



Transmissionsplan for TDC's kobberacesnet
Cable Management Plan
Version 14.0 af 16-03-2016

Dette bilag:

- udgør Bilag 1g til Produkttillæg Kobber
 - erstatter Bilag 1g, dateret 27. maj 2014, til Produkttillæg Kobber
-

Webversion



Indhold	INDHOLD	2
	INDLEDNING	3
	FORORD	3
	FORMÅL	3
	DOKUMENTHISTORIK	3
	OPBYGNING AF OG ADGANG TIL KOBBERACCESNETTET	4
	KOBBERNETTETS STRUKTUR	4
	ADGANG TIL KOBBERNETTET	5
	INDKOBLINGSPUNKTER UDEN SHAPINGKRAV (CENTRALER)	5
	FREMSKUDTE INDKOBLINGSPUNKTER UDEN SHAPINGKRAV (FREMSKUDTE CENTRALER).....	5
	FREMSKUDTE INDKOBLINGSPUNKTER MED SHAPINGKRAV MED ELLER UDEN MULIGHED FOR VDSL	6
	INDKOBLINGSPUNKT MED VECTORISERET VDSL2	6
	KOBBERACCESNETTETS EGENSKABER.....	7
	GENERELT	7
	FREKVENSSOMRÅDET OP TIL 15 KHZ	7
	FREKVENSSOMRÅDET OVER 15 KHZ.....	8
	GRUNDLÆGGENDE FORUDSÆTNINGER.....	10
	GENERELLE PRINCIPPER	10
	HENSYN VED FREMSKUDT INDKOBLING OG DELSTRÆKNINGER	10
	FORSTYRRELSER	10
	REGLER FOR ANVENDELSEN AF REMOTE POWERING	11
	GRUNDLÆGGENDE PRINCIP	11
	ELEKTRISKE BEGRÆNSNINGER FOR TILSLUTNING TIL NETTET.....	12
	ELEKTRISKE BEGRÆNSNINGER FOR TILSLUTNING TIL NETTET	12
	BEGRÆNSNINGER FOR TEKNOLOGIER SOM BENYTTET FREKVENSBÅNDET OVER 15 KHZ	13
	TILLADTE BREDBÅNDSTEKNOLOGIER OG SÆRLIGE BEGRÆNSNINGER ...	15
	TILLADTE BREDBÅNDSTEKNOLOGIER	15
	SÆRLIGT FOR ESHDSL	15
	SÆRLIGT FOR VDSL2	16
	INDKOBLINGSPUNKTER.....	16
	INDKOBLINGSPUNKT UDEN SHAPINGKRAV (CENTRAL)	16
	FREMSKUDTE INDKOBLINGSPUNKTER UDEN SHAPINGKRAV (FREMSKUDT CENTRAL)	16
	FREMSKUDTE INDKOBLINGSPUNKTER MED SHAPINGKRAV MED MULIGHED FOR VDSL	16
	FREMSKUDTE INDKOBLINGSPUNKTER MED SHAPINGKRAV UDEN MULIGHED FOR VDSL	17
	SÆRLIGT FOR VECTORISERET VDSL2.....	17
	OVERSIGT	17
	REFERENCER	18
	BILAG 1 – SHAPING AF FREMSKUDT INDKOBELEDE DSL-SIGNALER.....	20
	BILAG 2 – ÆNDRINGER I FORHOLD TIL SENESTE VERSION.....	22
	GENERELT	22
	RETTELSE TIL DE ENKELTE AFSNIT	22

Indledning

Forord

Transmissionsplan for TDC's kobberacesnet (Cable Management Plan) er bilag til Rammeaftale om levering og drift af TDC's engrostitjenester – Rå kobber og Delt rå kobber.

Transmissionsplanen (Cable Management Plan) beskriver de basale elektriske krav, som alle transmissionssystemer der tilsluttes kobberacesnettet skal opfylde.

Betegnelsen Cable Management Plan (CMP) anvendes i ETSI publikationer og af en række europæiske operatører og administrationer. CMP betegner et dokument som beskriver de mandatoriske elektriske krav og tilslutningspunkter, der gælder for transmissionssystemer der tilsluttes et givet kobbernet. CMP-reglerne har til formål at sikre en effektiv totaludnyttelse af det pågældende kobbernet.

Formål

Transmissionsplanen er udarbejdet på grundlag af en række generelle hensyn:

- Planen skal sikre at kobbernettet totalt set udnyttes optimalt, specielt i relation til udbredelsen af bredbåndsteknologier.
- Transmissionsplanen skal på den ene side tilgodese at udstyr for telefoni og bredbåndsteknologier kan tilsluttes og anvendes med så få tekniske begrænsninger som muligt, og på den anden side sikre en rimelig beskyttelse af de teknologier som tillades, således at degradering af rækkevidde og hastighed grundet krydstale holdes inden for acceptable grænser.
- Transmissionsplanen skal sikre at der ikke optræder spændinger eller strømme, som kan udgøre berøringsfare for personer, eller som kan skade kabler og materiel.
- Et yderligere hensyn er at gældende EMC-regler skal tilgodeses. Der tænkes her primært på radiofrekvent emission fra eller indstråling i kabelnettet og tilsluttede husinstallationer.

Det må forventes at der jævnligt vil opstå behov for opdatering af planen idet DSL-teknologierne løbende udvikles.

