddet (det koaksiale overgangsled) omsætter et tykt kables dimensioner til et tyndere kables (mellemkablets) dimensioner.

#### 3.8.7.1 Generelt om anvendelsen af jumper

Et koaksialkabel skal principielt monteres direkte i terminaler (i f.eks. en forstærker, en grundenhed for en forstærkerstations moduler, en fordele m.m.). Termineringsudstyret må altså vælges med respekt for de benyttede koaksialkabler. Der kan imidlertid forekomme tilfælde, især hvis der anvendes meget tykke koaksialkabler, hvor dette ikke er praktisk muligt, og der derfor må indskydes en "jumper".

Jumpere med alufolie må ikke anvendes af hensyn til galvanisk korrosion.

## 3.9 Stikledningsinstallation

### 3.9.1 Stikledning

Ved en stikledning til en abonnent forstås det koaksialkabel (ledning), som forbinder stikledningsfordelerens signaludgang med afleveringspunktet i abonnentens bolig. Afleveringspunktet er udgangen af fællesantenneanlægget.

Hvem der har ansvaret for stikledning på privat grund skal bestemmes af anlægsejer. En beskadigelse af stikledningen kan betyde, at signalet i afleveringspunkt ikke stemmer overens med signalet på tap i stander. Dette kan i værste fald betyde, at der må lukkes for returvejstrafik fra pågældende abonnent.

Stikledninger skal mærkes holdbart med installationsadresse.

I alle nye installationer skal abonnenterne signalforsynes via stikledninger fra stikledningsfordelere.

### 3.9.2 Afleveringspunkt

Fællesantenneanlæg slutter normalt i et afleveringspunkt såsom

- En TV/FM/DATA tilslutningsdåse
- Abonenttilslutningsstik
- Husforstærker
- DATA-TV skillefilter

Boliginstallationen udgår fra afleveringspunktet. Afleveringspunktet skal anbringes på et let tilgængeligt sted.

Et abonenttilslutningsstik er et HF-stik, som skal være fastgjort til f.eks. en væg.

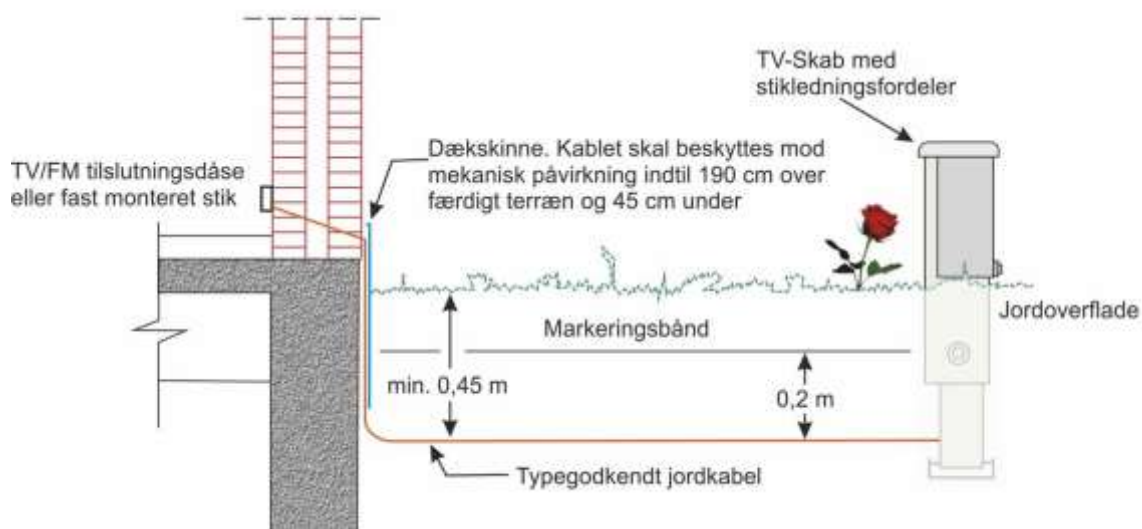
### 3.9.3 Stikledningsforskrift

I forbindelse med etablering af anlæg med stikledningsinstallation skal der foreligge en stikledningsforskrift, der som minimum skal indeholde de oplysninger, som er vist i efterfølgende eksempel. Endvidere skal den indeholde forslag til boliginstallation med og uden forstærker.

#### 3.9.3.1 Eksempel på udførelse af stikledningsforskrift

## Stikledningsforskrift

Eksempel på nedlægningsforskrift for stikledninger



1. Stikledningen skal nedgraves i en dybde af min. 0,45 meter og omgives af stenfri jord eller grus. Der skal anbringes et orange markeringsbånd med påtryk: "Antennekabel" eller "Telekabel" og evt. firmanavn, 0,2 meter over stikledningskablet.
2. Hvor stikledningen føres op ad en ydermur, skal den være beskyttet mod mekanisk overlast fra 0,45 meter under terræn til 1,9 meter over terræn.
3. Hvis man gennembryder dampspærren i vægge eller lofter, skal man være opmærksom på, at

tætheden skal genetableres. Dette gøres ved hjælp af specielle rørmanchetter, som kablerne føres igennem.

4. Ved lysleder stikledning bør gennemboringen af ydermur ske i en vinkel på 45 grader af hensyn til overholdelse af kablets bøjningsradius.

### 3.10 Vejledning for husinstallationer

*Ny vejledning for husinstallationer er pt. (maj 2018) under overvejelse.*

AFO har tidligere udgivet en vejledning for udførelse af husinstallationer (april 2008). Denne vejledning er primært rettet mod installatører, som etablerer kabelfordelingssystemer i boligerne, men er også relevant for boligejere, entreprenører og rådgivende ingeniører, som er involveret i planlægning af boligbyggeri.

Det er hensigten at give anvisninger på etablering af kabelsystemer, der sikrer god signalkvalitet på TV, radio og datasignaler, og som er fleksible med hensyn til muligheder for fremtidige ændringer som f.eks. udvidelse med flere tilslutningssteder.

### 3.11 IP klasser

Anbefaling af valg af IP klasser

- |  |              |
|--|--------------|
| • Udendørs anbringelse, nedgravet eller i vand | <b>IP 68</b> |
| • Udendørs anbringelse, ubeskyttet             | <b>IP 66</b> |
| • Udendørs anbringelse i skab                  | <b>IP 65</b> |
| • Indendørs anbringelse i uopvarmet rum        | <b>IP 43</b> |
| • Indendørs anbringelse i opvarmet rum         | <b>IP 40</b> |

Der er ikke fastsat anbefalinger for valg af IP klasser vedrørende hovedstationsudstyr (se også skema i Bilag 7).

### 3.12 Ekstra beskyttelse af kabler

Alle kabler, med undtagelse af stikledninger, der nedlægges i min. 45 cm dybde, skal beskyttes med rør, dækplader, plastprofiler eller armering.

Over kabler, der lægges i min. 70 cm dybde, kræves der dog kun lagt et markeringsbånd.

Stikledninger skal afdækkes med et markeringsbånd.

#### *Markeringsbånd*

Markeringsbånd skal være af et orangefarvet plastmateriale. Det skal med regelmæssige mellemrum på maksimalt 20 cm være tydeligt mærket med teksten "Telekabel" eller "Antennekabel" og evt. firmanavn.

Mærkning, dimensioner og mekaniske egenskaber skal være som beskrevet i "Bekendtgørelse om sikkerhed for udførelse og drift af elektriske installationer" §42.

Markeringsbånd skal placeres 20 cm lodret over kablet.

#### *Dækplader*

Dækplader skal være orangefarvede og skal med regelmæssige mellemrum på maksimalt 20 cm være tydeligt mærket med teksten: "Telekabel" eller "Antennekabel" og evt. firmanavn.

Mærkning, dimensioner og mekaniske egenskaber skal være som beskrevet i ”Bekendtgørelse om sikkerhed for udførelse og drift af elektriske installationer” §42.

Dækplader skal placeres 10 cm lodret over kabler.  
Der er ikke krav om markeringsbånd over dækplader.

#### *Rør*

Koaksial- og lyslederkabel kan nedlægges i rør. Hvor kablet føres under (krydser) offentlig vej, skal det trækkes i rør. Rør, der anvendes til beskyttelse af kabler, skal overholde kravene i standarden EN 61386-24.

Over røret skal der være et markeringsbånd. Dette krav bortfalder, hvis røret er lagt ved hjælp af underpresningsteknik. Markeringsbånd skal placeres 20 cm lodret over kablet.

Røret bør:

- Maksimalt have en fyldningsgrad på 60 % regnet efter tværsnitsareal.
- Have en udvendig diameter på mindst 12 mm, dog bør diameteren være mindst 15 mm, hvis man vil sikre sig rimeligt mod gnaverangreb.
- Være fremstillet af HDPE (High-density polyethylen) eller andet hårdere materiale
- Være orangefarvet
- Være forsynet med en langsgående mærkning, der gør det muligt at identificere det.

#### *Armerede koaksial kabler*

Som armering kan anvendes stål. Hvis der anvendes andre materialer til armeringen, skal den have samme styrke som dækplader, plastprofiler eller plastrør. Over kablet skal der være et markeringsbånd.

### **3.13 Beskyttelseskrav ved 230V installationer**

I Stærkstrømsbekendtgørelsen, afs. 8 er der indført bestemmelse om, at 230V installationer skal være fejlstrømssikrede for at sikre at personel, der arbejder med disse installationer, ikke kommer til skade.

Kravene i bekendtgørelsen har været gældende for installationer i private boliger siden 1. april 1975 og er fra 1. juli 2010 også gældende for andre installationer, herunder fællesantenneanlæg.

Bestemmelsen betyder, at ejerne af fællesantenneanlæg skal sikre, at de enkelte 230V installationer opfylder kravene senest 1. juli 2010.

Denne bekendtgørelse ophæves pr. 1. juli 2019 og derfor skal fejlstrømssikringen senest fra 1. juli 2019 være udført i henhold til ”Bekendtgørelse om sikkerhed for udførelse og drift af elektriske installationer”. Denne bekendtgørelse er tilgængelig på <https://www.retsinformation.dk/>.

Bestemmelsen kan opfyldes på 3 måder:

- a. Der kan etableres almindelige stikkontakter, der skal være beskyttet med en HPFI afbryder.
- b. Der kan etableres industri stikkontakter, der skal være beskyttet med PFI afbryder.
- c. Der kan etableres et fast strømudtag for tilslutning af strømforsyninger. Foran det faste strømudtag skal etableres en afbryder. Det udstyr, der tilsluttes det faste udtag skal være klasse 2 (dobbeltisoleret).

I løsning a vil installationen være sikret mod fejlstrømme i stikkontakterne. Det betyder, at der uden videre kan tilsluttes måleinstrumenter og komponenter med almindelig stikprop i de etablerede stikkontakter. Til gengæld kan der forekomme driftsforstyrrelser i anlægget ved utilsigtet afbrydelse, da HPFI relæer udløser ved en fejlstrøm på 30 mA.

I løsning b vil installationen ligeledes være sikret, men den kræver som nævnt industri stikkontakter, som ikke er standard på almindeligt udstyr til fællesantenneanlæg. PFI relæer udløser ved 300 mA og giver derved en højere sikkerhed mod utilsigtede afbrydelser.

I løsning c vil der ikke være mulighed for at tilslutte instrumenter eller komponenter med almindelige stikpropper. Det vil være lidt vanskeligere at skifte strømforsyninger, men løsningen sikrer derimod mod utilsigtede afbrydelser.

Man skal være opmærksom på, at PFI og HPFI relæer skal testes 2 gange årligt.

Valg af løsning vil altid være afhængig af de lokale forhold, men generelt kan det anbefales at vælge løsning c for installationer placeret i gadeskabe og tilsvarende.

For hovedstationer anbefales løsning a med HPFI relæer, men opdelt i flere grupper, således at det ikke vil være samtlige tjenester, der vil blive ramt af et eventuelt strømudfald forårsaget en fejlstrøm i installationen.

### 3.14 Udligningsforbindelser

Siden 1994 har der været krav om forskellige udligningsforbindelser i nye bygninger. En udligningsforbindelse er en beskyttelsesleder, der sikrer potentialudligning, dvs. at den har til formål at holde steldele og fremmede ledende dele på samme eller omtrent samme niveau.

Stærkstrømsbekendtgørelsen, afsnit 6, skelner mellem hovedudligningsforbindelser, supplerende udligningsforbindelser og lokale udligningsforbindelser uden jordforbindelse. I nærværende Vejledning beskrives kun hovedudligningsforbindelser.

Hovedudligningsforbindelsen skal principielt sikre, at alle fremmede ledende dele i en bygning eller et skab har samme potentiale. Når der er tale om potentialudligning, vil en person, der rører ved to forskellige spændingsdele ikke opleve spændingsforskel, hvilket sikrer, at man ikke får elektrisk stød.

#### 3.14.1 Hovedstationer

I hovedstationer etableres jording og potentialudligning i overensstemmelse med følgende retningslinier:

Der etableres en jordelektrode til neutral jord. Overgangsmotstanden må ikke overstige 1600 ohm ved anvendelse af HPFI fejlstrømsbeskyttelse og 160 ohm ved anvendelse af PFI fejlstrømsbeskyttelse. Jordelektroden skal udføres med kobberbelagt jordspyd

Der etableres en hovedjordingsskinne, som forbindes til jordelektroden

- Følgende ledende dele skal forbindes til hovedjordskinnen:
  - Antennemast og parabolfarm
  - El-tavle
  - Rack- eller vægskabe
  - Kabelbakker og kabelstiger

- Varme- og køleanlæg
- Øvrige komponenter og metaldele, som ikke er installeret i ovennævnte skabe
- Der etableres selvstændig jordelektrode til antennemast og parabolfarm
- Ledningstværsnit for udligningsforbindelserne skal min. være 6 mm<sup>2</sup>
- Jordelektroders overgangsmodstand skal kontrolleres én gang årligt (2 eller 3 punkts måling)  
Ledningstværsnit skal min. være 6 mm<sup>2</sup>

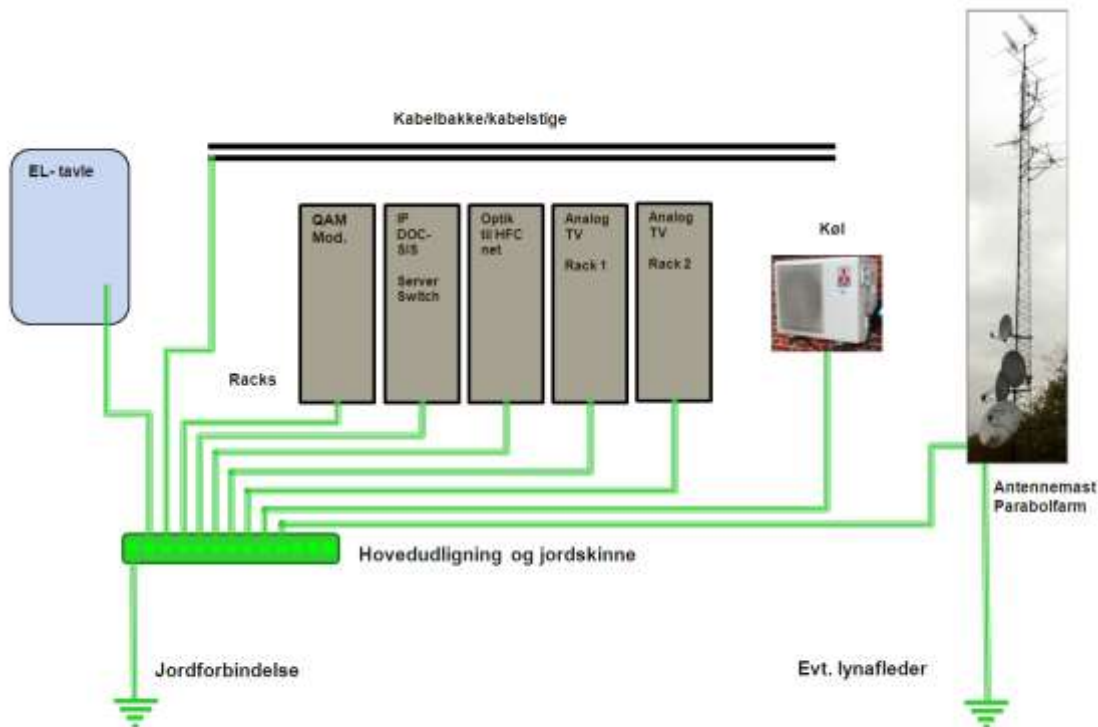
Sikkerhedsstyrelsen anbefaler desuden at forbinde:

- Metallisk hovedarmering i betonkonstruktioner, hvis det er praktisk gennemførligt
- Metalliske konstruktionsdele
- Metalliske kapper på stærkstrøms- og telekommunikationskabler (Nedføringskabler fra antennemast)

Ledende dele som disse skal tilsluttes hovedudligningsforbindelsen så tæt som muligt på det sted, hvor de føres ind i eller ud af bygningen.

Generelt skal fremføring af udligningsforbindelser trækkes ad den kortest mulige vej og skal forbindes i stjerne topologi.

Eksempel på udførelse af jording og udligning i hovedstation:





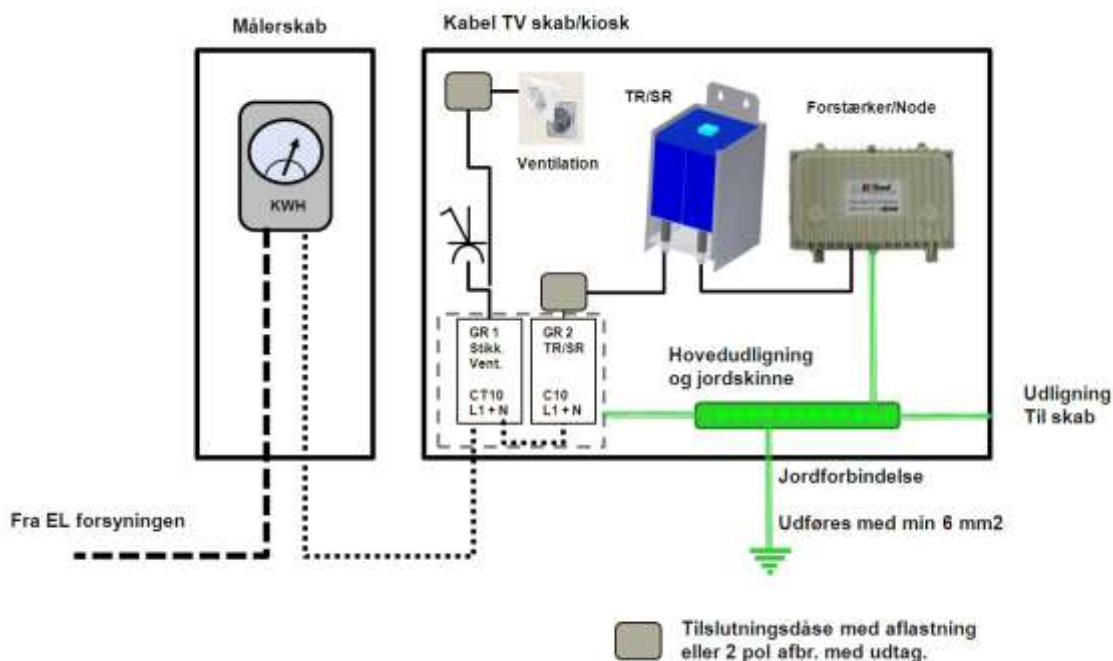
### 3.14.2 Skabe med 230V installation

I skabe med 230V installation etableres jording og potentialudligning i overensstemmelse med følgende retningslinjer:

- Der etableres en jordelektrode til neutral jord. Overgangsmodstanden må ikke overstige 1600 ohm. Jordelektroden skal udføres med kobberbelagt jordspyd
- Der etableres en hovedjordingsskinne, som forbindes til jordelektroden
- Følgende ledende dele skal forbindes til hovedjordingsskinnen:
  - Skabets metaldele
  - Montagepladen, hvis den er metallisk (Kan ikke anvendes som hovedjordingsskinne)
  - 230V installationen (Sikringsgruppen, m.v.)
  - Komponenter, der har jordklemme (Forstærkere, noder, m.v.)
- Ledningstværsnit for udligningsforbindelserne skal min. være 6 mm<sup>2</sup>
- Jordelektrodens overgangsmodstand skal kontrolleres én gang årligt (2 eller 3 punkts måling)  
Ledningstværsnit skal min. være 6 mm<sup>2</sup>

Generelt skal fremføring af udligningsforbindelser være kortest mulig vej og skal forbindes i stjerne topologi.

Eksempel på udførelse af jording og udligning i skab med 230V installation:



### 3.15 Overspændingsbeskyttelse

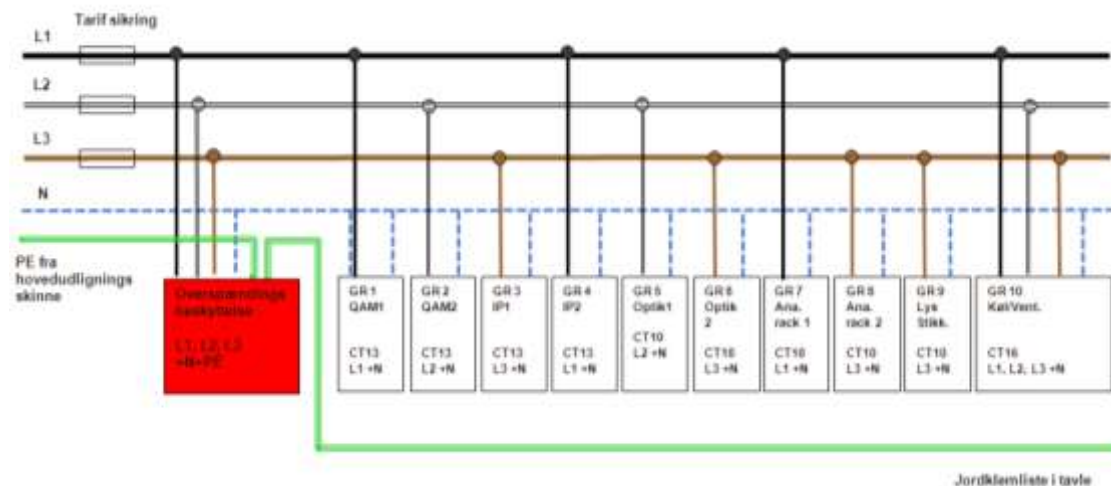
Der er ikke i Danmark generelt krav om, at der skal etableres overspændingsbeskyttelse i el-installationerne for kommunikationsanlæg.

Der kan dog i visse situationer være krav eller ønske om at etablere overspændingsbeskyttelse f.eks. for at hindre transienter fra lynnedslag i at ødelægge det tilsluttede udstyr.

Det anbefales at etablere overspændingsbeskyttelse i hovedstationer.

Overspændingsbeskyttelse skal da udføres i overensstemmelse med stærkstrømbekendtgørelsens kapitel 44.

Eksempel på udførelse af overspændingsbeskyttelse i hovedstationer:



### 3.16 Anvendelse af returveje

Ved opbygning af net, der anvender returvejen, skal dæmpningen fra husinstallationen tilbage til den enhed, hvor returvejen termineres, holdes indenfor det designvindue, som er fastlagt af anlægsejeren.

Signalniveauet i returvejen skal ligeledes ligge indenfor de rammer, som er fastlagt af anlægsejeren.

For at sikre at støjniveau på returvejen holdes under et acceptabelt niveau er det særlig vigtigt, at der anvendes komponenter (kabler, stik m.v.) af høj kvalitet, at anlægget er udført håndværksmæssigt korrekt, og at især husinstallationer og tilslutningskabler er i orden.

For nærmere oplysninger om systemparametre for returvejen henvises til Bilag 5.

### 3.17 Overvågningsudstyr

Som et led i en bedre overvågning af antenneanlægget og som hjælp til fejlsøgning anbefales det, at der installeres udstyr i forstærkere og noder, der muliggør fjernovervågning og fjernstyring af komponenterne.

Der kan være tale om overvågning af strømforsyninger samt overvågning og indregulering af signalniveauer. Endvidere kan der være mulighed for ind- og udkobling af signaler på returvejen.

De anvendte komponenter i enhederne (transponder eller modem) bør være indrettet til kommunikation efter internationale standarder.

## 4. Teknisk dokumentation for fællesantenneanlæg

En udført arbejdsopgave i forbindelse med et fællesantenneanlæg, skal dokumenteres af installatøren med hensyn til den tekniske udførelse. En sådan dokumentation skal overdrages ejeren af anlægget. Dette vil ikke alene være en hjælp for ejeren, hvis der opstår tvist vedrørende opgavens løsning, men en sådan dokumentation vil også være nødvendig i forbindelse med senere opgaver såsom vedligehold, modernisering, reovering og udvidelse af anlægget.

Bilag 2 viser et fællesantenneanlæg opdelt i hovedstation: H-net, strækningsnet: S-net og distributionsnet: D-net.

- For H-net skal udarbejdes et blokskema.
- For S-net skal udarbejdes et oversigtskort og et blokskema.
- For D-net skal udarbejdes et detailkort og et blokskema.

Der skal altid foreligge et oversigtskort over signalvejene i fællesantenneanlægget eller den anlægsdel, der indgår i den aktuelle arbejdsopgave.

Der skal være entydige krydsreferencer mellem de forskellige dokumentationsformer (oversigtskort, blokskemaer osv.).

Dokumentationen skal indeholde typebetegnelserne på det anvendte materiel.

Dokumentationen for ombygning/ændring af et fællesantenneanlæg skal vise den endelige udførelse af anlægget, herunder hvilke nye komponenter der indgår i anlægget efter ombygningen/ændringen.

For stikledningsanlæg skal en stikledningsforskrift vedlægges den tekniske dokumentation, se afsnit 3.9.3.

Dokumentationen skal være i tydelig og holdbar udførelse. Nordpil, målestoksforhold og symbolnøgle skal påføres.

Forstærkernes udgangsspænding samt anlæggets tekniske udførelse skal verificeres ved stikprøvevise målinger/kontroller.

### *Oversigtskort*

Oversigtskort skal som minimum vise de gadenavne, som anlægget omfatter. Desuden skal kabelføringen fremgå, ligesom hovedforstærkerstation og underforstærkerstationer med angivelse af de anvendte forstærkertyper (evt. krydsreference) skal fremgå af kortet.

### *Detailkort*

Detailkort skal angive den præcise placering af de enkelte komponenter med typebetegnelser (evt. krydsreferencer) samt angivelse af gadenavne og husnumre. Hvor disse ikke findes, anvendes matrikel numre eller parcelnumre.

### *Blokskema*

Blokskema skal mindst indeholde oplysninger om:

- Typebetegnelse på alle enheder, herunder antenneskabe og udskiftelige moduler.
- Drift-udgangsniveau på alle aktive enheder (mindst 1 spænding for hvert forstærkerområde). (Kan evt. anføres på separat bilag med referencehenvielse).
- For H-net samt kanalselektive enheder i andre net kræves signalniveauangivelser for de

enkelte aktive enheder.

- Kabellængder og kabeltyper. Transformatorer, strømforsyninger, strømretning og strømspærring m.v.

Systemværdiberegninger, herunder kanalkapacitet, kan angives på separat bilag. Såfremt anlægget ikke ønskes dokumenteret ved hjælp af de i CENELEC EN 60728-1 angivne målemetoder, men ved beregning, skal installatøren tilvejebringe beregninger for hele signalvejen fra signalindgangen på hovedstationen eller udgangen af et HF-punkt og til udgangen af anlæggets tilslutningsdåser/abonmenttilslutningsstik.

Materiel monteret i skabe skal fremgå af dokumentationen.

Der skal angives, hvilken symbolstandard der anvendes. Eventuelt vedlægges en symbolnøgle. Dansk Standard har udgivet standarder for elektrotekniske tegninger, IEC 60617-DB. Denne omfatter også symboler for diagrammer over fællesantenneanlæg.

#### *Anlægsdokumentation i digitalt format*

Dokumentationen kan udarbejdes i digitalt format og skal være tilgængelig i et alment udbredt format, som f.eks. PDF med en opbygning som tilgodeser ovennævnte punkt vedr. den entydige krydsreference mellem de forskellige elementer i dokumentationen.

## 5. Systemværdiberegninger

*Ved revisionen d. 3.5.2018 blev det besluttet, at dette afsnit skal udgå ved en kommende revision i 2020.*

Systemværdiberegninger for fællesantenneanlæg indeholder regneregler for beregning af signal- og systemværdier i et vilkårligt punkt i et fællesantenneanlæg, herunder hos en abonnent.

Regnereglerne giver mulighed for at beregne:

- signal/støjforholdet i signalerne for radio og tv
- intermodulationsafstanden i signalerne for radio og tv
- variationerne i signalernes spændingsniveauer

Regnereglerne kan indenfor deres begrænsninger anvendes som vejledende ved projektering af fællesantenneanlæg og - efter aftale mellem parterne i en leveranceaftale vedr. fællesantenneanlæg - som grundlag for dokumentation af, at de aftalte systemværdier er til stede ved afleveringsforretningen. Anvendelse af regnereglerne er mindre omkostningskrævende end de i CENELEC-standard EN 60728-1 foreskrevne målinger af systemværdier på det installerede og indregulerede fællesantenneanlæg.

Målte systemværdier vil i tvivlstilfælde være at betragte som de korrekte værdier.

Signalværdierne for den interne infrastruktur skal i tilfælde af en tvist kunne eftervises ved måling.

Da en måling er meget ressourcekrævende, er det sædvanlig praksis, at der i forbindelse med entreprisaftaler mellem anlægsejer og installatør aftales, at signalparametrene udelukkende skal eftervises ved en teoretisk beregning efter en nærmere aftalt beregningsmetode.

Regnereglerne bygger på en kombination af matematiske og empiriske forudsætninger. Erfaringen har imidlertid vist, at regnereglerne er brugbare ved beregninger af systemværdier for analoge radio- og tv-signaler, sidstnævnte PAL-modulerede.

For en detaljeret gennemgang af beregningsmetoderne samt eksempler på anvendelse af disse henvises til Bilag 3 og Bilag 8.

Uanset modulationsformer for signalfremføring skal beregningsmetoderne for systemværdierne tage højde for, at samtlige de signaler, som fremføres i anlægget, bidrager til den samlede intermodulation i bånd- og bredbåndsforstærkerne.

## **6. Antenneskabe m.v.**

### **6.1 Indledning**

Ved "antenneskab" forstås et skab, en boks eller lignende, som er beregnet til udendørs anbringelse i et fællesantenneanlæg, og hvori de af fællesantenneanlæggets komponenter, som ikke er beregnet til udendørs anbringelse, kan monteres. Et antenneskab kan f.eks. være beregnet for anbringelse på en mur (løst antenneskab), eller det kan være udformet så en måde, som gør det egnet til anbringelse fritstående og forankret i jorden (antenneskab på stander).

For at sikre, at miljøet i et antenneskab beskytter de installerede komponenter bedst muligt under hensyntagen til det danske klima, er der opsat nogle mekaniske og klimatiske krav til antenneskabe m.v. Disse krav er udmøntet i de efterfølgende generelle krav og prøvningsforskrifter.

Såfremt en stander skal huse aktive komponenter, skal standeren være konstrueret og anvendt således, at komponenternes omgivelsestemperatur inde i antenneskabet ikke overstiger 50 °C.

Såfremt køber ønsker, at fællesantenneanlægget skal udføres i overensstemmelse med denne Vejledning, skal kravene m.v. i afsnittet om antenneskabe overholdes.

Dette afsnits krav om trækaflastning kan fraviges for antenneskabe, som anbringes mindst 1,9 meter over terræn.

### **6.2 Generelle krav til antenneskabe m.v.**

Inde i hver enkelt stander eller antenneskab skal en monteringsvejledning være permanent oplæbet. Om nødvendigt skal der med leverance af antenneskabe og/eller standere følge en mere detaljeret opstillingsvejledning til installatøren.

#### **6.2.1 Antenneskab på stander**

Antenneskabe og standere skal være udformet og specificeret således, at nedgravningsdybden er afhængig af standerens og antenneskabets samlede længde. Er den samlede længde indtil 140 cm, skal mindst 70 cm være nedgravet i jorden. Er den samlede længde 140 - 180 cm, skal mindst 50 % af denne være nedgravet og er den samlede længde mere end 180 cm, skal mindst 90 cm være nedgravet i jorden. Fabrikanten kan foreskrive en større nedgravningsdybde.

Standeren skal være sikret både mod vridning og løft med et modstandsareal, der mod vrid mindst svarer til modstanden af en kvadratisk plade på 15 x 15 cm, anbragt symmetrisk i forhold til standerens centerlinje og mod løft mindst 100 cm<sup>2</sup>.

Der skal være indført foranstaltninger (fugtspærre) som hindrer fugtindtrængning fra standeren og ind i antenneskabets rum for fællesantennekomponenter. Fugtspærrens underkant skal være placeret mindst 20 cm over endelig terrænkote. Man skal være opmærksom på dette forhold, når der fra tid til anden sker vej- og belægningsreguleringer rundt om standerskabet.

Standeren skal være udformet på en sådan måde, at stikledningskabler (abonnentledninger) kan indføres i stander og antenneskab, uden at der foretages mere opgravning i jorden, end at standeren til stadighed er solidt forankret. Standeren skal yde beskyttelse mod indstik af graveredskaber eller lignende til en dybde af min. 30 cm under endelig terrænkote.

Endvidere gælder følgende:

#### **6.2.1.1 Rustbeskyttelse**

Standere/antenneskabe skal være fremstillet af rustbeskyttet eller korrosionsfast materiale med sådanne dimensioner og godstykkelse, at de kan modstå de i prøvningsforskrifterne anførte krav.

##### **6.2.1.1.a Pladetykkelse og zinklag**

For standere/antenneskabe fremstillet af varmforzinket stål skal zinklaget være jævnt fordelt, ligesom pladetykkelsen uden skal være mindst 1 mm. Der henvises endvidere til ISO 1459-61, 1973.

##### **6.2.1.1.b Termohærdende plastmateriale**

For standere/antenneskabe med korrosionsbeskyttelse bestående af termohærdende plastmateriale, skal lagtykkelsen være mindst 70 µm og flader skal være porefri. På skarpe kanter må ikke forekomme synlige porer.

Grundbehandlingen skal vælges således, at den er egnet til såvel det anvendte plademateriale som til det korrosionsbeskyttende lag.

##### **6.2.1.1.c Standere/skab fremstillet af kunststof**

Standere/antenneskabe fremstillet af kunststof skal være tilsat antioxydanter og UV-absorbere osv. i en sådan mængde, at standeren/antenneskabet er beskyttet effektivt mod vejrliget over lang tid. Fiberarmerede plastmaterialer skal sikres mod indtrængning af vand, snavs m.m. Overfladen skal være jævn og glat. Fibrene må ikke være blottede. Barcolhårdheden skal være  $\geq 35$  Barcol i henhold til ASTM D2583.

##### **6.2.1.1.d Standere/skabe fremstillet af rustfrit stål**

For standere/antenneskabe fremstillet af rustfrit stål skal korrosionsbestandigheden være mindst som kvalitet W-1.4401 AISI 316.

##### **6.2.1.1.e Andet grundmateriale eller korrosionsbeskyttelse**

Hvis der som grundmateriale eller korrosionsbeskyttelse anvendes andet end det anførte, skal egnetheden dokumenteres i en prøvningsrapport.

#### **6.2.1.2 Beskyttelse mod jordfugt**

Antenneskabet skal være beskyttet mod indtrængning af jordfugt.

#### **6.2.1.3 Ventilation**

Antenneskabe med aktivt udstyr skal normalt være forsynet med ventilation. Åbningen skal sikres mod indstik dvs. IP 4x, i henhold til EN 60529 og Bilag 7.

#### **6.2.1.4 Åbning af standere/skabe**

Standeren/antenneskabet må kun kunne åbnes med værktøj eller nøgle.

### 6.2.1.5 Befæstigelse af kabler

Koaksialkablerne skal fæstnes i skabet. Befæstigelsen må ikke beskadige koaksialkablerne.

### 6.2.2 Væghængte antenneskabe

For væghængte antenneskabe gælder samme krav som anført i punkterne 6.2.1.1- 6.2.1.5. Antenneskabets underkant skal placeres mindst 20 cm over endelig terrænkote.

Endvidere gælder følgende:

#### 6.2.2.1 Montering og åbning af skabe

Dækslet på antenneskabet skal monteres mekanisk solidt og må kun kunne åbnes ved brug af værktøj eller nøgle.

### 6.2.3 Antenneskabe med aktivt materiel

#### 6.2.3.1 Placering af fugtspærre

Antenneskabe skal opfylde de i 6.2.1 nævnte krav, idet fugtspærrens underkant dog kan tillades placeret mindst 10 cm over endelig terrænkote på betingelse af, at antenneskabet indtil 20 cm over terrænkote er udført iht. IP x4.

## 6.3 Prøvningsforskrifter

### 6.3.1 Korrosionsprøvning

Stander/antenneskab nr. 1 eller repræsentative dele heraf (hængsler, lukkebeslag etc.) anbringes 2 timer i et tågekammer med opløsning af 20 % vejsalt og 2,5 % koncentreret ammoniakvand. Umiddelbart herefter anbringes delene uden skylning i et kammer med 100 % relativ fugtighed og svag lufttilførsel ved 35-40 °C i 7 døgn.

Efter eksponeringen må dele ikke udvise tegn på korrosion, ligesom åbne- og lukkefunktioner skal være intakte. I tilfælde af begyndende korrosionsangreb efter de anførte 7 døgn fortsættes prøvningen indtil 30 døgn i alt, hvorefter endelig bedømmelse foretages.

### 6.3.2 Funktionsprøvning

Stander/antenneskab nr. 2 underkastes en eksponering bestående af 5 cykler à varme ved 60 °C i 3 timer, én time ved rumtemperatur, kulde ved -20 °C i 3 timer samt UV-lys i 16 timer, således at hver cykel kan gennemføres indenfor et døgn. Efter eksponeringen må monteringsplader, skinner, skruer o. lign. ikke udvise tegn på korrosion ligesom åbne- og lukkefunktionerne forsat skal være intakte. Emne nr. 2 underkastes herefter, med de anførte undtagelser, følgende prøvninger (løse standere skal være monteret med tilhørende antenneskabe):

#### 6.3.2.1 Slagprøvning

Emnerne skal efter at være nedkølet til -20 °C i to timer i et vilkårligt punkt udsættes for en slagpåvirkning med en 3 kg stålkugle med frit fald 1 m. Herved må der ikke opstå brud eller revnedannelser i materialet. Åbne- og lukkefunktionerne skal forsat være intakte.



### 6.3.2.2 Bøjningsprøvning

Udføres ikke på løse antenneskabe. Emnerne skal indspændes, som var de nedgravet i jord, udsættes for bøjningspåvirkning, idet en kraft på 1000 Newton overføres gennem en 10 x 10 cm trykplade 15 cm inde fra emnets øverste kant.

Herved må der ikke fremkomme blivende deformationer eller brud og revnedannelse. Efter prøvningen skal åbne- og lukkefunktionerne forsat være intakte.

### 6.3.2.3 Vridningsprøve

Antenneskabe, der sammenhæftes med andre antenneskabe, skal afprøves efter vridningsprøven", som dog kun skal foretages i øverste sammenkoblingspunkt.

Emnerne skal indspændt, som var de nedgravet i jord, tåle et vridningsmoment på 100 Nm, idet momentarmen 1 m regnes fra emnets kant nærmest lasten, og momentet påføres emnets top (øverste sammenkoblingspunkt).

Herved må der ikke fremkomme blivende deformationer eller brud og revnedannelser. Låge/dæksel skal i belastet tilstand kunne åbnes eller lukkes.

### 6.3.2.4 Tæthedsprøvning af fugtspærre (mellembund)

Emnerne anbringes i et kar med vand og forsegles mod dampudslip til nedgravningsdybde, idet følgende prøvningsbetingelser i øvrigt gælder:

|                       |                         |
|-----------------------|-------------------------|
| Vandstand:            | 35 cm under terrænkote. |
| Vandtemperatur:       | 40-50 °C.               |
| Omgivelsestemperatur: | 20 ± 5 °C.              |

Efter to timer må der ikke kunne konstateres kondensdannelse i rummet over fugtspærren i modsætning til rummet under fugtspærren, der skal være udpræget vådt på alle overflader.

### 6.3.2.5 Overbrusning

Emnerne skal kunne modstå en overbrusning i henhold til IEC-publikation 529, IP x3.

### 6.3.2.6 Prøvning med gittersnit

Overfladebehandlede standere og antenneskabe skal kunne bestå kravene i henhold til DS/EN ISO 2409, klassifikation 2.

## 6.4 Fugtspærre

### 6.4.1 Dimensioner

Fugtspærren skal være af skumplastmateriale og tykkelsen skal være mindst 50 mm.

### 6.4.2 Elasticitet

Fugtspærren skal ved sammentrykning med hånden umiddelbart kunne genvinde sin oprindelige form.

### 6.4.3 Ældningsprøvning

Fugtspærren udsættes for følgende cyklus:

- 1) Konditionering i ovn ved 70 °C i 1 døgn.
- 2) Neddypning i vand ved 20 °C i 1 døgn.
- 3) Konditionering i våd tilstand ved -20 °C i 1 døgn.

Denne cyklus gentages 7 gange.

Efter ældningsprøven besigtiges skummet, og der må ikke forefindes visuelle beskadigelser, ligesom fugtspærrens elastiske egenskaber skal opfylde kravene i 6.4.2.

### 6.4.4 Prøvning for funktionsegenskaber

Den ældste fugtspærre monteres i en stander eller antenneskab, og der foretages prøvning i henhold til 6.3.2.4.

## 6.5 Varmeeffekt

Som vejledning for installatøren skal oplysning om den maksimale varmeeffekt, som kan tillades afsat, markeres i hvert enkelt antenneskab.

Beregningsmetoden er beskrevet i IEC TR 60890. Den i IEC-dokumentet beskrevne beregningsmetode bruges også for antenneskabe med overfladeareal på  $< 1,25 \text{ m}^2$  og med ventilationsåbninger.

Ved beregningen forudsættes det, at filteret er nyt. Volumenstrømmen ( $\text{m}^3/\text{sec}$ ) skal være det dobbelte for et tilsvarende skab uden filter.

Den anførte maksimale varmeeffekt skal være den effekt, som netop medfører en toptemperatur på 50 °C, jf. IEC-dokumentet.

Som grundlag for beregningen skal der som minimum anvendes en omgivelsestemperatur på 35 °C.

## 6.6 Mærkning

Alle standere eller antenneskabe skal være tydeligt mærkede med:

- Nedgravningsdybde
- Navn på fabrikat eller importør
- Typebetegnelse
- Produktionsmåned og -år (evt. i kode)
- Maksimal effekt, som kan tillades afsat i pågældende type.

Mærkningen skal være mekanisk solid og holdbar.