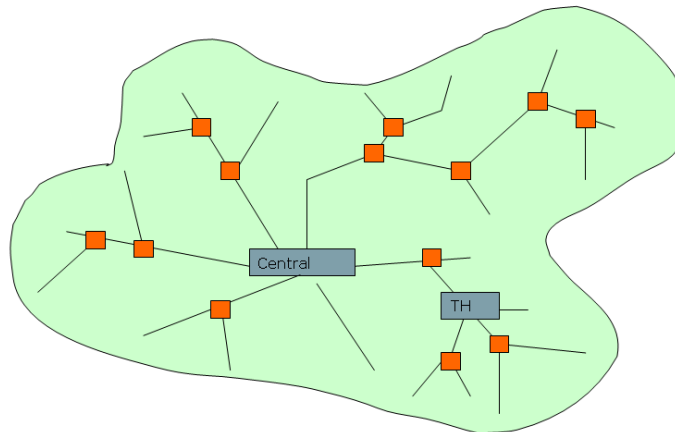
Dokumenthistorik

Version	Dato	Status
Vers. 1	26-03-2003	Forslag
Vers. 2	04-06-2003	Godkendt
Vers. 3	15-09-2003	Godkendt
Vers. 4	06-02-2004	Forslag
Vers. 4	14-05-2004	Godkendt
Vers. 5	03-05-2006	Forslag
Vers. 5	20-07-2006	Godkendt
Vers. 6	08-09-2008	Forslag
Vers. 7	27-10-2008	Udsendt
Vers. 8	15-09-2009	Udsendt
Vers. 9	15-10-2010	Forslag
Vers. 10	10-02-2011	Udsendt
Vers. 11	30-03-2014	Forslag
Vers. 12	27-05-2014	Udsendt
Vers. 13	18-01-2016	Forslag
Vers. 14	16-03-2016	Udsendt

Opbygning af og adgang til kobberacesnettet

Kobbernettets struktur

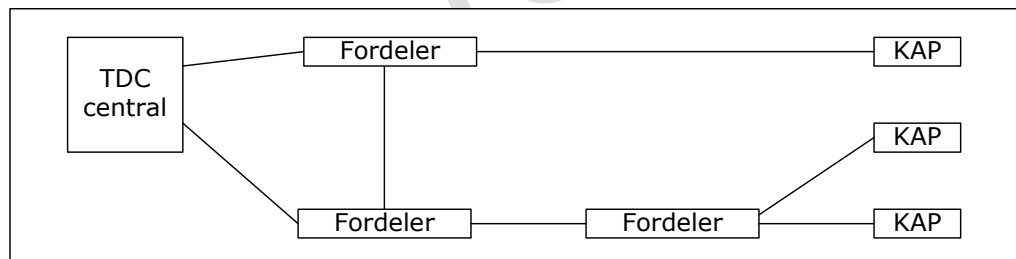
Kobbernettets struktur og de punkter hvor der kan indkobles i nettet, beskrives i det følgende.



Figur 1 – Figuren ovenfor illustrer den principielle struktur for accesnettet. TH: teknikhus. Røde felter markerer fordelere o.l. punkter hvor der eventuelt kan etableres fremskudt indkobling af DSL.

Den typiske opbygning af accesnettet, der er en "træstruktur", med transmission mellem TDC centralerne og kundernes Kabel Afslutnings Punkt (KAP). Der kan forekomme tværkabler mellem 2 fordelere, et sådan tværkabel har til formål at udligne belægningsgraden mellem fordelere og centralen.

Det skal bemærkes at de enkelte strækninger kan være sammensat af flere forskellige kabeltyper.



Figur 2 – Kobberacesnettet elementer og struktur.

Adgang til kobbernettet

Adgang til kobbernettet sker:

- I centralen
- I teknikhuse
- I fordelere og andre punkter i nettet, hvor det er praktisk muligt at indkoble i kobbernettet



Billede 1 – Eksempel på teknikhus



Billede 2 – Eksempel på kobberfordeler med fremskudt DSLAM og elstander

En kobberaces forbindelse termineres på slutkundeadressen, hvor forbindelsen afsluttes i KAP.

Herudover kan kobberpar mellem en central og et fremskudt indkoblingspunkt anvendes til strømforsyning af fremskudt placeret elektronik.

For at give mulighed for fleksibel udbygning af nettet og klarhed over hvilke teknikker der kan anvendes i de enkelte indkoblingspunkter, er indkoblingspunkter for DSL i nettet opdelt i 4 klasser, som beskrevet i det følgende:

- Indkoblingspunkter uden shapingkrav (central)
- Fremskudte indkoblingspunkter uden shapingkrav (fremskudt central)
- Fremskudte indkoblingspunkter med shapingkrav og med VDSL
- Fremskudte indkoblingspunkter med shapingkrav men uden VDSL

Indkoblingspunkter uden shapingkrav (Centraler)

Indkoblingspunkter uden shapingkrav omfatter centralbygninger med lokalcentraler og tilhørende krydsfelter.

Centralerne udgør kobberacesnettets afgrænsning mod det overordnede transportnet.

Pr. oktober 2010 er der i TDC's net 1188 centraler. Nye centraler vil blandt andet kunne oprettes i forbindelse med større nyudstyknings, hvor der ifølge sagens natur ikke findes noget kabelnet i forvejen.

Fremskudte indkoblingspunkter uden shapingkrav (Fremskudte centraler)

Fremskudte indkoblingspunkter uden shapingkrav omfatter historisk teknikhuse med POTS/ISDN abonnenttrin, der er blevet oprettet for at afhjælpe kobbermangel og hvor der i maj 2006 var opsat DSLAM.

Fremskudte indkoblingspunkter uden shapingkrav har siden maj 2006 kun kunnet oprettes efter forudgående dialog med de operatører der har ubestykkede kobberlinjer (rå/delt rå kobber) som bliver berørt. Nye fremskudte indkoblingspunkter uden shapingkrav vil kun blive oprettet hvis alle berørte operatører er indforstået med det.

Fremskudte indkoblingspunkter uden shapingkrav vil som udgangspunkt udgøre kobberacesnettets afgrænsning mod det overordnede transportnet på samme måde som centralerne, men ubestykkede kobberlinjer (rå/delt rå kobber) kan føres til den bagvedliggende central hvis der er ledig kobberkapacitet. Disse linjer er ifølge sagens natur ikke beskyttede mod kraftige krydstaleforstyrrelser.



Fysisk kan et fremskudte indkoblingspunkt uden shapingkrav bestå af et teknikhus, et teknikrum eller et fordelerskab og tilslutning til elnettet eller anden strømforsyning hvor DSLAM udstyr kan opstilles tæt ved, indbygget i dedikeret skab.