**Bilag 1      Frekvensforhold i fællesantenneanlæg**

Ved kanaldisponering skal sælger sikre, at kanalarsteret udnyttes optimalt, således anlægget så vidt muligt sikres mod forstyrrelser fra og af kendte forstyrrelseskilder som f.eks. tv-radiosendere, mobiltjenester, beredskabstjenester, personsøgeanlæg m.m. Anlægget bør udformes mht. valg af materiel, så disse tjenester ikke giver anledning til forstyrrelser hos fællesantenneanlæggenes brugere.

Opmærksomheden henledes på, at Erhvervsministeriets "Lov om radiofrekvenser" giver Erhvervsstyrelsen hjemmel til at fastsætte tekniske bestemmelser om anvendelse af radiofrekvenser i faste telenet for at sikre imod utilsigtet elektromagnetisk udstråling fra disse anlæg. Sådanne bestemmelser skal altid respekteres.

Signalfordeling i et fællesantenneanlæg må ikke forstyrre andre tjenester såsom nødradio, mobile radioanlæg, luftfartens instrumentlandingsystemer osv., og skal omvendt sikres imod forstyrrelser fra disse tjenester. Kravene til udstråling fra fællesantenneanlæg er angivet i EN 60728-12, og summeret i tabellen nedenfor:

| Frekvensområde<br>(MHz) | Total udstråling<br>Feltstyrke i 3 m afstand<br>(dB $\mu$ V/m) | Enkelt bærebølge<br>Feltstyrke i 3 m afstand<br>(dB $\mu$ V/m) | Målebåndbredde<br>(kHz) |
|-------------------------|--|--|-------------------------|
| 30 – 950                | $\leq 40$  | $\leq 27$  | 120                     |
| 950 – 2500              | $\leq 50$  | $\leq 50$  | 1000                    |
| 2500 - 3500             | $\leq 64$  | $\leq 64$  | 1000                    |

Det er kendt, at udstråling fra kabel-tv netværk kan forstyrre basestationer for mobiltelefoni, hvilket kan føre til, at signaler i kabel-tv netværket må blokeres, hvis ikke netværkets udstråling kan begrænses.

Kanalerne i et fællesantenneanlæg nyder ingen beskyttelse overfor forstyrrelser, som skyldes "lovlige" sendere, som er eller senere bliver etableret, selvom der i fællesantenneanlægget anvendes normerede kanaler.

Sådanne forstyrrelser skyldes "utætheder" for elektromagnetiske signaler i fællesantenneanlæggets enkelte dele, herunder koaksialkablerne, og i overgangspunkter mellem koaksialkabler og de enkelte komponenter. Det har vist sig, at især brugernes boliginstallationer, tilslutningsledninger m.v. kan give utæthedsproblemer med forstyrrelser til følge.

Et fællesantenneanlæg er omfattet af EMC-lovens krav; men selv om disse krav er tilgodesete ved anlæggets etablering, kan der udmærket på et senere tidspunkt opstå forstyrrelsesproblemer, f.eks. som følge af fejl i anlægget.

Et fællesantenneanlægs frekvensdisponering bør foretages ud fra et kendskab til lokalt anvendte tjenester, som vil kunne forstyrres eller som vil kunne forstyrre fællesantenneanlæggets funktioner, og på den måde sikre en lav risiko for forstyrrelser. Her ud over kan "Kanal- og frekvensplan for fællesantenneanlæg" give et fingerpeg om, hvilke frekvenser der ikke bør anvendes til signalfordeling i fællesantenneanlæg.

Det må påregnes, at ejeren af et fællesantenneanlæg, som forårsager forstyrrelse, kan pålægges at bringe forstyrrelserne til ophør. Det kan ikke udelukkes, at ejeren kan pålægges ansvaret for skader, som skyldes forstyrrelserne.

Der henvises i øvrigt til Erhvervsstyrelsens hjemmeside for yderligere oplysninger om EMC lovgivningen.

**Bilag 1a: “Kanal- og frekvensplan for fællesantenneanlæg”**

Denne plan stammer fra den periode, da frekvensudnyttelsen hvilede på en disposition af enkeltkanaler, dvs. med øverste grænse for UHF på 862 MHz. Med introduktionen af DOCSIS 3.1 er den øvre grænse hævet til 1218 MHz, og udvidelse op til 1794 MHz kan komme på tale.

Ved revisionen den 3.5.2018 bemærkedes det, at denne plan bør indeholde mulige forstyrrende signaler fra mobil bredbånd (LTE) på 700 og 800 MHz, samt DAB frekvenser og udstråling fra fjernaflæste elmålere. Bemærk der anvendes forskellige DAB frekvenser i Jylland og på øerne.

**Bilag 1b: “Oversigt over frekvensbånd, tv-kanalnumre og frekvenser”**

Denne plan stammer fra den periode, da frekvensudnyttelsen hvilede på en disposition af enkeltkanaler og analog TV.



**Bilag 1b Oversigt over frekvensbånd, tv-kanalnumre og frekvenser**

| Bånd                     | Kanal    | Frekvens-<br>område<br>(MHz) | Billed-<br>bærebølge<br>(MHz) | Lydbære-<br>bølge<br>(MHz) |
|--------------------------|----------|------------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| Returvej                 |          | 5 - 65                       |                               |                            |
| Bånd 1.                  | K2       | 47 - 54                      | 48,25                         | 53,75                      |
|                          | K3       | 54 - 60                      | 55,25                         | 60,75                      |
|                          | K4       | 61 - 68                      | 62,25                         | 67,75                      |
| Bånd 2.                  | FM-radio | 87,5 - 108                   |                               |                            |
| Nedre<br>mellem-<br>band | S2       | 111 - 118                    | 112,25                        | 117,75                     |
|                          | S3       | 118 - 125                    | 119,25                        | 124,75                     |
|                          | S4       | 125 - 132                    | 126,25                        | 131,75                     |
|                          | S5       | 132 - 139                    | 133,25                        | 138,75                     |
|                          | S6       | 139 - 146                    | 140,25                        | 145,75                     |
|                          | S7       | 146 - 153                    | 147,25                        | 152,75                     |
|                          | S8       | 153 - 160                    | 154,25                        | 159,75                     |
|                          | S9       | 160 - 167                    | 161,25                        | 166,75                     |
|                          | S10      | 167 - 174                    | 168,25                        | 173,75                     |
|                          | Bånd 3   | K5                           | 174 - 181                     | 175,25                     |
| K6                       |          | 181 - 188                    | 182,25                        | 187,75                     |
| K7                       |          | 188 - 195                    | 189,25                        | 194,75                     |
| K8                       |          | 195 - 202                    | 196,25                        | 201,75                     |
| K9                       |          | 202 - 209                    | 203,25                        | 208,75                     |
| K10                      |          | 209 - 216                    | 210,25                        | 215,75                     |
| K11                      |          | 216 - 223                    | 217,25                        | 222,75                     |
| K12                      |          | 223 - 230                    | 224,25                        | 229,75                     |
| Øvre<br>Mellem<br>Band   | S11      | 230 - 237                    | 231,25                        | 236,75                     |
|                          | S12      | 237 - 244                    | 238,25                        | 243,75                     |
|                          | S13      | 244 - 251                    | 245,25                        | 250,75                     |
|                          | S14      | 251 - 258                    | 252,25                        | 257,75                     |
|                          | S15      | 258 - 265                    | 259,25                        | 264,75                     |
|                          | S16      | 265 - 272                    | 266,25                        | 271,75                     |
|                          | S17      | 272 - 279                    | 273,25                        | 278,75                     |
|                          | S18      | 279 - 286                    | 280,25                        | 285,75                     |
|                          | S19      | 286 - 293                    | 287,25                        | 292,75                     |
|                          | S20      | 293 - 300                    | 294,25                        | 299,75                     |

## Oversigt over frekvensbånd, tv-kanalnumre og frekvenser, fortsat

| Bånd             | Kanal | Frekvens-<br>område<br>(MHz) | Billed-<br>bærebølge<br>(MHz) | Lydbære-<br>bølge<br>(MHz) |
|------------------|-------|------------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| Hyper-<br>Båndet | S21   | 302 - 310                    | 303,25                        | 308,75                     |
|                  | S22   | 310 - 318                    | 311,25                        | 316,75                     |
|                  | S23   | 318 - 326                    | 319,25                        | 324,75                     |
|                  | S24   | 326 - 334                    | 327,25                        | 332,75                     |
|                  | S25   | 334 - 342                    | 335,25                        | 340,75                     |
|                  | S26   | 342 - 350                    | 343,25                        | 348,75                     |
|                  | S27   | 350 - 358                    | 351,25                        | 356,75                     |
|                  | S28   | 358 - 366                    | 359,25                        | 364,75                     |
|                  | S29   | 366 - 374                    | 367,25                        | 372,75                     |
|                  | S30   | 374 - 382                    | 375,25                        | 380,75                     |
|                  | S31   | 382 - 390                    | 383,25                        | 388,75                     |
|                  | S32   | 390 - 398                    | 391,25                        | 396,75                     |
|                  | S33   | 398 - 406                    | 399,25                        | 404,75                     |
|                  | S34   | 406 - 414                    | 407,25                        | 412,75                     |
|                  | S35   | 414 - 422                    | 415,25                        | 420,75                     |
|                  | S36   | 422 - 430                    | 423,25                        | 428,75                     |
|                  | S37   | 430 - 438                    | 431,25                        | 436,75                     |
|                  | S38   | 438 - 446                    | 439,25                        | 444,75                     |
|                  | S39   | 446 - 454                    | 447,25                        | 452,75                     |
|                  | S40   | 454 - 462                    | 455,25                        | 460,75                     |
|                  | S41   | 462 - 470                    | 463,25                        | 468,75                     |
| Bånd 4           | K21   | 470 - 478                    | 471,25                        | 476,75                     |
|                  | K22   | 478 - 486                    | 479,25                        | 484,75                     |
|                  | K23   | 486 - 494                    | 487,25                        | 492,75                     |
|                  | K24   | 494 - 502                    | 495,25                        | 500,75                     |
|                  | K25   | 502 - 510                    | 503,25                        | 508,75                     |
|                  | K26   | 510 - 518                    | 511,25                        | 516,75                     |
|                  | K27   | 518 - 526                    | 519,25                        | 524,75                     |
|                  | K28   | 526 - 534                    | 527,25                        | 532,75                     |
|                  | K29   | 534 - 542                    | 535,25                        | 540,75                     |
|                  | K30   | 542 - 550                    | 543,25                        | 548,75                     |
|                  | K31   | 550 - 558                    | 551,25                        | 556,75                     |
|                  | K32   | 558 - 566                    | 559,25                        | 564,75                     |
|                  | K33   | 566 - 574                    | 567,25                        | 572,75                     |
|                  | K34   | 574 - 582                    | 575,25                        | 580,75                     |
|                  | K35   | 582 - 590                    | 583,25                        | 588,75                     |
|                  | K36   | 590 - 598                    | 591,25                        | 596,75                     |
|                  | K37   | 598 - 606                    | 599,25                        | 604,75                     |

## Oversigt over frekvensbånd, tv-kanalnumre og frekvenser, fortsat

| Bånd  | Kanal | Frekvens-<br>område<br>(MHz) | Billed-<br>bærebølge<br>(MHz) | Lydbære-<br>bølge<br>(MHz) |
|-------|-------|------------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| Bånd5 | K38   | 606 - 614                    | 607,25                        | 612,75                     |
|       | K39   | 614 - 622                    | 615,25                        | 620,75                     |
|       | K40   | 622 - 630                    | 623,25                        | 628,75                     |
|       | K41   | 630 - 638                    | 631,25                        | 636,75                     |
|       | K42   | 638 - 646                    | 639,25                        | 644,75                     |
|       | K43   | 646 - 654                    | 647,25                        | 652,75                     |
|       | K44   | 654 - 662                    | 655,25                        | 660,75                     |
|       | K45   | 662 - 670                    | 663,25                        | 668,75                     |
|       | K46   | 670 - 678                    | 671,25                        | 676,75                     |
|       | K47   | 678 - 686                    | 679,25                        | 684,75                     |
|       | K48   | 686 - 694                    | 687,25                        | 692,75                     |
|       | K49   | 694 - 702                    | 695,25                        | 700,75                     |
|       | K50   | 702 - 710                    | 703,25                        | 708,75                     |
|       | K51   | 710 - 718                    | 711,25                        | 716,75                     |
|       | K52   | 718 - 726                    | 719,25                        | 724,75                     |
|       | K53   | 726 - 734                    | 727,25                        | 732,75                     |
|       | K54   | 734 - 742                    | 735,25                        | 740,75                     |
|       | K55   | 742 - 750                    | 743,25                        | 748,75                     |
|       | K56   | 750 - 758                    | 751,25                        | 756,75                     |
|       | K57   | 758 - 766                    | 759,25                        | 764,75                     |
|       | K58   | 766 - 774                    | 767,25                        | 772,75                     |
|       | K59   | 774 - 782                    | 775,25                        | 780,75                     |
|       | K60   | 782 - 790                    | 783,25                        | 788,75                     |
|       | K61   | 790 - 798                    | 791,25                        | 796,75                     |
|       | K62   | 798 - 806                    | 799,25                        | 804,75                     |
|       | K63   | 806 - 814                    | 807,25                        | 812,75                     |
|       | K64   | 814 - 822                    | 815,25                        | 820,75                     |
|       | K65   | 822 - 830                    | 823,25                        | 828,75                     |
|       | K66   | 830 - 838                    | 831,25                        | 836,75                     |
|       | K67   | 838 - 846                    | 839,25                        | 844,75                     |
|       | K68   | 846 - 854                    | 847,25                        | 852,75                     |
|       | K69   | 854 - 862                    | 855,25                        | 860,75                     |



## Bilag 2      Eksempler på opbygning af fællesantenneanlæg

### Lysledernet opbygning:

Et lysledernet består i sin simpleste form af en optisk sender, et optisk fiberkabel og en optisk modtager. Der findes sendere med vidt forskellige egenskaber afhængig af teknologien. De kan være konstrueret for forskellige optiske bølgelængder og med direkte eller ekstern modulation.

I Kabel-TV netværk anvendes i stigende grad analog lysledertransmission, med brug af eksternt modulerede lasere samt lyslederforstærkere (EDFA). Indsættelse af lyslederforstærkerne gør det muligt at bygge lange lyslederstrækninger og at opveje den ekstra dæmpning, der opstår ved indsættelse af optiske fordelere og WDM filtre.

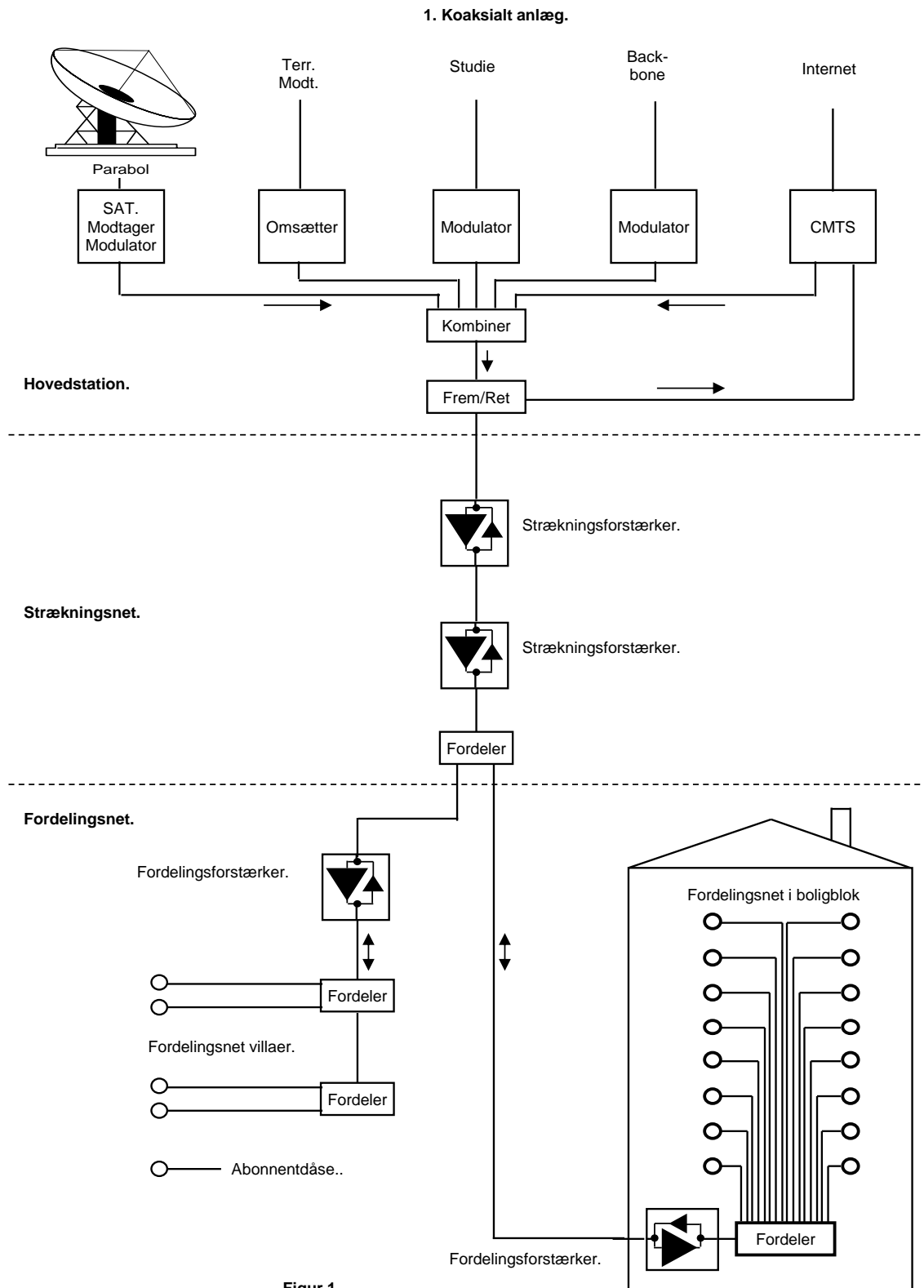
Følgende eksempler omhandler 4 typer af fællesantenneanlæg, som benytter modulerede HF-signaler.

Rene data net med digital modulation uden HF-bærebølge er ikke omfattet af denne anbefaling.

1. **Rene koaksiale anlæg.** Dvs. anlæg, hvor der udelukkende anvendes traditionelle koaksialkabler og forstærkere.
2. **FT-Strækningsnet.** Dvs. anlæg, hvor der anvendes lyslederteknologi i strækningsnet.
3. **FTTC.** Dvs. anlæg, hvor der anvendes lyslederteknologi frem til sidste fordelingsforstærker.
4. **FTTH.** Dvs. anlæg, hvor der anvendes lyslederteknologi helt frem til abonnenten.

Eksempel på koaksialt anlæg (figur 1)

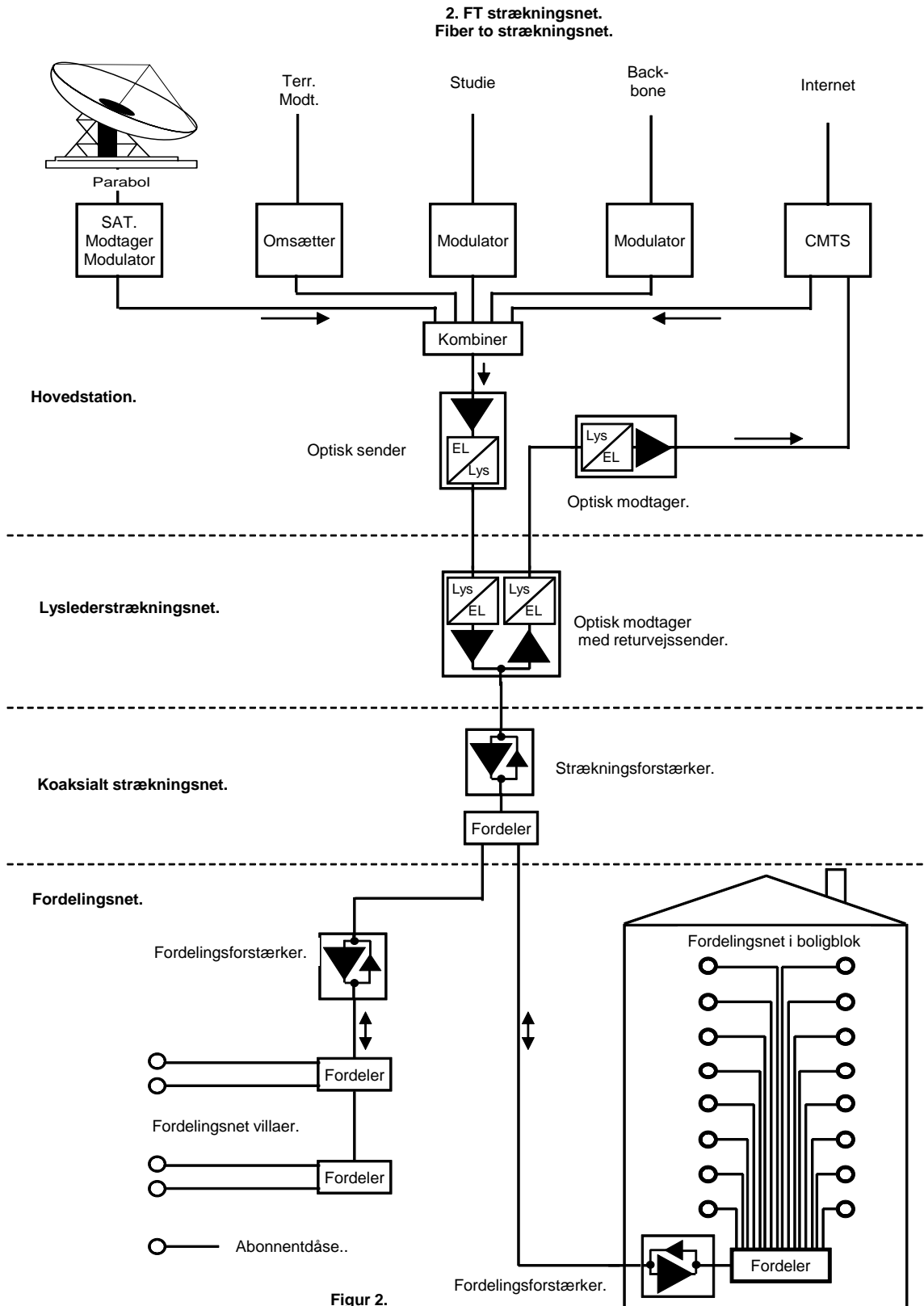
Eksempel på Koaksialt anlæg (figur 1).