Fremskudte indkoblingspunkter med shapingkrav med eller uden mulighed for VDSL

Fremskudte indkoblingspunkter med shapingkrav kan oprettes ved fordelere og andre punkter hvor det er praktisk muligt at etablere indkobling i kablerne. Når der fremsættes ønske om etablering af et nyt fremskudt indkoblingspunkt vil TDC foretage en samlet planlægning for den berørte kabelstrækning for at sikre, at de bedst egnede punkter udvælges.

Nye fremskudte indkoblingspunkter kategoriseres som Fremskudte indkoblingspunkter med mulighed for VDSL, hvis dæmpningen mellem punktet og centralen eller andre indkoblingspunkter for VDSL2 er mindst 8 dB@150 kHz. Denne begrænsning har til formål at sikre, at VDSL2 udstyr som etableres i et indkoblingspunkt kan anvendes med et rimeligt dækningsområde, selv om der senere etableres nye fremskudte indkoblingspunkter i centralområdet.

Nye fremskudte indkoblingspunkter som ligger nærmere centralen eller andre indkoblingspunkter for VDSL end 8 dB@150 kHz kategoriseres som indkoblingspunkter uden mulighed for VDSL2.

Fysisk vil et fremskudte indkoblingspunkt med shapingkrav som regel bestå af et fordelerskab og tilslutning til elnettet eller anden strømforsyning, hvor DSLAM udstyr kan opstilles tæt ved, indbygget i dedikeret skab, se eksempel på Billede 2.

I takt med etableringen af DSLAM i nye punkter vedligeholder TDC en samlet liste over punkter og deres kategorisering.

Indkoblingspunkt med vectoriseret VDSL2

I indkoblingspunkter hvor Vectoriseret VDSL2 [16] er taget i brug, eller hvor Vectorisering er varslet, er underlagt nogle særlige begrænsninger. Begrænsningerne har til formål at sikre, at Vectoring funktionen kan udkompensere egenkrydstale og dermed muliggøre meget høje båndbredder.

I disse indkoblingspunkter skal alle kobberpar som anvendes til VDSL2 termineres i én enkelt DSLAM, som understøtter Vectoring.

Den opsætning af Vectoring som anvendes i TDCs net fungerer alene i frekvensområdet over 2,2 MHz. Det betyder, at ADSL2+ og GSHDSL kan anvendes som i områder uden vectorisering.

Kobberacesnettets egenskaber

Generelt

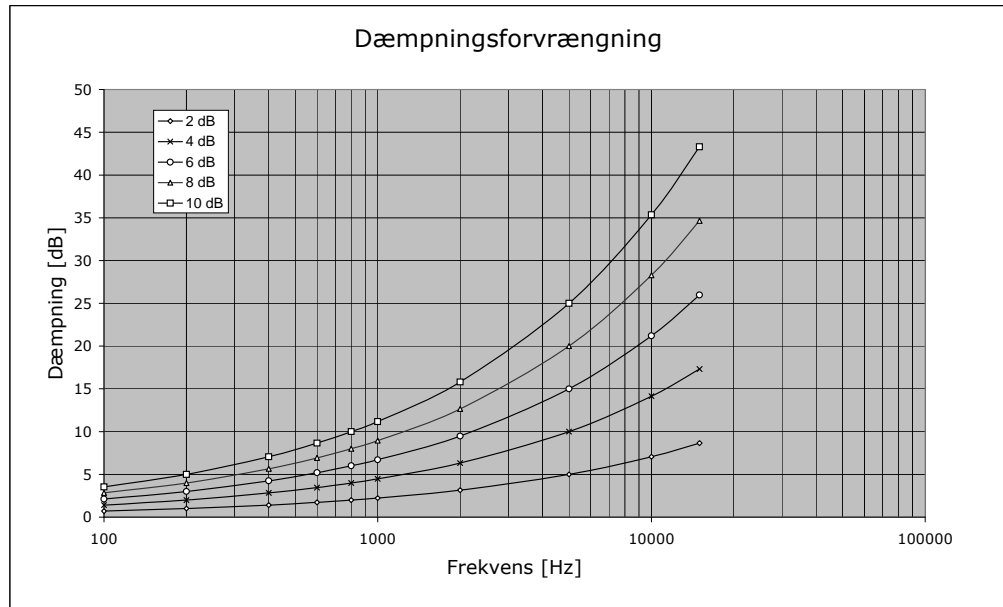
Kablerne er som udgangspunkt anlagt til overføring af jævnstrøm og analoge signaler i frekvensbåndet op til 4 kHz og omfatter mange forskellige typer kabler med tråddiameter på fortrinsvis 0,4 eller 0,5 mm, men andre tråddimensioner forekommer også.

Frekvensområdet op til 15 kHz

Følgende garantiværdier (specificeret for faste kredsløb af lokalkvalitet og for rå kobber tråddpar) gælder for tråddpar, der forbinder KAP på en kundeadresse med krydsfeltet i en TDC centralbygning. Garantiværdierne dækker alene området fra 0 til 15 kHz.

Tabel 1 – Garantiværdier for tråddpar fra central til KAP	
Parameter	Krav
Isolation, L1-L2, L1-J og L2-J	> 1 M Ω
Sløjfemodstand	... 1400 Ω , jævnstrømsmodstand mellem de to tråde, når de er kortsluttet i modstående endepunkt.
Dæmpning	... 9,5 dB ved 1020 Hz (600 Ω)
Gruppeløbetidsforvrængning	< 0,6 ms ved 100 Hz i forhold til 15kHz.
Dæmpningsvariation (over tid)	... 0,8 dB
Støj (målt psfometrisk)	... -60 dBmp, 600 Ω
Impulsstøj	Ved impulsstøj forstås kortvarige støjimpulser, der har en varighed på højst 50 μ s. Der må ikke forekomme mere end 18 impulser pr. 15 minutter, hvis niveau ligger mindre end 21 dB under det modtagne signalniveau når der sendes med 0 dBm (600 Ω) i sendepunktet.