Figur 1.

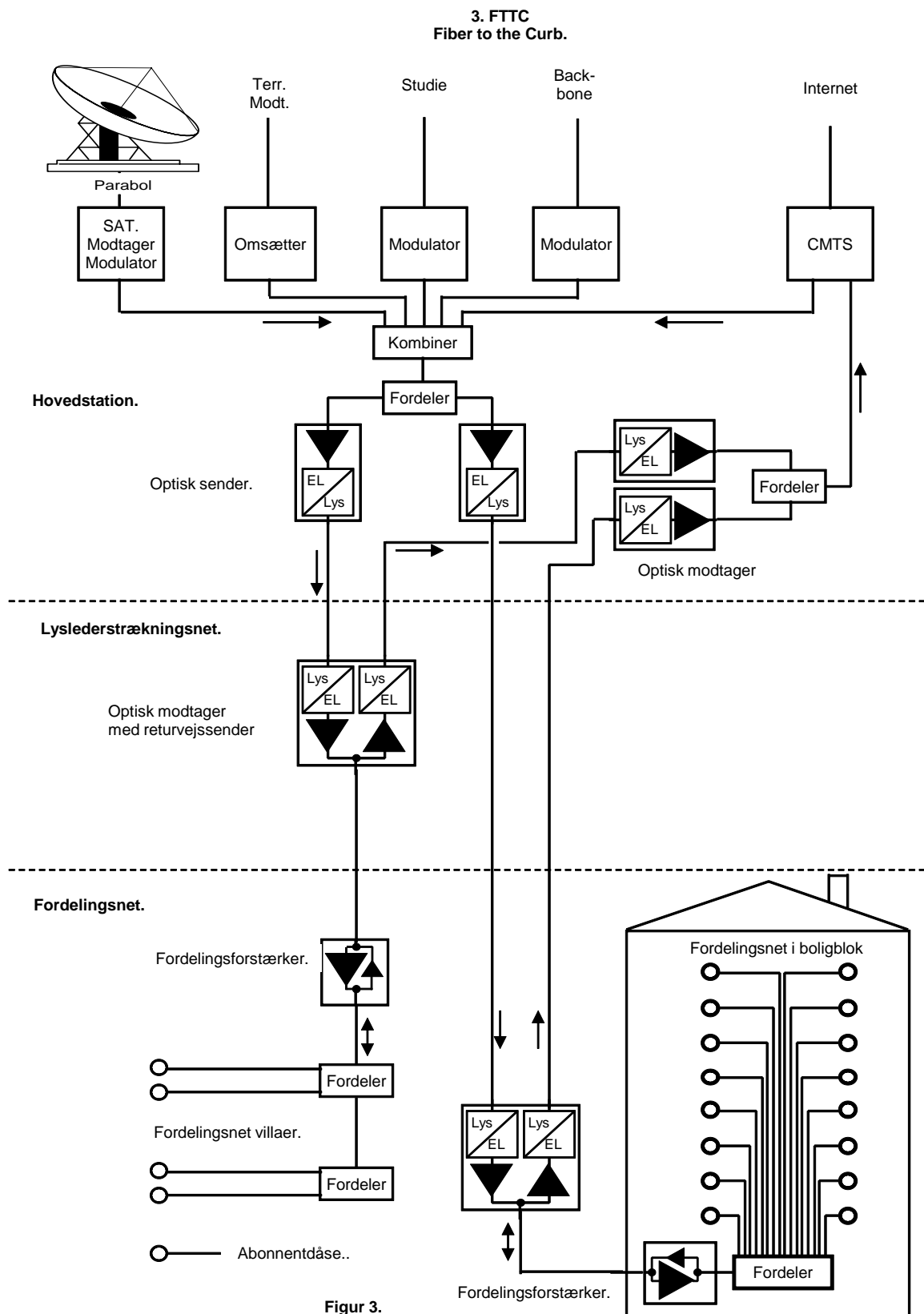
Eksempel på FT-strækningsnet (figur 2)

Eksempel på FT-strækningsnet (figur 2).



Eksempel på FTTC net (figur 3)

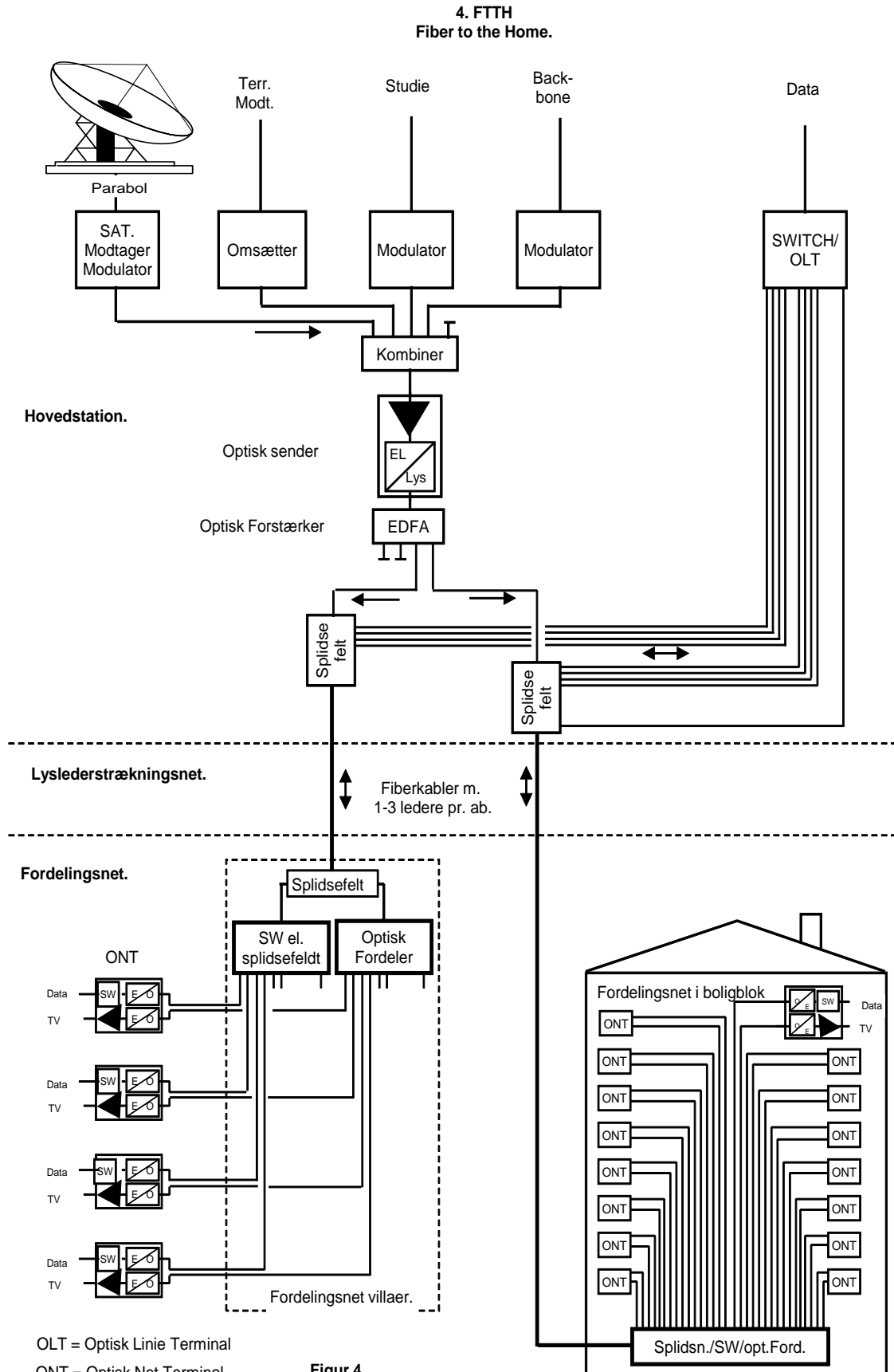
Eksempel på FTTC net (figur 3).



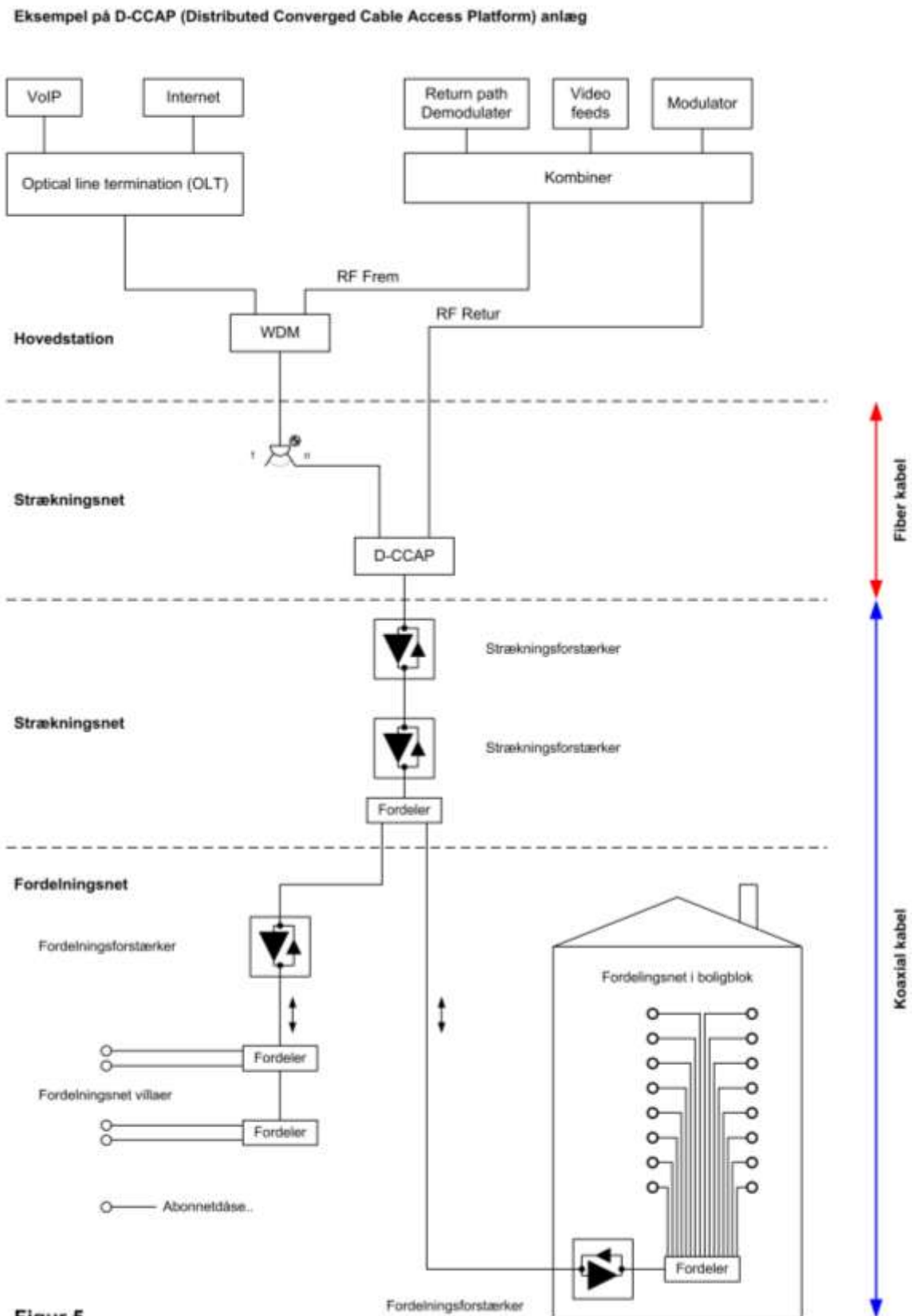
Figur 3.

Eksempel på FTTH net (figur 4)

Eksempel på FTTH net (figur4) .



Eksempel på D-CCAP net (figur 5)



Figur 5

### Bilag 3 Eksempel på beregningsmetoder for systemværdier

Beregningsmetoderne i dette bilag gælder analoge signaler, og er derfor mest af historisk betydning.

I beregningerne er anvendt forkortelser, som er definerede i kapitlet "Forklaring af forkortelser mv." sidst i dette afsnit.

Systemværdierne  $\text{signal}_{\text{HF}}/\text{støj}_{\text{HF}}$  forhold (C/N) og intermodulationsafstand (IMA) beregnes på baggrund af nominelle værdier for signalspændinger, forstærkninger og dæmpninger. Da disse værdier er behæftede med tolerancer (variationer), indgår også disse i beregningerne.

#### 1. Tolerance for radio og tv signaler

Tv- og radiosignalernes niveauer i et indreguleret og idriftsat fællesantenneanlæg påvirkes til stadighed dels af:

- variationer i signalspændingerne, som tilføres anlægget fra egne antenner eller fra andet bredbåndsanlæg (fællesantenneanlæg)

og dels af

- reguleringsrestfejl i AGC-regulerede og pilottoneregulerede forstærkere
- ældning af komponenterne og dermed ændring af deres specifikationer
- temperaturafhængige dæmpningsvariationer i transmissionskabler.

Herudover fremkommer ved anlæggets indregulering forskydninger af de faktiske signalspændinger i forhold til de projekterede/beregne værdier af følgende årsager:

- måleøjagtigheder m.v. i forbindelse med anlæggets indregulering
- tolerancer i amplitude-frekvenskarakteristikken for aktive og passive enheder som indgår i anlægget. Niveaueet for et signalspektrum på udgangen af en forstærker fastsættes ud fra måling af signalspændingen i en repræsentativ kanal (frekvens).

Sådanne i praksis ukontrollerede signalspændingsvariationer påvirker driftsniveauerne i fællesantenneanlægget og indgår derfor ved beregning af systemværdierne.

Ukontrollerede signalspændingsvariationer kan reduceres ved i transmissionsvejen at indskyde passende udstyr med funktioner for regulering af forstærkningen.

#### 1.1 Principper for sammenregning af Tolerancer (Tol.)

Tolerancerne (variationerne) i de signalspændinger og komponentdata mv., som tilsammen giver de ukontrollerede signalniveauevariationer i et fællesantenneanlæg, kan sammenregnes, som vist i det følgende.

Variationer, der har tilfældig eller ikke systematisk karakter, sammenregnes efter statistiske sandsynlighedsprincipper, dvs.

$$TOL = \sqrt{TOL_a^2 + TOL_b^2 + \dots TOL_x^2} [dB]$$

Til denne gruppe hører også måleusikkerhed og ældning, der tilsammen sættes til mindst 1,0 dB.

Variationer på grund af kabeldæmpningens temperaturafhængighed har derimod en systematisk karakter og adderes direkte til Tol.

KDV er summationen af den temperaturafhængige dæmpningsvariation i dB i koaksialkabelstrækningen mellem signaludgangen af nærmeste foranværende, (regnet i signalets retning) regulerede forstærker og signalindgangen på den forstærker, som der konkret foretages systemværdiberegninger for.

$$KDV = \Sigma \alpha \times \Delta t \times k \text{ [dB]}$$

$\Sigma \alpha$  er den summerede kabeldæmpning i dB ved nominal temperatur og ved en given frekvens

$\Delta t$  er temperaturvariationen i kablet i °C

$k$  er temperaturkonstant for det pågældende kabel (0,002 for koaksialkabel med kobberledere)

For kabler i jord regnes med en nominal temperatur (middeltemperatur) på + 10 °C og en temperaturvariation på  $\pm 10$  °C.

For kabler i luft regnes med en nominal temperatur (middeltemperatur) på +10 °C og en variation på  $\pm 30$  °C.

## 1.2 Beregning af TOL, TOL<sub>i</sub> og TOL<sub>o</sub>

Signalniveauet i en kæde af forstærkere påvirkes af:

- A. Forandringer i forstærkninger og dæmpninger i selve kæden. Sådanne forandringer af signalspændinger i forhold til nominal værdi i selve kæden kan reduceres vha. indskudte pilotsignalregulerede forstærkere, hvor forstærkningen styres af et eller flere HF-pilotsignaler, som sammen med radio- og tv-signalerne fremføres i kæden. Hvis pilotsignalets spænding, som optræder på en reguleret forstærkers signaludgang, afviger fra den nominelle værdi, regulerer forstærkeren automatisk spændingen på plads for såvel pilotsignal som for radio- og tv-signalerne. Signalerne vil dog være påvirket af en restfejl i reguleringsfunktionen, som stammer fra den pilotsignalregulerede forstærker ( $\Delta V_o$ ) og fra pilotsignalgeneratorens udgangsspænding ( $\Delta V_p$ ). Disse har tilfældig karakter.
- B. Forandringer i signalniveauet, som påtrykkes kæden. Signalniveauet som påtrykkes forstærkerkæden kan pga. f.eks. varierende antennespænding, summerede signalvariationer fra foranliggende net o.l. variere i forhold til nominal værdi. I denne Vejledning antages det, at denne tolerance (TOL<sub>i</sub>) har tilfældig karakter.

TOL er en regnestørrelse som indføres af praktiske grunde.

TOL<sub>o</sub> er tolerancen på signalspændingen i en tv-kanal på udgangen af en forstærker.

For en pilottonereguleret forstærker gælder:

$$TOL = \sqrt{TOL_1^2 + \Delta V_{o2} + \Delta V_p^2} \text{ [dB]}$$

$$TOL_o = TOL \text{ [dB]}$$

- Hvor
- TOL<sub>i</sub> er signalspændingsvariationen på udgangen af signalkilden (f.eks. antennen, foranliggende system o.l.)
  - TOL<sub>o</sub> er signalspændingsvariationen på forstærkerens signaludgang
  - $\Delta V_o$  er reguleringsfejlen i dB for den pilottoneregulerede forstærker
  - $\Delta V_p$  er udgangsspændingsvariationen i dB for den anvendte pilottonegenerator.



For en ureguleret forstærker før første pilottoneregulerede forstærker gælder:

$$\begin{aligned} \text{TOL} &= \text{TOL}_i \text{ [dB]} \\ \text{TOL}_o &= \text{TOL}_i + \text{KDV} \text{ [dB]} \end{aligned}$$

Hvor KDV er den temperaturafhængige dæmpning i transmissionskablet.

For en ureguleret forstærker efter første pilottoneregulerede forstærker gælder:

$$\begin{aligned} \text{TOL} &= \sqrt{\text{TOL}_i^2 + \Delta V_{o2} + \Delta V_p^2} \text{ [dB]} \\ \text{TOL}_o &= \text{TOL} + \text{KDV} \text{ [dB]} \end{aligned}$$

## 2. Beregning af C/N og IMA<sub>3</sub>

Alle forstærkere tilfører signalet en vis mængde støj og en vis mængde 2. og 3. ordens intermodulationsprodukter.

I en forstærkerkæde summeres støj- og intermodulationsbidragene fra de enkelte forstærkere. Først beregnes de enkelte forstærkeres egne bidrag, hvorefter de enkelte forstærkeres bidrag i kæden sammenregnes.

For en bånd- eller bredbåndskæde foretages beregningerne i princippet for hver enkelt kanal. I praksis beregnes C/N i den kanal (frekvens), hvor den summerede værdi for C/N er lavest og IMA i den kanal (frekvens), hvor den summerede værdi for IMA er lavest

Ved beregningen af de enkelte forstærkeres egne bidrag, indgår forstærkerens placering i fællesantennesystemet som en beregningsparameter.

### 2.1 Støj- og IMA-bidraget fra den enkelte forstærker

Ved C/N beregning anvendes forstærkerens specificerede støjtal. Hvis der er specificeret støjtal ved hhv. øvre og nedre grænsefrekvens, kan der foretages C/N-beregning ved disse to frekvenser.

Bemærk!