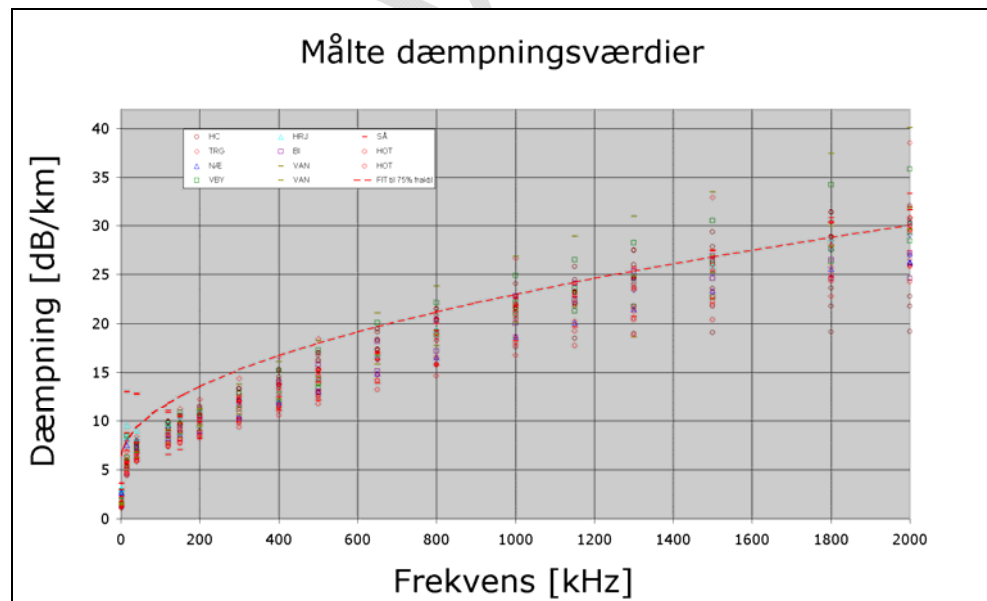
Der er ikke fastlagt en egentlig garantiværdi for dæmpningsforvrængningen, men i grafen nedenfor er vist eksempler på typiske dæmpningskurver i frekvensområdet 0 til 15 kHz med udgangspunkt i 5 forskellige linjer med dæmpningsværdier ved 800 Hz på: 2, 4, 6, 8, 10 dB (600 Ω).



Figur 3 – Dæmpningsforvrængning i området op til 15 kHz.

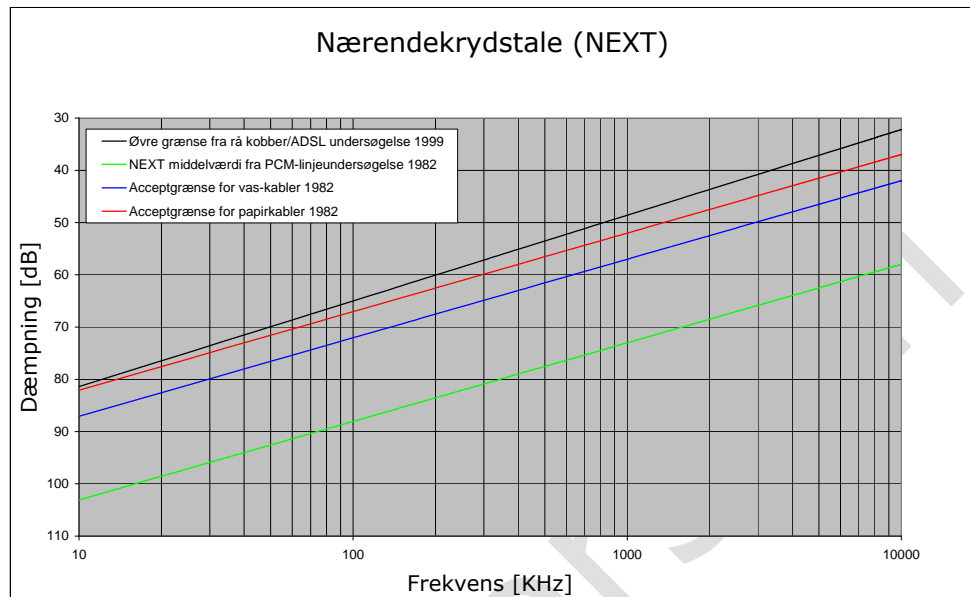
Frekvensområdet over 15 kHz

For dette frekvensområde findes ikke en karakterisering af kabelnettets egenskaber i lighed med de typiske dæmpningskurver for frekvensområdet op til 15 kHz, men typiske ikke garanterede dæmpningsværdier vil kunne aflæses af grafen nedenfor



Figur 4 – Typisk dæmpningskarakteristik baseret på 45 målinger på tilfældigt udvalgte kabler i accesnettet. 75 % fraktilen er vist som stiplede kurve.

Figuren nedenfor viser resultatet af målinger af nærende krydstale. Da kobbernettet omfatter mange forskellige kabeltyper kan disse værdier kun betegnes som vejledende. Den nederste kurve viser middelværdien fra en ældre, men meget omfattende undersøgelse, hvor der primært er målt på kabler med stort antal trådpår (50 – 800). De 2 mellemste kurver viser tilnærmet 99 % fraktilen efter den samme undersøgelse, separat for henholdsvis papir og vaslinekabler. Den øverste kurve viser tilsvarende tilnærmet 99 % fraktilen ifølge en nyere undersøgelse, hvor der ikke er skelnet mellem forskellige kabeltyper.



Figur 5 – Resultatet af en serie målinger af nærende krydstale (NEXT) på kabler i accesnettet

På basis af kabelregistreringerne er det muligt med god nøjagtighed at beregne dæmpningen for en given forbindelse i accesnettet. En tilsvarende beregning kan ikke foretages for krydstale, da de enkelte trådpårs placering i kabeltværsnittene ikke er registreret, og da en typisk forbindelse mellem central og nettermineringspunkt er sammensat af mange forskellige kabler af forskellige størrelser og med forskellige placeringer af trådpår.