- For en pilotreguleret forstærker sættes KDV = 0 dB
- TOL hentes i afsnittet "Beregning af TOL, TOL<sub>i</sub> og TOL<sub>o</sub>"
- Niv<sub>red</sub> er nul, hvis den maksimale intermodulerede udgangsspænding er bestemt ved CTB-metoden. Se endvidere kapitlet "Reduktion af udgangsspænding fra bånd- og bredbåndsforstærkere"

$$\text{For FM} \quad \text{IN} = V_n - \sqrt{\text{TOL}^2 + A^2} - \text{KDV} - G - S - V_{\text{sFM}}$$

$$\text{For analog tv} \quad \text{IN} = V_n - \sqrt{\text{TOL}^2 + A^2} - \text{KDV} - G - S - V_{\text{stv}}$$

$$\text{IMA}_3 = \text{Ref} + 2(V_{\text{ref}} - (V_n + \sqrt{\text{TOL}^2 + A^2} - \text{KDV} - \text{Niv}_{\text{red}}))$$

$$\text{IMA}_{\text{CTB}} = \text{Ref} + 2(V_{\text{ref}} - (V_n + \sqrt{\text{TOL}^2 + A^2} - \text{KDV}))$$

$$\text{IMA}_{\text{CSO}} = \text{Ref} + (V_{\text{ref}} - (V_n + \sqrt{\text{TOL}^2 + A^2} - \text{KDV}))$$

(Alle størrelser er i dB)

|                    |  |
|--------------------|--|
| C/N                | Carrier to noise (bærebølgeniveau i forhold til HF-støjniveau).  |
| IMA <sub>3</sub>   | Intermodulationsprodukt af 3. orden.   |
| IMA <sub>CTB</sub> | Betegnelse for 3. ordens intermodulationsafstand, målt efter "composite metoden".  |
| IMA <sub>CSO</sub> | Betegnelse for 2. ordens intermodulationsafstand, målt efter "composite metoden".  |
| Ref                | Intermodulationsafstanden (IMA) anvendt ved fastsættelse af V <sub>ref</sub>   |
| V <sub>n</sub>     | Nominel driftudgangsspænding.  |
| A                  | Sikkerhedsmargin for måleusikkerhed og ældning (min. 1,0 dB).  |
| KDV                | hvor KDV er kabeldæmpningsvariationen mellem forstærkerindgangen og udgangen af den foranliggende pilottoneregulerede forstærkerstation. |
| Niv <sub>red</sub> | Reduktion af signalniveau på baggrund af det fremførte kanalantal.   |
| G                  | Maksimal forstærkning.   |
| S                  | Støjtal.   |
| V <sub>s,tv</sub>  | Termisk støjsspænding for en tv-kanal. For AM/PAL-tv regnes med 1,54dB/μV (75 ohm, 290 °K og 4,75 MHz støjbåndbredde).                   |
| V <sub>s,FM</sub>  | Termisk støjsspænding for en FM-kanal.   |

## 2.2 Støj og intermodulationsbidrag fra en tiltforstærker

Der henvises til afsnittet om tiltforstærkere.

## 3. Reduktion af udgangsspænding fra bånd- og bredbåndsforstærkere

Intermodulationsafstanden IMA på signaludgangen af en forstærker formindskes, når udgangsspændingen af signalet stiger. Og: Er forstærkerens intermodulationsbegrænsede udgangsspænding bestemt efter DIN-metoden, vil intermodulationsprodukterne også øges, når der påtrykkes flere signaler.

### CTB/CSO

Når den maksimale intermodulationsbegrænsede udgangsspænding, V<sub>ref</sub> er bestemt ved CTB/CSO målemetoden, er målingen foretaget ved det endelige antal analoge tv-kanaler og udgangsspændingen skal ikke reduceres (Niv<sub>red</sub> = 0).

Følgende empiriske regel anvendes for omregning mellem intermodulationsafstande, målt med modulerede (m) og med umodulerede (u) signaler:

$$\text{IMA}_{\text{CTB,m}} = \text{IMA}_{\text{CTB,u}} + 10 \text{ dB}$$

$$\text{IMA}_{\text{CSO,m}} = \text{IMA}_{\text{CSO,u}} + 5 \text{ dB}$$

(IMA regnes her positiv og i dB)

Af praktiske grunde bør der regnes med CTB<sub>m</sub> og CSO<sub>m</sub> værdier.

### DIN-metoden

Hvis V<sub>ref</sub> er bestemt ved 3-signalmetoden (DIN 45004B), og der fremføres flere end 2 tv-kanaler, skal udgangsspændingen reduceres med Niv<sub>red</sub>

$$\text{For } N \leq 24: \text{Niv}_{\text{red}} = 7,5 \log(N-1)$$

$$\text{For } N > 24: \text{Niv}_{\text{red}} = 20 \log(N-1) - 17$$

N er antal tv-kanaler.

Hvis V<sub>ref</sub> er bestemt ved 3-signalmålemetoden (Ref målt ved 60 dB IMA<sub>3</sub>), skal IMA<sub>2</sub> afstanden

være større end 52 dB, ellers skal  $V_{\text{ref}}$  reduceres tilsvarende.

Forstærkerens maksimale driftspænding +  $N_{\text{iv,red}} + \text{TOL}_n$  må ikke overstige  $V_{\text{ref}}$

Ved beregninger ses bort fra FM-radiofonisignaler, som på udgangen af forstærkerne har 10 dB lavere niveauer end tv-signalerne. Der ses normalt også bort fra et par pilottoner.

Som generel regel bør alle signaler, som ikke er FM-radio- og AM/tv-signaler, af hensyn til den samlede belastning af bredbåndsforstærkerne omregnes efter effekt-metoden til ækvivalente tv-kanaler. Disse indregnes i reduktionsberegningen.

Vejledende kan der ved beregning forudsættes, at en digital tv-kanal (64 QAM) hvis udgangsniveau ligger 10 dB under udgangsniveauet for en analog tv-kanal med samme båndbredde, tilfører ¼ af den effektbelastning den analoge tv-kanal tilfører systemet.

Reduktionsværdierne er vist i efterfølgende tabel 1.

#### 4. Sammenregning af de enkelte forstærkeres IMA

De beregnede IMA-værdier for de enkelte forstærkere i en forstærkerkæde sammenregnes efter en af følgende metoder:

##### Metode 1:

$$\text{IMA}_{\text{res}} = -20 \log(10^{-a} + 10^{-b})$$

$$a = \frac{\text{IMA}_{\text{forst,min}}}{20} \quad b = \frac{\text{IMA}_i}{20}$$

$\text{IMA}_i$  er den resulterende IMA fra samtlige foranliggende forstærkerstationer.  
 $\text{IMA}_{\text{res}}$  bliver  $\text{IMA}_i$  for næste forstærkerstation.

##### Metode 2:

To forskellige  $\text{IMA}_3$  værdier kan lægges sammen ved hjælp af en tabel og efter følgende fremgangsmåde:

1.  $\text{IMA}_3$  beregnes for hver forstærker ( $\text{IMA}_1$  og  $\text{IMA}_2$ ). De benyttede indgangssignaler forudsættes rene.
2. Forskellen mellem de beregnede værdier udregnes. Den mindste værdi trækkes altid fra den største.
3. Ved hjælp af den beregnede forskel findes reduktionsværdien i tabel 2.
4. Reduktionsværdien fratrækkes den mindste IMA. Herved fremkommer den resulterende intermodulationsafstand,  $\text{IMA}_{\text{res}}$

#### 5. Sammenregning af de enkelte forstærkeres C/N

Sammenlægningen kan ske efter en af følgende metoder:

**Metode 1:**

$$CIN_{res} = -10 \log(10^{-c} + 10^{-d})$$

$$c = \frac{CIN_{forst,min}}{10} \quad d = \frac{CIN_i}{10}$$

$C/N_i$  er den resulterende værdi fra samtlige foranliggende forstærkerstationer.  
 $C/N_{res}$  bliver  $C/N_i$  for næste forstærkerstation.

**Metode 2:**

Sammenlægningen sker i følgende orden:

1. Signal/støjforholdene for hver forstærker beregnes.
2. Indgangssignalerne forudsættes at være støjfrie. Det mindste  $C/N$  trækkes fra det største.
3. Forskellen mellem de to  $C/N$  indsættes i tabel 3. Den hertil svarende reduktionsværdi fratrækkes det mindste  $C/N$ . Herved fremkommer  $C/N$  for de to forstærkere.

**5.1 Summation af støjbidrag i en forstærkerkæde**

For en kæde bestående af bånd- og bredbåndsforstærkere, hvor  $C/N$  kendes for hver enkelt bånd- eller bredbåndsforstærker ved hhv. øvre og nedre grænsefrekvens, kan  $C/N$  for hhv. øvre og nedre grænsefrekvens sammenregnes hver for sig. Den laveste sumværdi er forstærkerkædens  $C/N$ . Grænsefrekvenserne forudsættes ens for alle forstærkerne.

**6. Tiltning af signalspektrum vedr. bånd- og bredbåndsforstærker**

I dette kapitel er angivet metoder for beregninger af systemværdier for bånd- og bredbåndsforstærkere med tiltet signalspektrum på signaludgangen.

Et tiltet signalspektrum kan frembringes ved at anbringe en frekvensafhængig dæmpning - en tiltenhed - i forstærkeren. En forstærker med tiltfunktion kaldes "tiltforstærker".

En tiltenhed er en komponent (passiv eller aktiv) med samme amplitude-frekvenskarakteristik som for et givet stykke koaksialkabel, eller med den "omvendte" amplitude-frekvenskarakteristik.

En tiltenhed med positiv tiltværdi kaldes også en "modforvrænger".

Den nominelle værdi af tilten for et signalspektrum udtrykkes i dB og angiver niveauforskellen mellem signalniveau ved laveste hhv. højeste frekvens (grænsefrekvenserne).

Tiltværdien er positiv, hvis de enkelte signalers amplituder er jævnt stigende med frekvensen og negativ, hvis de er jævnt faldende.

**6.1 Tiltning af signalspektrum på en forstærkers udgang**

Det er tilladt at tilte signalspektret på forstærkerens signaludgang.

Beregningsreglerne i dette kapitel forudsætter, at en forstærker med tiltfunktion (tiltforstærker) har tiltenheden anbragt mellem forstærkerens signalindgang og første forstærkerelement og/eller mellem første forstærkerelement og udgangstrinet. Det forudsættes, at det er udgangstrinet, som IMA-begrænser udgangsspændingen.

Er en forstærker udstyret med tiltenhed og/eller frekvensuafhængig variabelt dæmpningsled, som er anbragt mellem første forstærkerelement og udgangstrinet, skal de sammenhørende typegodkendte

eller typeregistrerede værdier for forstærkning, støjtal og maksimale IMA-begrænset udgangsspænding, som svarer til den aktuelle værdi for tilt og dæmpning, anvendes som grundlag for beregninger vedr. forstærkeren.

### Eksempler på IMA- og S/N beregninger for forstærkere med tiltet signalspektrum på udgangen

I det følgende er vist eksempler på beregninger af IMA og S/N. I eksemplerne 2 og 3 er forstærkeren udstyret med tiltfunktion, og der er foretaget opjustering af den nominelle udgangsdriftsspænding.

#### Eks. 1:

Bredbåndsforstærkeren har følgende data:

"Vandret" lineær amplitude-frekvenskarakteristik.

Frekvensområde 47 - 862 MHz.

Maks. udg.sp. ved 2 kanaler,  $V_{ref}$  (60 dB IMA<sub>3</sub>) = 120 dB $\mu$ V.

Maks. forstærkning  $G$  = 30 dB.

Støjtal  $S$  = 8 dB.

Nominel driftudgangsspænding  $V_n$  er fastsat til 101 dB $\mu$ V.

Der overføres 24 tv-kanaler, som medfører at  $Niv_{red}$  = 10,2 dB.

Summen af foranværende ureguleret koaksialkabel-dæmpning er 0 dB og  $TOL_i$  er 3,0 dB.

Beregning af IMA<sub>3</sub> og C/N:

$$IMA_3 = Ref + 2 \left( V_{ref} - \left( V_n + \sqrt{Tol^2 + A^2} \right) - KDV - Niv_{red} \right)$$

$$IMA_3 = 60 + 2 \left( 120 - \left( 101 + \sqrt{3^2 + 1^2} \right) - 0 - 10,21 \right) = 71,26 \text{ dB}$$

$$C/N = V_n - \sqrt{Tol^2 + A^2} - KDV - G - S - V_{stv}$$

$$C/N = 101 - \sqrt{3^2 + 1^2} - 0 - 30 - 8 - 58,30 \text{ dB}$$

#### Eks. 2:

Bredbåndsforstærkeren har følgende data:

"Vandret" lineær amplitude-frekvenskarakteristik.

Frekvensområde 47 - 862 MHz.

Maks. udg.sp. ved 2 kanaler,  $V_{ref}$  (60 dB IMA<sub>3</sub>) = 120 dB $\mu$ V.

Maks. forstærkning  $G$  = 30 dB.

Støjtal  $S$  = 8 dB.

I eksemplet forsynes forstærkeren med en tiltenhed, som anbringes mellem signalindgangen og første forstærkerelement, og som tilter signalspektret på udgangen 6 dB.

Ved 862 MHz er nominel driftudgangsspænding  $V_n$  fastsat til 101 dB $\mu$ V. Tiltningens mulighed for opjustering af  $V_n$  med tiltværdi = 2 dB til  $V_{nj}$  = 103 dB $\mu$ V er benyttet.

Tiltningen nedsætter signalspændingerne på de lavere frekvenser.  $V_{nj}$  ved 47 MHz ( $V_{nj, 47 \text{ MHz}}$ ) er således tiltværdien (6 dB) lavere end den opjusterede driftudgangsspænding ved højeste frekvens (862 MHz), medens støjspændingen forbliver uforandret.

Der overføres 24 tv-kanaler, som medfører at  $Niv_{red} = 10,2 \text{ dB}$ .

Summen af foranværende ureguleret koaksialkabel-dæmpning er 0 dB og  $TOL_i$  er 3,0 dB.

Beregning af  $IMA_3$  og C/N:

$$IMA_3 = Ref + 2 \left( V_{n,j} + \sqrt{TOL^2 + A^2} \right) - KDV - Niv_{red} + \frac{Tilt}{3}$$

$$IMA_3 = 60 + 2 \left( 120 - (103 \sqrt{3^2 + 1^2}) - 0 - 10,21 + \frac{6}{3} \right) = 71,26 \text{ dB}$$

$$C/N_{(47 \text{ MHz})} = (V_{n,j} - Tilt) - \sqrt{TOL^2 + A^2} - KDV - G - S - V_{stv}$$

$$C/N_{(47 \text{ MHz})} = (103 - 6) - \sqrt{3^2 + 1^2} - 0 - 30 - 8 - 1,54 = 54,30 \text{ dB}$$

### Eks. 3:

En tiltforstærker kan have permanent tiltfunktion ("skråforstærker"). Den er altid specificeret for forstærkning ved de to båndgrænser. Støjtallet er typisk én værdi, men kan også være specificeret ved de to båndgrænser.

Bredbåndsforstærkeren i eksemplet er en tiltforstærker med permanent tiltfunktion ("skråforstærker"), som er specificeret med forstærkning og støjtal ved båndgrænserne.

Den har følgende data:

Tiltværdi 6 dB.

Frekvensområde 47 - 862 MHz

Maks. udg.sp. ved 2 kanaler,  $V_{ref}$  (60 dB  $IMA_3$ ) = 120 dB $\mu$ V.

Maks. forst. G = 26 dB v. 47 MHz, 32 dB v. 862 MHz

Støjtal S = 8 dB v. 47 MHz, 9 dB v. 862 MHz

Ved 862 MHz er nominel driftudgangsspænding  $V_n$  fastsat til 101 dB $\mu$ V. Tiltningens mulighed for opjustering af  $V_n$  med tiltværdi = 2 dB til  $V_{nj} = 103 \text{ dB}\mu\text{V}$  er benyttet.

$V_{nj}$  er 97 dB $\mu$ V ved 47 MHz og 103 dB $\mu$ V og ved 862 MHz

Der overføres 24 tv-kanaler, som medfører at  $Niv_{red} = 10,2 \text{ dB}$ .

Summen af foranværende ureguleret koaksialkabel-dæmpning er 0 dB og  $TOL_i$  er 3,0 dB

Beregning af  $IMA_3$  og C/N:

$$IMA_3 = Ref + 2 \left( V_{ref} - \left( V_{n,j} + \sqrt{TOL^2 + A^2} \right) \right) - KDV - Niv_{red} + Tilt$$

$$IMA_3 = 60 + 2 \left( 120 - \left( 103 + \sqrt{3^2 + 1^2} \right) - 0 - 10,21 + 6 \right) = 71,26 \text{ dB}$$

$$C/N_{(862\text{ MHz})} = \left( V_{nj,862\text{ MHz}} - \sqrt{TOL^2 + A^2} \right) - KDV - G - S - V_{stv}$$

$$C/N_{(862\text{ MHz})} = (103 - \sqrt{3^2 + 1^2}) - 0 - 32 - 9 - 1,54 = 57,3\text{ dB}$$

$$C/N_{(47\text{ MHz})} = V_{nj,47\text{ MHz}} - \sqrt{TOL^2 + A^2} - KDV - G - S - V_{stv}$$

$$C/N_{(47\text{ MHz})} = 97 - \sqrt{3^2 + 1^2} - 0 - 26 - 8 - 1,54 = 58,3\text{ dB}$$

## 7. Hjælpekemaer

*Ved revisionen d. 3.5.2018 blev det besluttet, at dette afsnit skal udgå ved en kommende revision i 2020.*

Efterfølgende skemaer kan benyttes ved beregning af reduktion af udgangsniveau på forstærkere, ved sammenlægning af CTB værdier og ved sammenlægning af C/N værdier.

Tabel 1 Reduktionsværdier,  $N_{\text{red}}$  for udgangsspændinger

|         |                  |        |         |                  |        |
|---------|------------------|--------|---------|------------------|--------|
| N = 2;  | $N_{\text{red}}$ | = 0    | N = 26; | $N_{\text{red}}$ | = 11.0 |
| N = 3;  | -                | = 2.2  | N = 27; | -                | = 11.3 |
| N = 4;  | -                | = 3.6  | N = 28; | -                | = 11.6 |
| N = 5;  | -                | = 4.5  | N = 29; | -                | = 11.9 |
| N = 6;  | -                | = 5.2  | N = 30; | -                | = 12.3 |
| N = 7;  | -                | = 5.8  | N = 31; | -                | = 12.5 |
| N = 8;  | -                | = 6.3  | N = 32; | -                | = 12.8 |
| N = 9;  | -                | = 6.8  | N = 33; | -                | = 13.1 |
| N = 10; | -                | = 7.2  | N = 34; | -                | = 13.4 |
| N = 11; | -                | = 7.5  | N = 35; | -                | = 13.6 |
| N = 12; | -                | = 7.8  | N = 36; | -                | = 13.9 |
| N = 13; | -                | = 8.1  | N = 37; | -                | = 14.1 |
| N = 14; | -                | = 8.4  | N = 38; | -                | = 14.4 |
| N = 15; | -                | = 8.6  | N = 39; | -                | = 14.6 |
| N = 16; | -                | = 8.8  | N = 40; | -                | = 14.8 |
| N = 17; | -                | = 9.0  | N = 41; | -                | = 15.0 |
| N = 18; | -                | = 9.2  | N = 42; | -                | = 15.3 |
| N = 19; | -                | = 9.4  | N = 43; | -                | = 15.5 |
| N = 20; | -                | = 9.6  | N = 44; | -                | = 15.7 |
| N = 21; | -                | = 9.8  | N = 45; | -                | = 15.9 |
| N = 22; | -                | = 9.9  | N = 46; | -                | = 16.1 |
| N = 23; | -                | = 10.1 | N = 47; | -                | = 16.3 |
| N = 24; | -                | = 10.2 | N = 48; | -                | = 16.4 |
| N = 25; | -                | = 10.6 | N = 49; | -                | = 16.6 |
|         |                  |        | N = 50; | -                | = 16.8 |
|         |                  |        | N = 60; | -                | = 18.4 |
|         |                  |        | N = 70; | -                | = 19.8 |
|         |                  |        | N = 80; | -                | = 21.0 |
|         |                  |        | N = 90; | -                | = 22.0 |

N angiver antal PAL TV kanaler

$N_{\text{red}}$  angiver, hvor meget udgangsspændingen skal reduceres i forhold udgangsspændingen med 2 TV kanaler

Tabel 2 Reduktionsværdier for sammenlægning af IMA<sub>3</sub>.



| IMA1 - IMA2 Reduktionsværdi |        | IMA1 - IMA2 Reduktionsværdi |          |
|-----------------------------|--------|-----------------------------|----------|
| 0 dB                        | 6,0 dB | 16 dB                       | 1,3 dB   |
| 1 dB                        | 5,5 dB | 17 dB                       | 1,1 dB   |
| 2 dB                        | 5,0 dB | 18 dB                       | 1,0 dB   |
| 3 dB                        | 4,6 dB | 19 dB                       | 0,92 dB  |
| 4 dB                        | 4,2 dB | 20 dB                       | 0,82 dB  |
| 5 dB                        | 3,9 dB | 22 dB                       | 0,66 dB  |
| 6 dB                        | 3,5 dB | 24 dB                       | 0,53 dB  |
| 7 dB                        | 3,2 dB | 26 dB                       | 0,42 dB  |
| 8 dB                        | 2,9 dB | 28 dB                       | 0,33 dB  |
| 9 dB                        | 2,6 dB | 30 dB                       | 0,27 dB  |
| 10 dB                       | 2,4 dB | 35 dB                       | 0,15 dB  |
| 11 dB                       | 2,2 dB | 40 dB                       | 0,08 dB  |
| 12 dB                       | 1,9 dB | 50 dB                       | 0,02 dB  |
| 13 dB                       | 1,8 dB | 60 dB                       | 0,01 dB  |
| 14 dB                       | 1,6 dB | 70 dB                       | 0,002 dB |
| 15 dB                       | 1,4 dB | 80 dB                       | 0,001 dB |

IMA1-IMA2 angiver forskellen mellem to IMA værdier

Reduktionsværdien angiver, hvor meget det laveste IMA-tal skal reduceres

Tabel 3 Tabel til sammenlægning af to C/N værdier.

| C/N  | Forskel mellem |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|      | 0.0            | 0.1  | 0.2  | 0.3  | 0.4  | 0.5  | 0.6  | 0.7  | 0.8  | 0.9  |
| 0.0  | 3.01           | 2.96 | 2.91 | 2.86 | 2.82 | 2.77 | 2.72 | 2.67 | 2.63 | 2.58 |
| 1.0  | 2.54           | 2.50 | 2.45 | 2.41 | 2.37 | 2.33 | 2.28 | 2.24 | 2.20 | 2.16 |
| 2.0  | 2.13           | 2.09 | 2.05 | 2.01 | 1.97 | 1.94 | 1.90 | 1.87 | 1.83 | 1.80 |
| 3.0  | 1.76           | 1.73 | 1.70 | 1.67 | 1.64 | 1.60 | 1.57 | 1.54 | 1.51 | 1.48 |
| 4.0  | 1.46           | 1.43 | 1.40 | 1.37 | 1.35 | 1.32 | 1.29 | 1.27 | 1.24 | 1.22 |
| 5.0  | 1.19           | 1.17 | 1.15 | 1.12 | 1.10 | 1.08 | 1.06 | 1.04 | 1.01 | 0.99 |
| 6.0  | 0.97           | 0.95 | 0.93 | 0.91 | 0.90 | 0.88 | 0.86 | 0.84 | 0.82 | 0.81 |
| 7.0  | 0.79           | 0.77 | 0.76 | 0.74 | 0.72 | 0.71 | 0.70 | 0.68 | 0.67 | 0.65 |
| 8.0  | 0.64           | 0.62 | 0.61 | 0.60 | 0.59 | 0.57 | 0.56 | 0.55 | 0.54 | 0.53 |
| 9.0  | 0.51           | 0.50 | 0.49 | 0.48 | 0.47 | 0.46 | 0.45 | 0.44 | 0.43 | 0.42 |
| 10.0 | 0.41           | 0.40 | 0.39 | 0.39 | 0.38 | 0.37 | 0.36 | 0.35 | 0.35 | 0.34 |
| 11.0 | 0.33           | 0.32 | 0.31 | 0.31 | 0.30 | 0.30 | 0.29 | 0.28 | 0.28 | 0.27 |
| 12.0 | 0.26           | 0.26 | 0.25 | 0.25 | 0.24 | 0.24 | 0.23 | 0.23 | 0.22 | 0.22 |
| 13.0 | 0.21           | 0.21 | 0.20 | 0.20 | 0.19 | 0.19 | 0.19 | 0.18 | 0.18 | 0.17 |
| 14.0 | 0.17           | 0.16 | 0.16 | 0.16 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.14 | 0.14 |
| 15.0 | 0.13           | 0.13 | 0.13 | 0.13 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.11 | 0.11 |
| 16.0 | 0.10           | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 0.09 |
| 17.0 | 0.08           | 0.08 | 0.08 | 0.08 | 0.08 | 0.08 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.07 |
| 18.0 | 0.07           | 0.07 | 0.07 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.06 |
| 19.0 | 0.05           | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.04 |
| 20.0 | 0.04           | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.03 |

Venstre søjle indeholder heltal og øverste række indeholder decimaltal.