Grundlæggende forudsætninger

Generelle principper

- Som udgangspunkt betragtes alle trådpår i et kabel som ligeværdige. Udvælgelse af enkelte trådpår med særlige transmissionsegenskaber betragtes i almindelighed som ugennemførlige dels på grund af splidsninger mellem forskellige kabeldele og dels på grund af registreringsformen. Dette princip bør derfor kun fraviges hvor tvingende grunde gør det nødvendigt f. eks. sikkerhedsmæssige krav ifm. remote powering og ifm. kabler som ikke er par-snoede.
- Der lægges ingen begrænsninger på fyldningsgraden.
- Det forudsættes at senderetningen nedstrøm hhv. opstrøm for bredbåndsforbindelser respekteres overalt i nettet.
- De generelle krav til elektronik som tilsluttes trådpår er alene baseret på effekt-tæthedsmasker for opstrøms- og nedstrømsretningen samt basale elektriske egenskaber som balance og evt. maksimal sendeeffekt, samt maksimale spændinger og strømme.
- I områder hvor der anvendes Vectoriseret VDSL2, skal alle kobberpar med VDSL2 udgøre én Vectoring gruppe (med kendt teknik afsluttes i én DSLAM med Vectoring funktion)

Hensyn ved fremskudt indkobling og delstrækninger

Fremskudt indkobling skal ske på en måde så der tages rimeligt hensyn til transmissionssignaler der indkobles fra centralen. For transmissionssignaler der indkobles fremskudt kan hensynet til krydstaleforstyrrelser medføre, at der skal gælde særlige begrænsninger for disse. De specifikke begrænsninger er nærmere beskrevet i afsnittet for de teknologier der må anvendes.

Forstyrrelser

Kravene til transmissionsteknikkerne fastsættes sådan at gensidige forstyrrelser optræder i begrænset omfang. Alle operatører må tåle en moderat grad af krydstalestøj på trådpårerne med deraf følgende begrænsning af systemernes ydeevne. Det må forventes at krydstalestøjen vil vokse over tid, i takt med at antallet af bredbåndsforbindelser stiger.

Den forventelige krydstalestøj kan omtrentligt beregnes (simuleres) ud fra kabelmodeller, shaping regler, fordeling af DSL typer mm. TDC har udarbejdet et skema med de typiske parameterværdier for det danske accesnet som kan anvendes ved beregninger af forventet krydstalestøj og forventet DSL ydeevne. Skemaet opdateres løbende og nyeste version kan rekvireres.



Regler for anvendelsen af remote powering

Grundlæggende princip

Det grundlæggende princip er at transformere 48 V DC fra strømforsyningsanlægget på centralen op til en højere spænding og via et antal kobberpar forsyne en remote enhed der transformerer ned til udstyrets forsyningsspænding (48 V), f.eks. til forsyning af en fremskudt DSLAM.

De sikkerhedsmæssige forhold ved remote powering er baseret på IEC standarden for elektrisk sikkerhed EN 60950-21 ref. [15].

Yderligere har Sikkerhedsstyrelsen i Danmark vurderet de sikkerhedsmæssige aspekter.

Vigtigste konsekvenser er at anlægget skal være beskyttet mod direkte berøring og spændingen må ikke føres helt ud til slutbrugeren. Af hensyn til kabelarbejdernes sikkerhed skal anvendelsen af remote powering være registreret hos TDC således, at det ved kabelarbejde er muligt at afbryde remote power forsyningen i den tid kabelarbejdet foregår. Der er ligeledes krav til opmærkning og afskærmning af de anvendte linjer i krydsfeltet.

Yderligere skal den benyttede elektronik være indrettet, så der ikke genereres elektrisk støj, som kan forstyrre DSL-signaler i kablerne.

Dette betragtes som opfyldt hvis det kan dokumenteres at den differentielle støj på de enkelte trådpair overholder effekt tæthedsmaskerne givet i *Figur 6* og *Figur 7* og at udstyret overholder relevante harmoniserede standarder for emission under EMC-direktivet.

Anvendelsen af remote powering i det danske kobberacesnet skal respektere disse begrænsninger.

Elektriske begrænsninger for tilslutning til nettet

Elektriske begrænsninger for tilslutning til nettet

For alle anvendelser skal følgende generelle begrænsninger respekteres:

Tabel 2 – Generelle begrænsninger for brug af trådpar	
Parameter	Krav
Transmission mod jord/stel	Der må ikke transmitteres hverken jævn- eller vekselstrøm, som udnytter jord/stel som returvej.
Isolation mod jord	10 M Ω ved 250 V DC. Denne begrænsning bortfalder for udstyr der leverer DC strøm til linien, og hvor DC spændingskilden refererer til jord/stel. En eventuel overspændingsbeskyttelse kan have lavere tændspænding.
Impedans mod jord	Impedansen mod jord skal være mindst 1 M Ω målt ved 120 V AC med frekvens op til 55 Hz. Dette krav bortfalder for udstyr der leverer DC strøm til linien, og hvor DC spændingskilden refererer til jord/stel.
Effekt i frekvensområdet 300 Hz til 15 kHz:	Spidsspænding i frekvensområdet 300 til 15000 Hz: Max. 3,5 V _{pp} belastet ved 600 Ω terminering. Midleffekt i frekvensområdet 300 til 4000 Hz: Max. 0 dBm belastet ved 600 Ω terminering. Spektral tæthed i frekvensområdet 4 til 15 kHz: Max. - 30 dBm/Hz ved 600 Ω terminering, målt med en båndbredde på 300 Hz. Se note.
Vekselspændinger under 300 Hz	Vekselspænding i frekvensområdet 0 Hz < f < 300 Hz, skal være < 50 V _{eff} ved frekvenser < 95 Hz, og faldende 60 dB/dekade fra 50 V _{eff} ved 95 Hz til 1,55V _{eff} ved 300 Hz. I frekvensområdet 20 Hz - 55 Hz må der dog forekomme en ringespænding < 120 V _{eff} ved en varighed af ringespændingen på < 3 sekunder. Generator impedans skal være > 150 Ω .
Strømme	Der må maksimalt indkobles jævn- eller vekselstrømme med en resulterende effektiv værdi på 120 mA.
Kombinerede jævn- og vekselspændinger (Gælder ikke remote powering)	Mellem linieklemmer og mellem hver af disse og jord/stel skal kombinerede jævn- og vekselspændinger, bortset fra ringespændinger, opfylde følgende krav: <ul style="list-style-type: none">• $U_{ac}/70,7 + U_{dc}/120 < 1$• U_{ac} er vekselspændingens spidsværdi ved enhver frekvens i Volt.• U_{dc} er jævnspændingens værdi, i Volt.