Hvis forskellen mellem to C/N-værdier er 7,5 dB, findes reduktionstallet hvor koordinaterne 7.0 og 0,5 skærer hinanden, altså 0,71 dB.

**Forklaring på forkortelser m.v. til Bilag 3**

|                           |   |
|---------------------------|---|
| A                         | Sikkerhedsmargin for måleusikkerhed og ældning (minimum 1,0 dB)   |
| $A_o$                     | Reserve til ældning og måleunøjagtighed for optiske systemer  |
| AM                        | Amplitudemodulation   |
| CTB                       | Composite triple beat (intermodulationsprodukter)   |
| $CTB_m$                   | CTB målt med modulerede bærebølger (intermodulationsprodukter)  |
| $CTB_u$                   | CTB målt med umodulerede bærebølger (intermodulationsprodukter)   |
| CSO                       | Composite second order (intermodulationsprodukter)  |
| $CSO_m$                   | CSO målt med modulerede bærebølger (intermodulationsprodukter)  |
| $CSO_u$                   | CSO målt med umodulerede bærebølger (intermodulationsprodukter)   |
| C/N                       | Carrier to noise (bærebølgeniveau i forhold til støjniveau)   |
| $C/N_i$                   | Resulterende værdi af C/N fra samtlige foranliggende forstærkerstationer  |
| $C/N_{\text{forst,mini}}$ | Mindste C/N for en forstærkerstation  |
| $C/N_{\text{res}}$        | Resulterende C/N på udgangen af en forstærkerstation, som får tilført signaler med carrier to noise $C/N_i$   |
| dB                        | Decibel   |
| FM                        | Frekvensmodulation  |
| G                         | Maksimal forstærkning i dB. I stedet for maksimal forstærkning regnes med maksimal driftforstærkning, hvis forstærkningsreduktionen kan ske uden ændring i støjtallet eller hvis støjtallet er målt ved driftforstærkningen |
| IM                        | Forkortelse af ordet "intermodulation"  |
| IMA                       | Intermodulationsafstand   |
| $IMA_3$                   | Betegnelse for 3. ordens intermodulationsafstand, målt efter DIN metoden*   |
| $IMA_2$                   | Betegnelse for 2. ordens intermodulationsafstand, målt efter DIN metoden*   |
| $IMA_{CTB}$               | Betegnelse for 3. ordens intermodulationsafstand, målt efter "composite metoden"  |

---

\* DIN metoden er for  $IMA_3$  den metode, som er beskrevet i Tekniske Bestemmelser for Fællesantenneanlæg, afsnit A, udgave 2, kapitel 4.2, målemetode 1 og for  $IMA_2$  den metode, som er beskrevet i samme tekniske bestemmelser, kapitel 4.4. Ækvivalente målemetoder fra andre standarder kan benyttes.

|                   |   |
|-------------------|---|
| $IMA_{CSO}$       | Betegnelse for 2. ordens intermodulationsafstand, målt efter "composite metoden"  |
| $IMA_i$           | Resulterende IMA fra samtlige foranliggende forstærkerstationer   |
| $IMA_{forst,min}$ | Mindste IMA for en forstærkerstation  |
| $IMA_{res}$       | Resulterende IMA på udgangen af en forstærkerstation, som får tilført signaler med intermodulationsafstanden $IMA_i$  |
| $\alpha$          | Kabeldæmpning i dB på forstærkerstationens indgangsside med middel temperatur   |
| $\Delta t$        | Kabeltemperaturvariation i °C. For kabler i jord regnes med en middeltemperatur på +10°C og en temperaturvariation på ±10°C. For kabler i luft regnes med en middeltemperatur på +20°C og en temperaturvariation på ±30°C |
| $k$               | Temperaturkonstant for det benyttede kabel (0,002 for kabel med kobberledere)   |
| $KDV$             | $\Sigma \alpha \times \Delta t \times k$ (Summation af kabeldæmpningsvariationen efter sidste regulerede forstærker).   |
| $N$               | Antal overførte TV-kanaler, herunder signaler, som i relation til systemværdiberegninger ækvivaleres med en TV-kanal  |
| $Niv_{red}$       | Reduktion af signalniveau på baggrund af det overførte kanalantal<br><br>Hvis $V_{ref}$ er bestemt ved CTB/CSO målemetoden, er $Niv_{red}$ nul  |
| $Ref$             | Intermodulationsafstanden, IMA, anvendt ved fastsættelse af $V_{ref}$   |
| $S$               | Støjtal for en forstærkerstation  |
| $S/N_{min}$       | Mindste forekommende signal/støj forhold i dB for det pågældende punkt i systemet   |
| $S/N_{u,w}$       | Forholdet mellem signal og støj, målt med "unified weighting" filter  |
| $TOL$             | Regnestørrelse  |
| $TOL_i$           | Signalspændingsvariation fra nominel værdi i dB fra foranliggende system  |
| $TOL_o$           | Signalspændingsvariation fra nominel værdi i dB på forstærkerstationens/systemets udgangsspænding.  |
| $TOL_n$           | Signalspændingsvariation fra nominel værdi i dB på forstærkerstation n's udgangsspænding.   |
| $V_o$             | Maksimal intermodulationsbegrænset udgangsspænding i dB $\mu$ V for pilottonereguleret forstærkerstation  |
| $\Delta V_o$      | Reguleringsrestfejl i dB for pilottonereguleret forstærkerstation   |
| $\Delta V_p$      | Udgangsspændingsvariation i dB for pilottonegenerator   |

|            |  |
|------------|--|
| $V_n$      | Nominal driftudgangsspænding i dB $\mu$ V for forstærkerstation                                |
| $V_{STV}$  | Impedansstøjen for en 75 ohms modstand ved 290° K og 4,75 MHz støjbåndbredde (1,54 dB $\mu$ V) |
| $V_{SFM}$  | Impedansstøjen for en 75 ohms modstand ved 290° K og 340 KHz støjbåndbredde (-9,9 dB $\mu$ V). |
| $V_{ref}$  | Maksimal intermodulationsbegrænset udgangsspænding ved IMA = ref                               |
| $XX_{nom}$ | Typegodkendte/typeregistrerede værdier for optisk materiel                                     |
| $XX_{ud}$  | Resulterende værdier på udgangen af optisk system  |

**Bilag 4      Minimumskrav til signal- og systemværdier m.v. i afleveringspunkt for TV og FM signaler**

Det må forventes, at der løbende sker ændringer i CENELEC-standarderne.

Til mange af specifikationerne er knyttet noter. Disse er ikke medtaget i dette bilag.

I de fastsatte minimumskrav er der ikke indregnet reserver til brug for forringede led i abonnentinstallationen, f.eks. forstærkere o.a. aktive enheder.

Bemærk at kabel-tv og bredbåndsforsyningsselskaber kan have flere og skærpede krav end angivet i dette bilag.

**Uddrag fra CENELEC EN 60728-1, EN 60728-101, EN 60728-10 og EN 60728-12:**Impedans

|                        |        |
|------------------------|--------|
| Nominal systemimpedans | 75 ohm |
|------------------------|--------|

Signalniveau

|                          |  |
|--------------------------|--|
| AM-VSB-TV:               | min: 60 dB $\mu$ V    maks: 77 dB $\mu$ V *) |
| DVB-C 64-QAM modulation  | min: 47 dB $\mu$ V    maks: 67 dB $\mu$ V    |
| DVB-C 256-QAM modulation | min: 54 dB $\mu$ V    maks: 74 dB $\mu$ V    |
| FM-radio,        mono    | min: 40 dB $\mu$ V    maks: 70 dB $\mu$ V    |
| stereo:                  | min: 50 dB $\mu$ V    maks: 70 dB $\mu$ V    |

\*) 80 dB $\mu$ V for systemer med mindre end 20 kanaler

På udgangen af et abonnenttilslutningsstik skal signalniveauet være 1 dB højere.

Niveauforskelle mellem TV-kanaler

|                           |                                |                            |
|---------------------------|--------------------------------|----------------------------|
| AM-VSB-TV                 | 47-862 MHz                     | maks. 12 dB                |
|                           | Indenfor ethvert 60 MHz område | maks. 6 dB                 |
|                           | Nabokanal                      | maks. 3 dB                 |
| FM-TV                     | 950-1750 MHz<br>op til 470 MHz | maks. 15 dB<br>maks. 15 dB |
| DVB-C 64-QAM, 47-862 MHz  |                                | maks. 12 dB                |
|                           | Nabokanal                      | maks. 3 dB                 |
|                           | Nabokanal til AM-VSB-TV        | maks. 10 dB                |
| DVB-C 256-QAM, 47-862 MHz |                                | maks. 12 dB                |
|                           | Nabokanal                      | maks. 3 dB                 |
|                           | Nabokanal til AM-VSB-TV        | maks. 6 dB                 |

Gensidig isolation imellem 2 abonnenttilslutningssteder

|                 |               |           |
|-----------------|---------------|-----------|
| TV/TV           | 47-862 MHz:   | 42 dB **) |
|                 | 950-1750 MHz: | 30 dB     |
| FM-lyd / FM-lyd |               | 42 dB     |

\*\*) 36 dB for systemer med 8 MHz kanalfastand

I anlæg med udelukkende digitale signaler skal den gensidige isolation imellem 2 abonnenttilslutningssteder være minimum 30 dB.

Amplitude-frekvenskarakteristik indenfor en tv-kanal, PAL og SECAM

(for hele systemet)

|           |                            |          |
|-----------|----------------------------|----------|
| AM-VSB-TV | Maksimum variation top-top | 2.5 dB   |
|           | Hældning maksimum          | 1 dB/MHz |

Amplitude-frekvenskarakteristik indenfor en QAM-kanal, DVB-C

(for hele systemet)

|               |                            |                |
|---------------|----------------------------|----------------|
| DVB-C 64 QAM  | Maksimum variation top-top | 4 dB           |
|               | Hældning maksimum          | 1.5 dB/MHz     |
| DVB-C 256 QAM | Maksimum variation top-top | 2 dB           |
|               | Hældning maksimum          | Ikke defineret |

Amplitude-frekvenskarakteristik indenfor en FM-kanal

(for hele systemet)

Maks. amplitudevariation i en FM-kanal: maks. 3 dB med hældningen maks. 0,3 dB pr. 10 kHz inden for 75 kHz af bærebølgen.

Signal-støjforhold, minimum

|   |       |
|---|-------|
| FM-TV (PAL og SECAM), 27 MHz støjbandbredde:        | 15 dB |
| AM-VSB-TV (system B og G), 4,75 MHz støjbandbredde: | 44 dB |
| FM-radio-mono, 200 kHz støjbandbredde:              | 38 dB |
| stereo, 200 kHz støjbandbredde:                     | 48 dB |
| DVB-C 64 QAM  | 26 dB |
| DVB-C 256 QAM                                       | 32 dB |

MER (Modulations Error Ratio), minimum

|                           |       |
|---------------------------|-------|
| DVB-C 64-QAM, 47-862 MHz  | 26 dB |
| DVB-C 256-QAM, 47-862 MHz | 32 dB |

Enkeltfrekvens-interferens (uønsket enkeltfrekvenssignal)

|   |            |
|---|------------|
| Forholdet mellem et uønsket signal og AM-TV-kanal | min. 57 dB |
| FM-TV-signal                                      | min. 33 dB |
| DVB-C 64 QAM                                      | min. 35 dB |
| DVB-C 256 QAM                                     | min. 41 dB |

Intermodulationsafstand i en TV-kanal for AM-VSB-TV

Intermodulationsafstand i en TV-kanal (3-sender metode) min. 54 dB

Mange-frekvens intermodulationsafstand:

Billedbærebølge-intermodulationsafstanden må ikke være mindre end:

57 dB for hver intermodulationsklynge for negativ modulation.

37 dB for summen af alle intermodulationsklynger indenfor en DVB-C 64 QAM kanal.

Udstråling fra kabel-tv netværk:

| Frekvensområde<br>(MHz) | Total udstråling<br>Feltstyrke i 3 m afstand<br>(dB $\mu$ V/m) | Enkelt bærebølge<br>Feltstyrke i 3 m afstand<br>(dB $\mu$ V/m) | Målebåndbredde<br>(kHz) |
|-------------------------|--|--|-------------------------|
| 30 – 950                | $\leq 40$  | $\leq 27$  | 120                     |
| 950 – 2500              | $\leq 50$  | $\leq 50$  | 1000                    |
| 2500 - 3500             | $\leq 64$  | $\leq 64$  | 1000                    |

Det er kendt, at udstråling fra kabel-tv netværk kan forstyrre basestationer for mobiltelefoni, hvilket kan føre til, at signaler i kabel-tv netværket må blokeres, hvis ikke netværkets udstråling kan begrænses.

**Bemærk!**

Det skal præciseres, at CENELEC-standardens specifikationer tilvejebringes ved måling på det samlede fællesantenneanlæg. Anden dokumentation kan aftales mellem køber og leverandør, jf. kapitel 1 - "Indledning".



**Bilag 5      Minimumskrav til anlæg, der overfører DOCSIS signaler op til og med DOCSIS 3.0**

Anlæg, der overfører DOCSIS 1.x, 2.x og 3.0 signaler i frem- og returvejen, skal som minimum overholde følgende krav (reference Data-Over-Cable Service Interface Specifications, DOCSIS 3.0, Physical Layer Specification, CM-SP-PHYv3.0-C01-171207), Appendix B.

Bemærk at kabel-tv og bredbåndsforsyningsselskaber kan have flere og skærpede krav end angivet i dette bilag.

**Fremvejen:**

| Parameter:                                     | Værdi:  |
|--|---|
| Frekvensområde                                 | 87 – 862 MHz (alternativ 87 – 1.006 MHz) <sup>1</sup>   |
| HF kanalafstand (kanalbredde)                  | 8 MHz   |
| Signalniveau på modemindgang (en DOCSIS kanal) | 43 dB $\mu$ V – 73 dB $\mu$ V 64 QAM<br>47 dB $\mu$ V – 77 dB $\mu$ V 256 QAM <sup>2</sup>  |
| Transit delay fra head-end til fjerneste kunde | $\leq$ 0,800 ms (typisk meget mindre)   |
| Carrier-to-noise afstand (8 MHz kanalbredde)   | $\geq$ 44 dB <sup>3</sup>   |
| Carrier-to-Composite triple beat afstand       | $\geq$ 57 dB <sup>3</sup>   |
| Carrier-to-Composite second order afstand      | $\geq$ 57 dB <sup>3</sup>   |
| Carrier-to-Ingress afstand                     | $\geq$ 52 dB <sup>3</sup>   |
| Amplitude rippel indenfor 8 MHz                | $<$ 2,5 dB  |
| Gruppeløbetid i frekvensspektrum brugt af CMTS | $<$ 100 ns indenfor design båndbredde   |
| Micro-reflektioner                             | $>$ -10 dBc @ $\leq$ 0.5 $\mu$ s<br>$>$ -15 dBc @ $\leq$ 1.0 $\mu$ s<br>$>$ -20 dBc @ $\leq$ 1.5 $\mu$ s<br>$>$ -31,5 dBc @ $>$ 1.5 $\mu$ s |
| Brummodulation                                 | $>$ -46 dBc (0,5%)  |
| Årstidsbestemte og daglige variationer         | $\leq$ 8 dB min til maks.   |
| Tilt, 85 – 862 MHz                             | $\leq$ 12 dB (enten positiv eller negativ tilt)   |
| Analog TV niveau i indgang af kabelmodem       | $\leq$ 77 dB $\mu$ V  |

<sup>1</sup> 862 MHz som minimum øverste frekvens er ikke et krav til anlægget, men til modemmet.

<sup>2</sup> Se dog skærpede krav til C/N, der er 3 dB højere, hvis niveauet ligger mellem 47 og 54 dB $\mu$ V i phy specification, Annex B, afsnit B.6.3.3.2.1 256-QAM CM BER Performance:

Efter FEC-korrektion skal et modem opnå bitfejlrate (BER) som er lavere end  $10^{-8}$  med carrier-to-noise forhold på

|               |     |               |                      |
|---------------|-----|---------------|----------------------|
| 47 dB $\mu$ V | til | 54 dB $\mu$ V | 34,5 dB eller højere |
| 54 dB $\mu$ V | til | 77 dB $\mu$ V | 31,5 dB eller højere |

Eftersom DOCSIS 3.0 modemmer er udstyret med DSP (Digital signal processor) i tunereren, så vil modemmet selv rapportere 3-5 dB højere end dette.

<sup>3</sup> Målt relativt til QAM-signaler, som er på niveau med analogt TV. Ved lavere signalniveau falder kravet tilsvarende.

**Returvejen:**

| <b>Parameter:</b>   | <b>Værdi:</b>  |
|---|--|
| Frekvensområde  | 5 – 65 MHz   |
| Transit delay fra fjerneste kunde til head-end  | ≤ 0,800 mS (typisk meget mindre)   |
| Carrier-to-noise afstand i aktiv kanal  | ≥ 22 dB  |
| Carrier-to-ingress (summen af diskret og bredbåndet ingress) afstand i aktiv kanal                                      | ≥ 22 dB  |
| Carrier-to-interference (summen af støj, forvrængning, common-path distortion og krydsmodulation) afstand i aktiv kanal | ≥ 22 dB  |
| Brummodulation  | > -23 dBc (7%)   |
| Amplitude rippel indenfor 2 MHz   | < 2,5 dB   |
| Gruppeløbetid i rippel i returvejsfrekvensspektrumet  | < 300 ns indenfor 2 MHz  |
| Micro-reflektioner  | > -10 dBc @ ≤ 0.5 μs<br>> -20 dBc @ ≤ 1.0 μs<br>> -30 dBc @ > 1.0 μs                           |
| Årstidsbestemte og daglige variationer i returvejsdæmpning  | < 12 dB min til maks.<br>Skal dog holdes indenfor forstærkerfabrikantens anviste arbejdsområde |

**Bilag 6 Minimumskrav til anlæg, der overfører DOCSIS 3.1 signaler**

Anlæg, der overfører DOCSIS 3.1 signaler i frem- og returvejen, skal som minimum overholde følgende krav (reference Data-Over-Cable Service Interface Specifications, DOCSIS 3.1, Physical Layer Specification, CM-SP-PHYv3.1-I13-171220).

Bemærk at kabel-tv og bredbåndsforsyningsselskaber kan have flere og skærpede krav end angivet i dette bilag.