Remote powerudstyr efter EN 60950-21 ref. [15]. Der gælder særlige krav om mærkning og afskærmning	RFT-C udstyr iht. ref. [15].: Maksimal spænding: +- 200 V DC Maksimale strømme: 60 mA mellem et tråddpar A/B 2 mA til jord ved normal drift. Ved enkel jordslutningsfejl 60 mA og 25 mA efter 2 sek. gennem 2 kohm til jord via ikke jordet leder.
---	--

Note: Alarmnettet benytter signalering i korte impulser med max. 5 dBm (270 Ohm) i området omkring 8 kHz. Grænsen for spektral tæthed overskrides kortvarigt medens impulserne sendes. Målt som middelværdi overholdes grænsen. Alarmnet signaleringen har ikke medført problemer, og accepteres derfor indtil videre.

Alle vekselspændinger skal sendes balanceret i forhold til jord. Balancen skal, i hele det benyttede frekvensområde, være så høj at krydstalekoblingen i det tilsluttede kabel ikke forringes mærkbart.

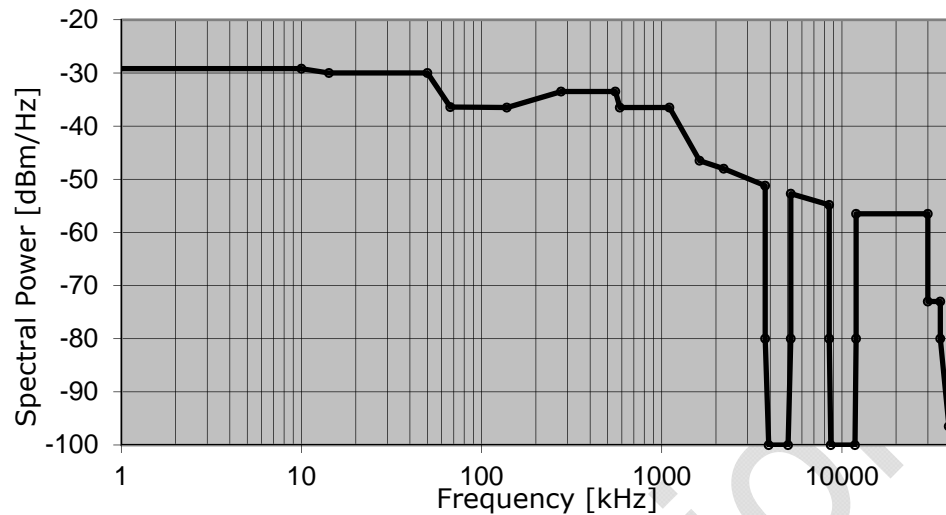
De generelle krav tillader transmission af analog telefoni og lignende smalbands-transmissionsteknologier, der alene benytter frekvensområdet under 15 kHz til signalering.

Begrænsninger for teknologier som benytter frekvensbåndet over 15 kHz

Foruden de generelle krav beskrevet i forrige afsnit skal bredbåndsteknologier respektere maskerne for spektral tæthed som er vist i figurerne nedenfor. Der er angivet separate masker for nedstrøms senderetning (fra centralen) og for opstrøms senderetning (fra KAP). For nogle DSL-teknikker er der supplerende krav. For indkobling i fremskudte punkter gælder særlige vilkår som er beskrevet i bilag 1.

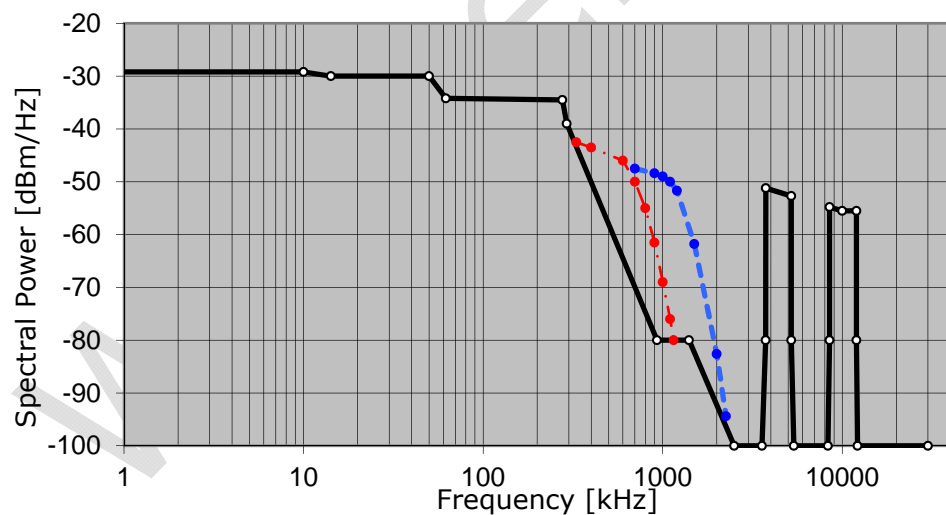
Maskerne udtrykker de nominelle begrænsninger for effekttæthed, og er baseret på måling af spektret foretaget med et instrument med 10 kHz båndbredde.

Downstream PSD limit



Figur 6 – PSD maske for nedstrømsretning (fra central mod KAP).