**Fremvejen:**

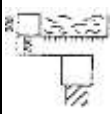
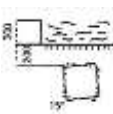
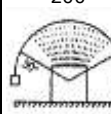
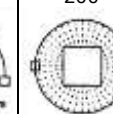
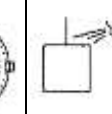
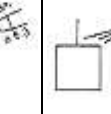

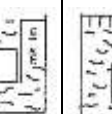
| Parameter:   | Værdi:   |
|--|--|
| Frekvensområde   | Fra 108 MHz eller 258 MHz<br>Op til 862, 1006, 1218 MHz eller 1794 MHz,<br><i>se note</i> <sup>4</sup>   |
| OFDM kanalbredde   | 24 til 192 MHz   |
| Respektafstand   | 1 MHz til SC-QAM<br>2 MHz til asynkron ODFM  |
| Signalniveau på modemindgang i 24 MHz<br>båndbredde                            | 51 dB $\mu$ V – 71 dB $\mu$ V  |
| Transit delay fra head-end til fjerneste kunde                                 | $\leq$ 0,400 ms (typisk meget mindre)  |
| Carrier-to-noise afstand   | $\geq$ 35 dB *)  |
| Carrier-to-Composite triple beat afstand                                       | $\geq$ 41 dB *)  |
| Carrier-to-Composite second order afstand                                      | $\geq$ 41 dB *)  |
| Carrier-to-Cross-modulation afstand  | $\geq$ 41 dB *)  |
| Carrier-to-enhver anden forstyrrelse (Ingress)<br>afstand                      | $\geq$ 41 dB *)  |
| Amplitude rippel indenfor 6 MHz  | $<$ 1.74 dB peak-peak  |
| Gruppeløbetid variation indenfor 24 MHz  | $<$ 113 ns   |
| Micro-reflektioner   | $>$ -20 dBc @ $\leq$ 0.5 $\mu$ s<br>$>$ -25 dBc @ $\leq$ 1.0 $\mu$ s<br>$>$ -30 dBc @ $\leq$ 1.5 $\mu$ s<br>$>$ -35 dBc @ $>$ 2.0 $\mu$ s<br>$>$ -40 dBc @ $>$ 3.0 $\mu$ s<br>$>$ -45 dBc @ $>$ 4.5 $\mu$ s<br>$>$ -50 dBc @ $>$ 5.0 $\mu$ s |
| Brummodulation   | $>$ -30 dBc (3%)   |
| Analog TV niveau i indgang af kabelmodem                                       | $\leq$ 77 dB $\mu$ V   |
| Note: *) Målt relativt til QAM-signaler, som er på samme niveau som analogt TV |  |

<sup>4</sup> Disse minimumskrav til frekvenser gælder *CMTS phy* og modemmer. Det er imidlertid ikke et *anlægs*krav for at kunne køre DOCSIS3.1, at anlægget som sådan kan overføre op til 1006 MHz eller højere. Man kan altså godt udnytte et eksisterende anlæg og køre DOCSIS 3.1, når blot de efterfølgende værdier kan opnås

**Returvejen:**

| <b>Parameter:</b>  | <b>Værdi:</b>  |
|--|--|
| Frekvensområde   | 5 – 65 MHz eller 5 – 204 MHz   |
| Transit delay fra fjerneste kunde til head-end   | ≤ 0,400 mS (typisk meget mindre)   |
| Carrier-to-interference plus ingress afstand<br>(Summen af støj, forvrængning, common-path distortion og krydsmodulation, excl. impuls støj) | ≥ 25 dB  |
| Brummodulation   | > -26 dBc (5%)   |
| Amplitude ripple indenfor 6 MHz  | < 2,78 dB peak-peak  |
| Gruppeløbetid variation indenfor 24 MHz  | < 163 ns   |
| Micro-reflektioner   | > -16 dBc @ ≤ 0.5 μs<br>> -22 dBc @ ≤ 1.0 μs<br>> -29 dBc @ ≤ 1.5 μs<br>> -35 dBc @ > 2.0 μs<br>> -42 dBc @ > 3.0 μs<br>> -51 dBc @ > 4.5 μs |
| Årstidsbestemte og daglige variationer i returvejsdæmpning   | < 14 dB min til maks.<br>Skal dog holdes indenfor forstærkerfabrikantens anviste arbejdsområde   |

**Bilag 7 IP skala**

| Første ciffer:<br>Tæthedegrad mod berøring og faste genstande. | Andet ciffer:<br>Tæthedegrad for skadelig vandindtrængen |  |  |  |  |   |  |  |  |      |
|--|--|--|--|--|--|---|--|--|--|------|
|  | 0  | 1  | 2  | 3  | 4  | 5   | 6  | 7  | 8  |      |
|  | Ubeskyttet   | Beskyttet mod lodret faldende vanddråber   | Beskyttet mod vandsprøjt i en vinkel på ±15°   | Beskyttet mod regn   | Beskyttet mod regn   | Beskyttet mod vandstråler   | Beskyttet mod kraftige vandstråler   | Beskyttet mod følgerne af forbigående nedsænkning i vand   | Beskyttet mod følgerne af langvarig nedsænkning i vand   |      |
|  |  | Testtid 10 min.<br> | Testtid 10 min.<br> | Testtid 10 min. maks. 200<br> | Testtid 10 min. maks. 200<br> | Testtid 1 min./m2<br> | Testtid 1 min./m2<br> | Testtid 30 min.<br> | Testtid 30 min.<br> |      |
| Ubeskyttet   | 0  | IP00   | IP01   | IP02   | 10l/min. 80kNm:m2  | 10l/min. 80kNm:m2   | 12,5l/min. 30kNm:m2  | 100l/min. 100kNm:m2  |  |      |
| Beskyttet mod faste genstande med en diameter på 50 mm         | 1  | IP 10  | IP 11  | IP 12  | IP13   |   |  |  |  |      |
| Beskyttet mod faste genstande med en diameter på 1 2 mm        | 2  | IP20   | IP21   | IP22   | IP23   |   |  |  |  |      |
| Beskyttet mod faste genstande med en diameter på 2.5 mm        | 3  | IP30   | IP31   | IP32   | IP33   | IP34  |  |  |  |      |
| Beskyttet mod faste genstande med en diameter på 1.0 mm        | 4  | IP40   | IP41   | IP42   | IP43   | IP44  | IP45   | IP46   |  |      |
| Støvsærmet   | 5  |  |  |  |  | IP54  | IP55   | IP56   |  |      |
| Støvtæt  | 6  |  |  |  |  |   | IP65   | IP66   | IP67   | IP68 |

## Bilag 8 Eksempler på beregningsmetoder for lysledernet

Ved revisionen d. 3.5.2018 blev det besluttet, at dette afsnit skal udgå ved en kommende revision i 2020.

De efterfølgende eksempler tager udgangspunkt i den i bilag 2, figur 3, viste opbygning, men formlerne kan finde anvendelse på alle typer af netværk, dog skal man sikre sig at det totale modulationsindeks ikke overskrides for at undgå klipning.

### Fabrikantens specifikationer

#### Intermodulation

I lysledernet er laser senderen den primære kilde til intermodulation. Intermodulationen afhænger af laserens udstyrsgrad, dvs. modulationsindekset.

Fabrikanter opgiver for en sender modtager kombination intermodulationen under forskellige forudsætninger – kanalantal og kanalbelægning samt modulationsindeks pr. kanal. Det er vigtigt, at laseren ikke udstyres ud over fabrikantens specifikationer.

#### C/N

C/N kan i de fleste tilfælde også aflæses af fabrikantens specifikationer. Typisk angives den samlede C/N for en bestemt sender og modtager kombination med forskellige forudsætninger for modulation af laseren samt kabellængde og dæmpning.

#### Øvrige data specifikationer

Hvis en række data for laser og modtager er specificeret er det desuden muligt ved hjælp af de nedenfor viste formler at beregne C/N for en bestemt net konfiguration med god nøjagtighed.

Formlerne kan med god nøjagtighed finde anvendelse under et af de følgende 3 forhold:

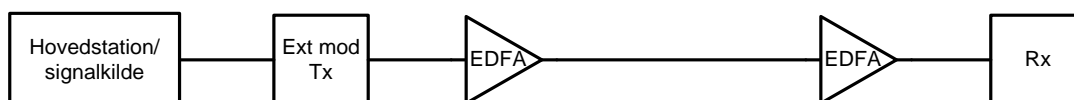
- Ved eksternt modulerede lasere og kabellængder under 60-80 km.
- Ved direkte modulerede lasere forudsat, at lyslederen er dispersionsflad i det anvendte bølglængdeområde. ( Dvs. Ved transmission i området omkring 1310 nm fibre af type B1, eller B6 efter DS/EN 60793-2-50 og ved transmission i området omkring 1550 nm fibre af type B2 eller B4e efter DS/EN 60793-2-50.)
- Ved direkte modulerede lasere, når kabellængden er under 5 km og ikke dispersionsflade lysledere.

Hvis et net falder udenfor de nævnte afgrænsninger påvirkes C/N af fysiske forhold, som formlerne ikke tager højde for. Det beregnede resultat kan derfor ikke påregnes at være nøjagtigt.

Det anbefales i disse tilfælde at indhente yderligere informationer fra fabrikanten.

### Beregning af C/N i fremvejen

Nedenstående figur viser skematisk de elementer, der har betydning for C/N i det samlede netværk.



### Bilag 7, Figur 1: Typisk lysleder netværk.

Det resulterende C/N beregnes ved at addere C/N bidraget fra de forskellige elementer, der indgår i nettet, dvs. i det aktuelle eksempel:

$$C/N_{\text{hs}} , C/N_{\text{tx}} , C/N_{\text{EDFAtx}} , C/N_{\text{EDFAlink}} , C/N_{\text{rx}}$$

Hvor

C/N<sub>hs</sub> = C/N for hovedstationen / signalkilden

C/N<sub>tx</sub> = C/N for den optiske sender

C/N<sub>EDFA<sub>tx</sub></sub> = C/N for den optiske forstærker der er placeret på linken mellem hs og rx

C/N<sub>EDFA<sub>link</sub></sub> = C/N for den optiske forstærker der er placeret ved midt i linken

C/N<sub>rx</sub> = C/N for den optiske modtager

Sammenlægningen foretages efter formel 9 nedenfor

Kravet til resulterende C/N varierer fra nettype til nettype og afhænger bl.a. af hvor stort et koaksialt kabelnet, der evt. sættes efter lysledernet og hvilke krav, der stilles til signalkvaliteten hos slutbrugeren. Minimumskravene iflg. bilag 4 skal dog altid være opfyldt.

### Beregningsformler for de enkelte elementer i C/N beregningen

#### **Modulator/Upconverter. C/N.**

En hovedstation med modulator og upconverter til PAL kan med fornuftig dimensionering og valg af gode komponenter opnå en C/N på 54 til 58 dB.

#### **Laserens C/N.**

Laseren bidrager til C/N med RIN (Relativ Intensity Noise) RIN er bredbåndet støj som opstår som følge af spontan emission med inkohærent lys til følge.

Laserens C/N kan beregnes som:

$$C/N_{laser} = 20 \log(m) - 10 \log(2BW) - RIN \quad (5)$$

Hvor:

m = Optisk modulations Index per Kanal. (typisk 0,03/kanal for 1550nm)

BW = Signalets båndbredde angivet i Hz. (4,75x10<sup>6</sup>Hz for PAL)

RIN = Relativ Intensity Noise, typisk mellem -160 og -165 dB/Hz. (for 1550 nm)

#### **EDFA C/N beregninger.**

Ligesom lasere vil EDFA'er (Erbium Doped Fiber Amplifier), generere støj grundet spontan emission. Hos EDFA'er kaldes dette fænomen ASE (Amplified Spontaneous Emission).

I beregning af EDFA'ens C/N indgår optisk input power, og EDFA'ens støjtal NF som:

$$C/N_{EDFA} = 158,92 + 20 \log(m) - 10 \log(4BW) - NF + P_{in} \quad (6)$$

hvor:

P<sub>in</sub> = Optisk input angivet i dBm (typisk +3dBm til +6dBm)

NF = EDFA'ens støjtal (typisk 4-6dB)

#### **Modtagers C/N.**

Den optiske modtager konverterer det AM modulerede optiske input til en strøm via en detektor. (PIN-diode). PIN-dioder genererer Shot-noise som kan beregnes som:

$$C/N_{shot} = 151,93 + 20 \log(m) - 10 \log(BW) + 10 \log(\rho) + RXin \quad (7)$$

hvor:

$\rho$  = Modtager responsivitet Iout/RXin (typisk 1A/W for 1550 nm)  
RXin = Modtagerens optiske indgangsniveau angivet i dBm

Foruden shot-noise genererer modtageren også termisk støj (Johnson)  
Modtagerens termiske støj beregnes som:

$$C/N_{amp} = 20 \log(m\rho) + 2RXin - 10 \log(2BW) - 20 \log(I_n) - 60 \quad (8)$$

hvor:

$$I_n = \text{Modtagerens støjstrøm angivet i Ampere pr. } \sqrt{\text{Hz}}$$

En typisk modtager har en støjstrøm på 8pA/√Hz

### **Interferometrisk intensitets støj (lyslederstøj)**

Interferometrisk intensitets støj i lyslederen bidrager også med støj til den samlede kæde. Fænomenet er svært at beregne eksakt, men det er som regel tilstrækkeligt nøjagtigt at bruge erfaringstal i beregningen. Typisk vil man opleve en forringelse mellem 0,5 dB og 1,5 dB ved 60 km. lysleder.

### **Sammenlægning**

Det samlede resultat beregnes ved sammenlægning efter formlen

$$C/N_{linktot} = -10 \log(10^{-10} + 10^{-10} + \dots + 10^{-10}) \quad (9)$$

### **Tolerancer på signalspændinger**

Tolerancer er normalt givet ved signalspændingsvariation på indgangen af den optiske sender. Typisk vil man ved H1 hovedstationer regne med +/-0,5 dB. Derfor fraregnes i dette tilfælde 0,5 dB på C/N fra den samlede kæde.

### **Beregningseksempel for typisk netværk.**

Hvis systemdata er følgende:

|                               |                |
|-------------------------------|----------------|
| Antal kanaler                 | 60             |
| BW                            | 4,75 MHz (PAL) |
| m                             | 0,03 (3% OMI)  |
| Laser RIN                     | -160 dB/Hz     |
| TX EDFA input                 | 6 dBm          |
| TX EDFA NF                    | 5 dB           |
| Link EDFA input               | 6 dBm          |
| Link EDFA NF                  | 5 dB           |
| Modtager input                | 0 dBm          |
| Modtager responsivitet $\rho$ | 1 A/W          |
| Støjstrøm                     | 8pA/√Hz        |
| HF C/N forudsættes            | 58 dB          |

kan C/N for systemet beregnes til:

|             |                 |          |
|-------------|-----------------|----------|
| Laser C/N   | fra ligning 5 = | 59,77 dB |
| EDFA TX C/N | fra ligning 6 = | 56,68 dB |



|                        |                 |          |
|------------------------|-----------------|----------|
| EDFA link C/           | fra ligning 6 = | 56,68 dB |
| C/N <sub>shot</sub> RX | fra ligning 7 = | 54,71 dB |
| C/N <sub>amp</sub> RX  | fra ligning 8 = | 61,70 dB |

Samlet C/N for link er fra ligning 9:

$$C/N_{linktot} = -10\log(10^{-5,8} + 10^{-5,977} + 10^{-5,668} + 10^{-5,668} + 10^{-5,471} + 10^{-6,170}) = 49,59 \text{ dB}$$

Derfra trækkes på grund af Interferometrisk intensitets støj 0,5 dB, hvis der anvendes ca. 30 km lysleder

Resultat: C/N = 49,59 dB. - 0,5 dB (tolerance) - 0,5 dB (Interferometrisk støj) = 48,59 dB

### Beregning af C/N for returvejen

Man kan anvende samme beregningsmodel som angivet ovenfor under fremvejen.

Der kan være meget forskellige krav til C/N afhængig af signalets modulationsform og konfigurationen af nettet. Minimumskravene iflg. EN 60728-10 skal dog altid være opfyldt.

I returvejen skal man være opmærksom på at støjen fra de enkelte grene i nettet summeres efter formlen

$$C/N_{total} = -10\log(10^{\frac{-C/N_1}{10}} + 10^{\frac{-C/N_2}{10}} + \dots + 10^{\frac{-C/N_n}{10}}) \quad (9)$$

Hvis C/N for alle grene er ens kan resultatet også udregnes som

$$C/N_{total} = C/N_{gren} - 10\log(n)$$

hvor n = antallet af grene

### Beregningseksempler for returvejen

#### Eksempel 1

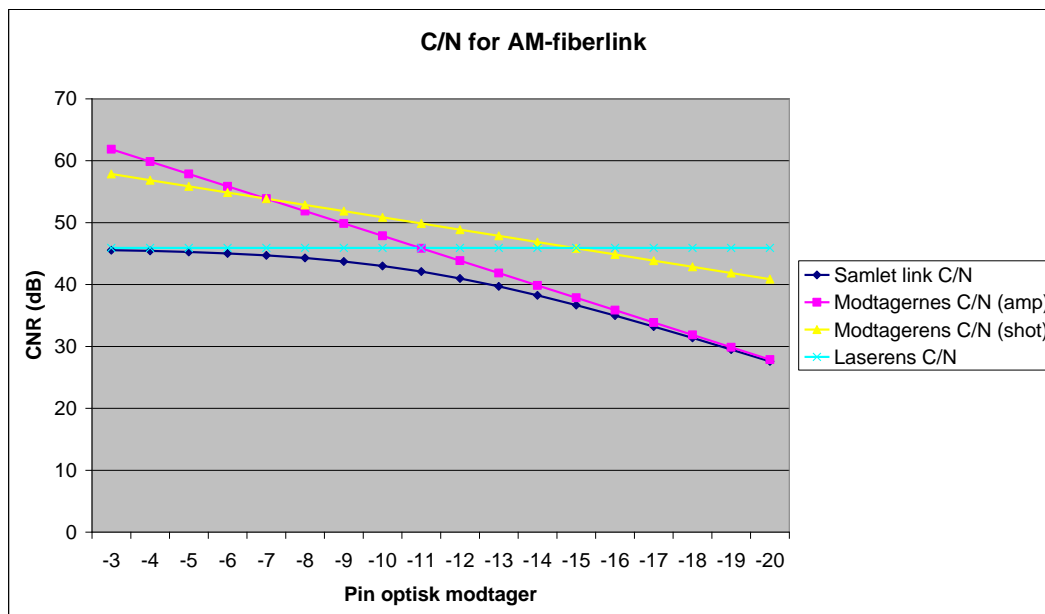
Det optiske input niveau til en modtager kan variere meget fra system til system.

Grafen herunder viser hvorledes de enkelte elementer i beregningen påvirker det samlede resultat ved forskellige værdier af det optiske indgangssignal til RX.

Eksemplet er en AM lyslederlink uden EDFA og med følgende data:

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| Laser RIN                     | -140 dB/Hz (DFB lasere typisk -150 dB/Hz) |
| m                             | 0,05 (5% OMI)                             |
| BW                            | 3,2 MHz                                   |
| Modtager input                | Variabel                                  |
| Modtager responsivitet $\rho$ | 1 A/W                                     |
| Støjstrøm                     | $8pA/\sqrt{Hz}$                           |

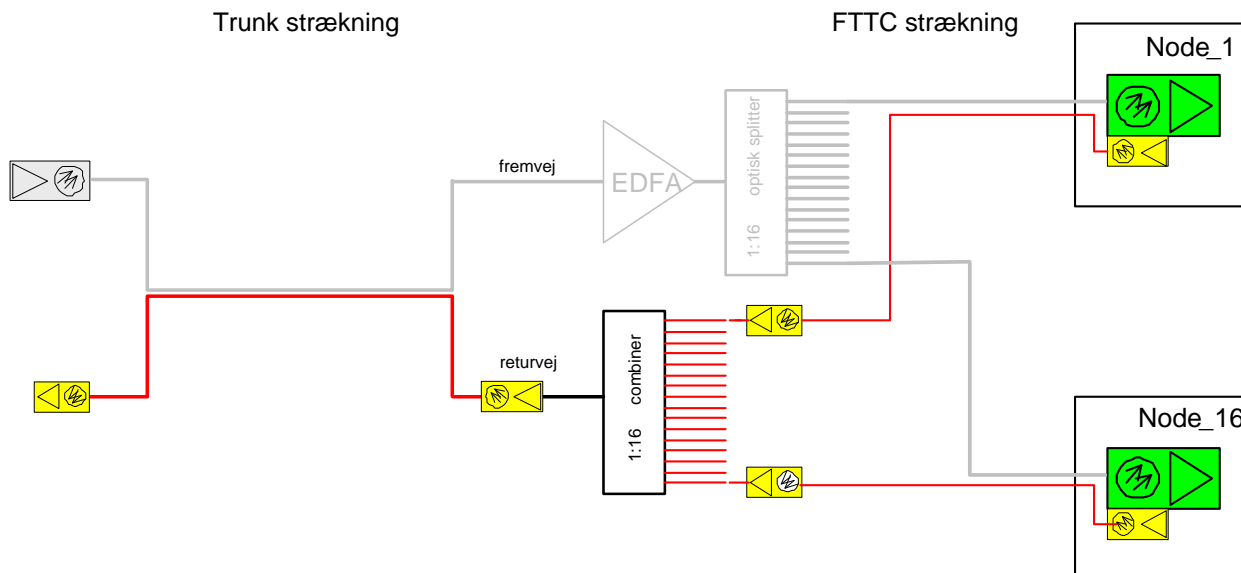
Det ses at man for at overholde f.eks. 40 dB C/N skal sikre, at der er minimum P<sub>in</sub> til den optiske node på - 12 dBm (se figur 2).



Bilag 7, Figur 2

**Eksempel 2**

I figur 3 vises et beregningseksempel, der illustrerer hvordan støjen fra 16 grene i et FTTC net (16 FTTC noder) og en tilhørende hovednet (trunk) strækning adderes.



Der anvendes følgende data:

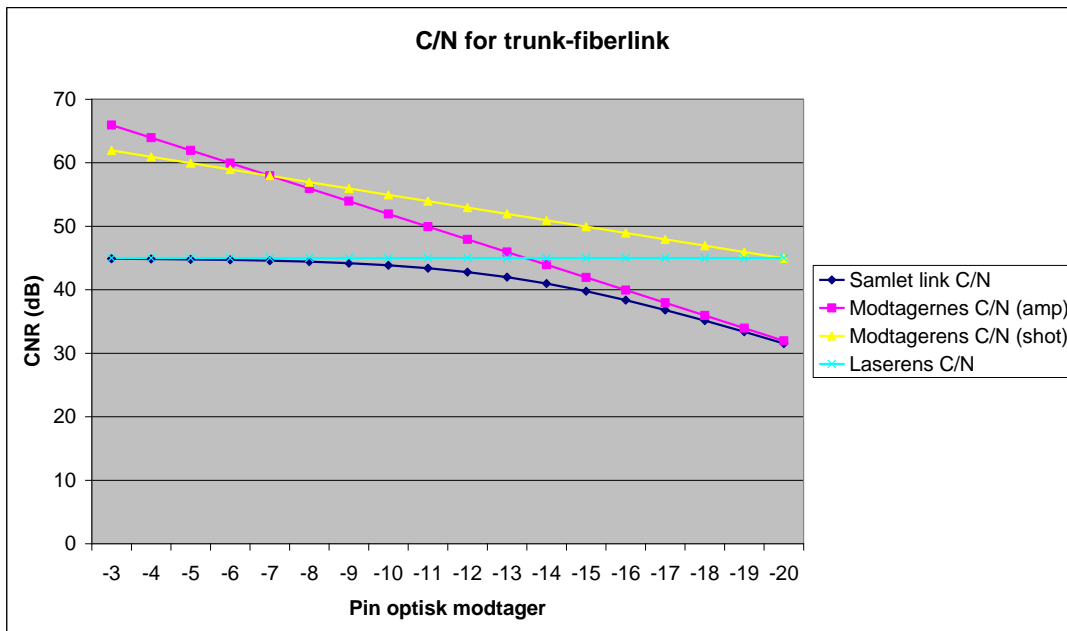
Trunk strækning:

|                               |                 |
|-------------------------------|-----------------|
| Laser RIN                     | -135 dB/Hz      |
| m                             | 0,08 (8% OMI)   |
| BW                            | 3,2 MHz         |
| Modtager input                | Variabel        |
| Modtager responsivitet $\rho$ | 1 A/W           |
| Støjstrøm                     | $8pA/\sqrt{Hz}$ |

FTTC strækning

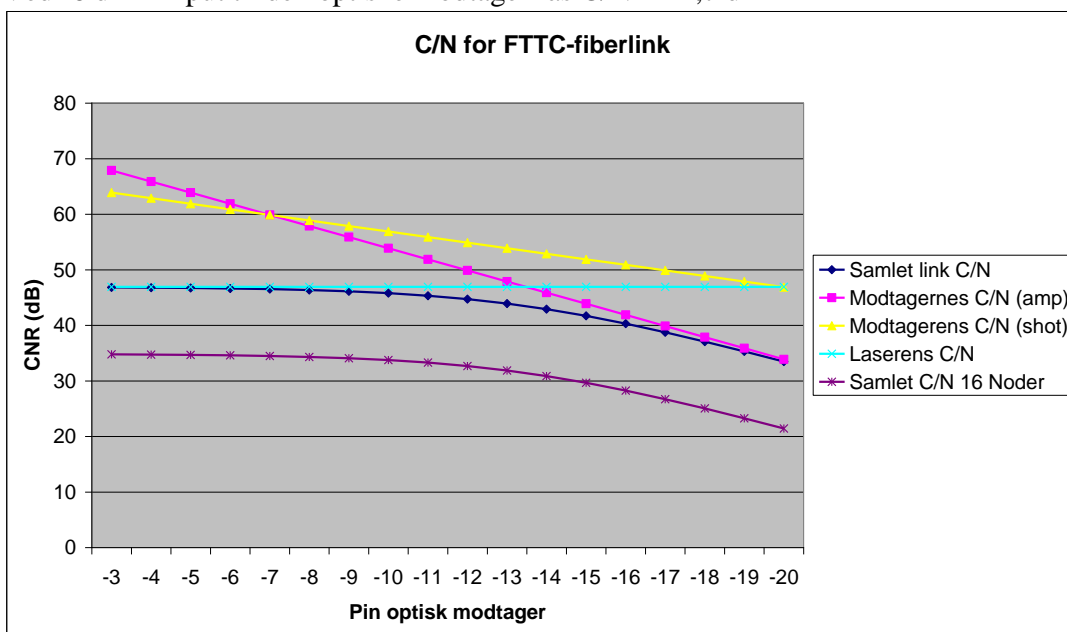
|                               |                  |
|-------------------------------|------------------|
| Laser RIN                     | -135 dB/Hz       |
| m                             | 0,1 (10% OMI)    |
| BW                            | 3,2 MHz          |
| Modtager input                | Variabel         |
| Modtager responsivitet $\rho$ | 1 A/W            |
| Støjstrøm                     | $8 pA/\sqrt{Hz}$ |

Beregnet resultat



Bilag 7, Figur 3

Ved -6 dBm input til den optiske modtager fås C/N = 44,7 dB



Bilag 7, Figur 4

Ved et input på -4 dBm i den optiske modtager, vil man pr. FTTC link opnå 46,8 dB/link. Med 16 links vil man opnå 34,8dB.

Et samlet CN for FTTC returvej og trunk returvej vil med de nævnte input niveauer være:

$$C/N_{linktot} = -10\log(10^{\frac{-44,7}{10}} + 10^{\frac{-34,8}{10}}) = 34,4dB$$

## Forklaring på forkortelser mv. til bilag 7

|                        |  |
|------------------------|--|
| BW                     | En forkortelse af Band With (båndbredde).  |
| Bølgelængde            | Længde af enkeltbølge relateret til lysets hastighed.<br>(Bølgelængde= $3 \cdot 10^8 \text{ m} / \text{frekvens i Hz}$ ) |
| Bølgelængde Multipleks | Optisk system, hvor flere bølgelængder anvendes på samme fiber.  |
| C/N                    | Forholdet i dB mellem nyttesignal og støj (Carrier og Noise)   |
| CSO bestemt            | Composite Second Order. En betegnelse for intermodulation af en type.  |
| CSO moduleret          | Samme som CSO, men med forudsætning af at der anvendes modulerede signaler.  |
| CTB                    | Composite Triple Beat. En betegnelse for intermodulation af en bestemt type.   |
| CTB moduleret          | Samme som CTB, men med forudsætning af at der anvendes modulerede signaler.  |
| CWDM                   | Coarse Wave Division Multiplex. En bestemt slags WDM (bølgelængde multiplex) med forholdsvis brede filterområder.        |
| DFB laser              | Distributed FeedBack laser. Smalbåndet laser der anvendes til fremvej og returvej.                                       |
| Dispersion             | Farvespedning, betyder forskellig hastighed af lyset v. forskellige bølgelængder.  |
| EDFA                   | Optisk forstærker. Forkortelsen betyder Erbium Doped Fiber Amplifier.  |
| FP laser               | Fabry Perot laser. Bredbåndet laser der kun kan anvendes i returvej.   |
| FTTC                   | Fiber To The Curb. (Fiber til kantsten, eller fiber til D3)  |
| FTTH                   | Fiber To The Home. (Fiber til hjemmet)   |
| IMA                    | Intermodulations Afstand. Afstand mellem nyttesignal og forstyrrende signal.   |
| Laser fiberanlæg.      | Light Amplification Stimulated Emitting Radiation. Lyskilde i  |
| Optisk forstærker      | En enhed der kan forstærke optiske signaler. Benævnes også EDFA (Erbium Doped Fiber Amplifier).                          |
| PAL                    | Betegner det Europæiske standard format for analoge TV signaler.   |
| RIN                    | Relative Intensity Noise. Støj der optræder i lasere.  |
| WDM bølgelængdefilter  | Wave Division Multiplex. Betegnelse for system hvor flere signaler anvender flere farver lys i samme fiber.              |

**Bilag 9      Aktivering af Nabolands undertekster (i det følgende NBU)**

Denne instruks beskriver hvilke tekniske parametre, som modtageudstyret skal opfylde for at få NBU til at fungere tilfredsstillende i fællesantenne- og kabel TV anlæg.

Instruksen er delt op i 2 dele, én for analog udsendelse af NBU og én for digital udsendelse af NBU.

Instruksen er baseret på satellit modtagelse af programmerne.

NBU' generelt:

Ved denne instruks udarbejdelse udsendes der NBU' fra følgende programmer:

|                                     |             |
|-------------------------------------|-------------|
| NRK1                                | (Norge)     |
| SVT1 (SD & HD)                      | (Sverige) * |
| SVT2 (SD & HD)                      | (Sverige) * |
| ARD også kaldet Das Erste (SD & HD) | (Tyskland)  |
| ZDF (SD & HD)                       | (Tyskland)  |

\*) Såfremt kanalen modtages via det svenske DTT net (jordbaseret modtagelse) er denne instruks ikke gældende

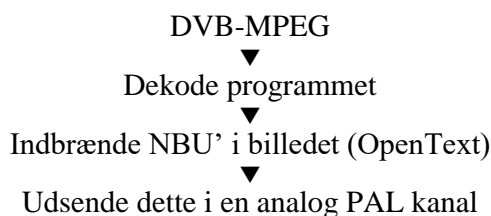
For at minimere risikoen for eksempelvis tyske seere skal få danske undertekster på deres modtagere, sendes samtlige programmer som har NBU med specielle signaleringsmetoder i DVB-MPEG strømmen.

Signaleringsmetoderne som anvendes er forskellige fra satellit til satellit. Der anvendes DVB eller teletekst (EBU) undertekster.

Den anvendte undertekstform kan ses i afsnittet "Signalerings data" i denne instruks. Opsætningen i den enkelte satellitmodtager vil afhænge af producenten.

Analog udsendelse af NBU:

Ved analog udsendelse antages det at man ønsker at modtage programmet i:



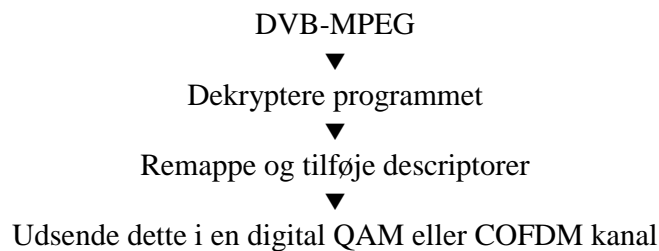
Her skal anvendes en modtager som understøtter:

- DVB-CI eller embedded descrambling
- Teletekst undertekster
- DVB undertekster

Herudover skal modtageren acceptere PID indtastning dvs. at den IKKE må forholde sig til PSI/SI komplekset alene, hvilket vil resultere i at den IKKE kan finde NBU for det pågældende program.

Digital udsendelse af NBU:

Ved digital udsendelse antages det at man ønsker at modtage programmet i:



Her skal anvendes en modtager som understøtter:

- DVB-CI eller embedded descrambling
- Teletext undertekster \*\*
- DVB undertekster \*\*

\*\*\*) Kun nødvendigt såfremt modtageren simultant anvendes til analog udsendelse

Herudover skal modtageren understøtte:

- PID remapping
- Indtastning af descriptorer

Og det vil være en fordel at modtageren også kan:

- PID filtrering
- SID remapping
- Indtastning af Logic Channel Number (LCN) jf. Nordig Unified 2.0 eller senere

Digital udsendelse er væsentlig mere krævende end analog udsendelse og modtageren derfor skal være

en kombination af en modtager og en komplet re-multiplexer.

Årsagen hertil er de tidligere omtalte forskellige DVB signalerings metoder.

Signalerings data:

| Satellit | Trans-ponder. | Frekvens | Symbol rate | FEC | Modulation | Program          | Tekst PID | DVB tekst | Tele tekst |
|----------|---------------|----------|-------------|-----|------------|------------------|-----------|-----------|------------|
| 19°E     | 71            | 11836/H  | 27500       | 3/4 | DVB-S      | ARD/Das Erste    | 84        | •         |            |
| 19°E     | 77            | 11362/H  | 22000       | 2/3 | DVB-S2     | ARD/Das Erste HD | 6032      | •         |            |
| 19°E     | 77            | 11954/H  | 27500       | 3/4 | DVB-S      | ZDF              | 84        | •         |            |
| 19°E     | 77            | 11362/H  | 22000       | 2/3 | DVB-S2     | ZDF HD           | 6132      | •         |            |
| 5°E      | B4            | 11785/V  | 27500       | 3/4 | DVB-S      | SVT1             | 2566      |           | •          |
| 5°E      | B4            | 11785/V  | 27500       | 3/4 | DVB-S      | SVT2             | 2416      |           | •          |
| 5°E      | B38           | 11785/V  | 27500       | 3/4 | DVB-S2     | SVT1 HD          | 1616      |           | •          |
| 5°E      | B38           | 11785/V  | 27500       | 3/4 | DVB-S2     | SVT2 HD          | 1616      |           | •          |
| 5°E      | B16           | 12015/V  | 27500       | 5/6 | DVB-S      | NRK1             | N/A       | N/A       | N/A        |
| 1°W      | C14           | 11421/H  | 24500       | 7/8 | DVB-S      | SVT1             | 576       |           | •          |
| 1°W      | C14           | 11421/H  | 24500       | 7/8 | DVB-S      | SVT2             | 576       |           | •          |
| 1°W      | C11           | 11372/V  | 24500       | 7/8 | DVB-S      | NRK1             | 606       | •         |            |

## **Bilag 10 Dokument revisionshistorik frem til og med version 10.1**

### **Ajourføring februar 2012**

På side 5 er indført et afsnit om EMC-lovgivningen  
På side 7 og efterfølgende sider er EN-numrene opdateret.  
På side 8 er frekvensangivelserne i afsnit 2.5 opdateret.  
På side 9 er teksterne i afsnit 2.6 opdateret.  
På side 9 er teksterne i afsnit 2.7 opdateret.  
På side 9 er teksten i afsnit 2.8 opdateret.  
På side 11 er afsnit 2.20 opdateret.  
På side 12 er afsnit 3.2.1 opdateret.  
På side 12 er afsnit 3.2.2 opdateret.  
På side 12 er afsnit 3.2.3 opdateret med teksten: ”Gittermaster bør forsynes med godkendt faldsikring.”  
På side 12 er afsnit 3.3.1 opdateret.  
På side 14 er afsnit 3.6.1 opdateret.  
På side 14 er afsnit 3.6.2 punkt 3 opdateret.  
På side 15 er afsnit 3.7.2.1 opdateret.  
På side 16 er afsnit 3.7.4.3 opdateret.  
På side 18 er afsnit 3.8.4.3 opdateret.  
På side 19 er afsnit 3.9 opdateret.  
På side 21 er indsat et nyt afsnit 3.10 vedr. ”Vejledning for husinstallationer”.  
På side 23 er afsnit 3.14.1 opdateret med anbefaling om 6 mm<sup>2</sup> jordelektrode.  
På side 25 er afsnit 3.14.2 vedr. 230V installationer i skabe opdateret.  
På side 26 er afsnit 3.16 vedr. afvendelse af returveje opdateret med bl.a. henvisning til bilag 5.  
På side 26 er indsat et nyt afsnit 3.17 vedr. ”Overvågningsudstyr”.  
På side 28 er indsat et nyt afsnit vedr. ”Anlægssdokumentation i digitalt format”.  
På side 35 er tilføjet et afsnit om mulige forstyrrelser i 800 MHz båndet.  
På side 55 er afsnittet vedr. ”Sammenhæng mellem signalstøj-forhold i video og HF signaler” opdateret.  
På side 55 er afsnittet revideret, så det kun omhandler de efterfølgende hjælpeskemaer.  
På side 62 er bilag 4 opdateret med værdier for DVB-C signaler.  
På side 65 er indsat et nyt bilag 5 vedr. ”Krav til anlæg, der overfører Docsis signaler”.  
På side 77 er bilag 8 vedr. danske undertekster revideret.

### **Ajourført juni 2011**

På side 12 er indført nyt afsnit 3.1.1: Adgangsforhold  
På side 26 er indført nyt afsnit 3.16: Anvendelse af returveje  
På side 37 EN 60728-6 Optisk udstyr er indført revideret bilag 1A: Kanal- og frekvensplan for fællesantenneanlæg (vejledende)

### **Ajourført marts 2010**

På side 23 er indført nyt afsnit 3.14: Udligningsforbindelser i hovedstationer og skabe  
På side 25 er indført nyt afsnit 3.15: Overspændingsbeskyttelse

### **Ajourført juni 2009**

På side 22 er indført nyt afsnit 3.13: Beskyttelseskrav ved 230V installationer

### **Ajourført marts 2009**

På side 20 er indført revideret bilag, afsnit 3.9.3.1: Eksempel på udførelse af stikledning  
På side 37 er indført revideret bilag 1A: Kanal- og frekvensplan for fællesantenneanlæg (vejledende)

### **Ajourført oktober 2007**

Generelt: Denne revision af Fællesantenneanlæg, Vejledende Tekniske Retningslinier, omfatter i det



væsentligste tilføjelse af anbefalinger for lysledernet.

På side 7 er EN 50083-1 rettet til EN 60728-11

På side 8 er EN 50083-3 rettet til EN 60728-3

På side 9 er EN 50083-6 rettet til EN 60728-6

På side 10 er EN 50083-10 rettet til EN 60728-10

På side 11 er afsnit 2.15 indført omhandlende DS/EN standarder for lyslederkabler

På side 10 er EN 50083-11 rettet til EN 60728-11

På side 14 er afsnit 3.7, Lyslederkabler og optisk udstyr, indført

På side 18 er afsnit 3.8.4.0 ændret til:

#### 3.8.4.0. Brandtekniske krav

Koaksialkabler, der installeres i bygninger, skal opfylde brandtekniske krav iht. standarderne: DS/EN 60332-1-2 henholdsvis 60332-3-24 under hensyn til anvendelsen af den bygning, hvor de installeres, se den gældende udgave af Bygningsreglementet og Stærkstrømsreglementet.

*Note1: DS/EN 60332-1-2 finder bl.a. anvendelse i almindelige beboelses bygninger.*

På side 21 afsnit 3.9.3.1, Stikledninger, er følgende tilføjet:

Ved lysleder stikledning bør gennemboringen af ydermur ske i en vinkel på 45 grader af hensyn til overholdelse af kablets bøjningsradius.

På side 22 afsnit om rør er følgende ændret:

Røret bør:

1) Maksimalt have en fyldningsgrad på 60 % regnet efter tværsnitsareal.

2) Have en udvendig diameter på mindst 12 mm, dog bør diameteren være mindst 15 mm, hvis man vil sikre sig rimeligt mod gnaverangreb.

3) Være fremstillet af HDPE, PLT eller anden hårdere materiale

4) Være orangefarvet

5) Være forsynet med en langsgående mærkning, der gør det muligt at identificere det.

På side 29 afsnit 5 pkt. 4 er følgende tilføjet:

Signalværdierne for den interne infrastruktur skal i tilfælde af en tvist kunne eftervises ved måling. Da en måling er meget ressourcekrævende, er det sædvanlig praksis, at der i forbindelse med entreprisaftaler mellem anlægsejer og installatør aftales, at signalparametrene udelukkende skal eftervises ved en teoretisk beregning efter en nærmere aftalt beregningsmetode.

På side 41 er indført: Bilag 2, Eksempler på opbygning af fællesantenneanlæg

På side 70 er indført nyt Bilag 7: Eksempler på beregningsmetoder for lysledernet

På side 77 er indført nyt afsnit: Forklaring på forkortelser mv. til bilag 7

### **Ajourført september 2005**

På side 18 indføres som et nyt punkt:

#### 3.8.4.1. Brandtekniske krav

Koaksialkabler, der installeres i bygninger, skal som minimum opfylde brandtekniske krav iht. standarderne: EN 50265-1 og EN 50265-21

### **Ajourført juni 2005**

(Indsat krav om verifikation af dokumentation ved målinger/kontrol og anbefaling om rør til kabelføring)

På side 27 i Afsnit 4 indsættes som et nyt sidste stk. foran "Oversigtskort"

Forstærkernes udgangsspænding samt anlæggets tekniske udførelse skal verificeres ved stikprøvevis målinger/kontroller.

### **Ajourført maj 2004**

Side 13 under Pkt. 3.5 Hovedforstærkerinstallation efter stk. 1 (i linje 3):

"Man skal ved projektering af hovedstationen især være meget opmærksom på, at temperaturen i

hovedstationen uanset udendørs temperaturen og varmeafgivelsen fra komponenterne i stationen altid kan holdes inden for de af leverandørerne fastsatte minimums- og maksimumstemperaturer for den enkelte komponent. Man skal være opmærksom på, at temperaturen i skabet/ rakket, som udstyret er anbragt i, normalt er væsentlig højere end temperaturen i omgivelserne/rumtemperaturen i øvrigt. Det er ikke tilrådeligt, at stationen projekteres således, at temperaturen i stationen eller i skabet/rakket altid ligger i nærheden af den anbefalede maksimumstemperatur. F.eks. medfører en temperaturstigning på 10 grader, at ældningshastigheden for komponenten fordobles."