Upstream PSD limit



Figur 7 – PSD maske for opstrømsretning (KAP mod central eller teknikhus). Den stiplede røde kurve angiver max. PSD for linjer med dæmpning 9 dB v. 150 kHz og den blå stiplede kurve angiver max. PSD for linjer med dæmpning 4 dB eller mindre. Imellem disse kurver interpoleres. Dette er i praksis relevant ifm. varianter af ESHDSL med bitrater over 3,1 MB/s.

Tilladte bredbåndsteknologier og særlige begrænsninger

Tilladte bredbåndsteknologier

De bredbåndsteknikker som er listet nedenfor opfylder kravene for bredbåndsteknologier som beskrevet i forrige afsnit.

Tabel 3 - Liste over tilladte bredbåndsteknologier	
Betegnelse	Reference
ISDN med 2B1Q liniekode	ref. [1]
HDSL med 2B1Q liniekode, max. 1 MB/s på 1 par eller 2 MB/s på 2 par	ref. [2] eller [3]
SHDSL med PAM 16 liniekode max. 2,3 MB/s og PAM 32 liniekode max. 3,1 MB/s på 1 par. ESHDSL iht. annex G i ref.[4] eller annex E i ref. [5] samt nogle ikke-standardiserede varianter må anvendes på korte linjer, se skema 9.2.	ref. [4] eller [5]
ADSL over POTS eller ISDN	ref. [6], [7] eller [8]
ADSL2 i alle varianter	Ref. [12]
ADSL2+ i alle varianter	Ref. [13]
VDSL2 med frekvensplan 998ADE35 og PSD maske M1 eller M2 som beskrevet i annex Q til ref. [14]. Alle varianter af UBO beskrevet heri kan anvendes. ^{Note 1}	Ref. [14]

Note 1 Omfatter VDSL2 som benytter frekvensområdet op til 35 MHz.

Note. Gamle HDB3 2MB systemer findes i begrænset omfang i accesnettet, men vil gradvis blive udfaset, idet gensidige krydstaleforstyrrelser mellem HDB3 systemer og ADSL kan give uacceptable driftsproblemer. Der er derfor i det følgende ikke taget hensyn til disse systemer.

Særligt for ESHDSL

For høje båndbredder er den maksimalt tilladte symbolrate, og dermed bitrate, afhængig af kabeldæmpningen mellem indkoblingspunkt og KAP. Denne begrænsning har til formål at beskytte ADSL og VDSL i nedstrømsretningen.

Der gælder følgende sammenhæng:

Tabel 4 – Særlige forhold for ESHDSL						
Linjedæmpning		Symbolrate [ksym/s]	Bitrate pr. par med forskellige modulationsformer [Mb/s]			
[dB] ved 150 kHz	Ca. længde ved 0,4 mm kabel		PAM 16	PAM 32	PAM 64	PAM 128
4	400 m	2546	7,6	10,2	12,7	15,3
6	600 m	2002	6,0	8,0	10,0	12,0
9	1000 m	1426	4,2	5,7	7,1	8,5
11	1200 m	1138	3,4	4,5	5,6	6,8
14	1500 m	898	2,7	3,6	4,4	5,4
Ingen begrænsning	Ingen begrænsning	770	2,3	3,1	3,9	4,6

Skemaet viser maksimal tilladt, faktisk linjedæmpning målt ved 150 kHz som funktion af symbolraten. De opnåelige bitrater ved forskellige modulationsformater er listet. Felter markeret med gråt er ikke-standardiserede værdier som kan benyttes, hvis maksimal sendeeffekt i ref. [4] eller [5] overholdes, og de listede maksimale kabeldæmpninger respekteres. Der kan interpoleres mellem de listede værdier.

Særligt for VDSL2

VDSL2 modemer skal anvende Upstream Power Back Off (UPBO) for at sikre, at modemer tæt på DSLAM ikke ødelægger opstrøms transmissionen fra de modemer der er tilsluttet i større afstand. Der findes flere metoder til at realisere UPBO. En metode er baseret på at modemernes sendeniveau styres fra centralt hold og andre metoder er baseret på at modemerne selv estimerer det optimale sendeniveau. Da såvel standardisering som praktiske erfaringer endnu er på et foreløbigt stade, specificeres der ikke her en bestemt metode. Metode og parametre vil evt. blive specificeret på et senere tidspunkt, hvis erfaringer viser, at detailregulering er nødvendig.

VDSL2 anvender et frekvensbånd der også anvendes til radiokommunikation, og erfaringsmæssigt vil ind- og udstråling fra kabler og husinstallation nogle steder give anledning til radio forstyrrelser. VDSL2 udstyret skal derfor understøtte at kritiske frekvensbånd kan udelades "notching". Operatøren skal anvende "notching" i berørte frekvensbånd, hvis der optræder forstyrrelser af eller fra radiokommunikation.

Indkoblingspunkter

De forskellige typer indkoblingspunkter er pålagt forskellig begrænsning mht. hvilke teknikker der må benyttes og hvilke mekanismer til begrænsning af krydstaleforstyrrelse der skal anvendes.

Indkoblingspunkt uden shapingkrav (central)

Indkoblingspunkt uden shapingkrav (centraler). Her kan alle teknikker som opfylder de generelle krav anvendes.

Fremskudte indkoblingspunkter uden shapingkrav (fremskudt central)

Fremskudte indkoblingspunkter uden shapingkrav (fremskudte centraler). Her kan alle teknikker som opfylder de generelle krav anvendes.

Ubestykkede kobberlinjer (rå/delt rå kobber) som passerer et fremskudt indkoblingspunkt uden shapingkrav nyder ingen beskyttelse mod kraftige krydstaleforstyrrelser.

Fremskudte indkoblingspunkter med shapingkrav med mulighed for VDSL

Fremskudte indkoblingspunkter med shapingkrav med mulighed for VDSL. I disse punkter må benyttes DSL teknikker som understøtter spektral shaping i frekvensområdet op til 2,2 MHz. Den spektrale shaping skal tilpasses, så ADSL, ADSL2+ og (E)SHDSL i ubestykkede kobberlinjer som passerer indkoblingspunktet beskyttes efter "equal pain" princippet. Shaping af liniesignalet skal derfor afpasses efter kabeldæmpningen mellem central og det fremskudte indkoblingspunkt.

Bilag 1 beskriver hvordan shaping bestemmes ud fra kabeldæmpningen mellem indkoblingspunkt og central. TDC offentliggør lister over kabeldæmpningen for de aktuelle fremskudte indkoblingspunkter så shaping kan indstilles korrekt.

Fremskudte indkoblingspunkter med shapingkrav uden mulighed for VDSL

Fremskudte indkoblingspunkter med shapingkrav uden mulighed for VDSL. I disse punkter må benyttes DSL teknikker som understøtter spektral shaping i frekvensområdet op til 2,2 MHz. Den spektrale shaping tilpasses, så ADSL, ADSL2+ og (E)SHDSL i ubestykkede kobberlinjer som passerer indkoblingspunktet beskyttes efter "equal pain" princippet. Shaping af liniesignalet skal tilpasses kabeldæmpningen mellem central og det fremskudte indkoblingspunkt.

Bilag 1 beskriver hvordan "shaping" bestemmes ud fra kabeldæmpningen mellem indkoblingspunkt og central. TDC offentliggør lister over kabeldæmpningen for de aktuelle fremskudte indkoblingspunkter.

VDSL2 eller andre teknikker som benytter frekvenser over 2,2 MHz må ikke anvendes. Formålet med denne begrænsning er at beskytte VDSL fra nærliggende indkoblingspunkt.

Særligt for Vectoriseret VDSL2

Når der i et indkoblingspunkt anvendes VDSL2 med Vectoring [16] skal alle kobberpar som løber i fælles kabelstrækninger udgøre én Vectoring gruppe (med kendt teknik afsluttes i én DSLAM med Vectoring funktion). Det betyder i praksis at alle VDSL2 slutkunder under indkoblingspunktets dækningsområde skal tilsluttes samme vectoriserede DSLAM. Kun frekvensområdet over 2,2 MHz beskyttes mod krydstale fra andre systemer, således at ADSL2+ og (E)SHDSL og andre teknikker der alene benytter frekvenser under 2,2 MHz kan anvendes uden særlige begrænsninger

Oversigt

Nedenfor er en oversigt over hvilke DSL signaler der kan indkobles i de forskellige typer indkoblingspunkter.

Tabel 5 – Oversigt over forskellige typer indkoblingspunkter og de vigtigste DSL-teknikker				
Indkoblingspunkt	(E)SHDSL	ADSL2+	VDSL2 ²⁾	Spektral shaping påbudt
Indkoblingspunkt uden shapingkrav (central)	Ja	Ja	Ja	Nej
Fremskudt indkoblingspunkt uden shapingkrav (fremskudt central)	Ja	Ja	Ja	Nej
Fremskudt indkoblingspunkt med shapingkrav med VDSL	Nej ¹⁾	Ja	Ja	Ja
Fremskudt indkoblingspunkt med shapingkrav uden VDSL	Nej ¹⁾	Ja	Nej	Ja

NOTER:

¹⁾ Dog mulighed for regenerering af SHDSL efter individuel planlægning

²⁾ Se særlige forhold for Vectoriseret VDSL2



Referencer

[1]	Transmission and Multiplexing (TM); Integrated Services Digital Network (ISDN) basic rate access; Digital transmission system on metallic local lines; ETSI TS 102 080 V.1.4.1 (07-2003) Se note
[2]	Transmission and Multiplexing (TM); High bitrate Digital Subscriber Line (HDSL) transmissions system on metallic local lines; HDSL core specification and applications for combined BA-ISDN and 2048 kbit/s based access digital sections, ETSI TS 101 135 v1.5.3 (09-2000)
[3]	ITU-T, Transmission systems and media, Digital systems and networks. High bit rate Digital Subscriber Line (HDSL) transceivers, ITU-T G.991.1 (1-1998)
[4]	ITU-T, Transmission systems and media, Digital systems and networks. Single-pair high-speed digital subscriber line (SHDSL) transceivers. G.991.2 (12-2003) med amendments 1-3 (09-2005)
[5]	Transmission and Multiplexing (TM); Access transmission system on metallic access cables; Symmetrical single pair high bitrate Digital Subscriber Line (SDSL), ETSI TS 101 524 V1.5.1 (08-2010)
[6]	ITU-T. Transmission systems and media, Digital systems and networks. Asymmetrical Digital Subscriber Line (ADSL) transceiver, G.992.1 (07-1999)
[7]	Transmission and Multiplexing (TM); Access transmission systems on metallic access cables; Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL) – Coexistence of ADSL and ISDN-BA on the same pair, ETSI TS 101 388 v1.4.1 (08-2007)
[8]	ITU-T, Transmission systems and media, Digital systems and networks. Splitterless Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL) transceivers, G.992.2 (07-1999) med amendments 1-2 (10-2003)
[9]	CENELEC: Safety of information technology equipment, including electrical business equipment; EN 60950
[10]	TDC. User-network interface specification for access to the public switched telephone network (PSTN). Specification of the NTP; TDK TS 900 221.
[11]	ETSI , Spectral management on metallic access networks; Part 1:Definitions and signal library TR 101 830-1 v.1.4.1 (03-2006)
[12]	ITU-T Transmissions systems and media digital systems and networks. Digital sections and digital line system – Access networks. Asymmetrical digital subscriber line (ADSL) transceivers (ADSL2). G.992.3 (04-2009) med amendments 1-5 (08-2013)
[13]	ITU-T Series G: Transmissions systems and media digital systems and networks. Digital sections and digital line system – Access networks. (ADSL2+). G.992.5 (01-2009) med correction 1 (11-2010)
[14]	ITU-T Series G: Transmissions systems and media digital systems and networks. Digital sections and digital line system – Access networks; Very high speed digital subscriber line transceivers 2 (VDSL2) 993.2. (01-2015) med amendment 1 (11-2015)
[15]	IEC: Information Technology Equipment. Safety. Remote power feeding. (12-2002) 60950-21.
[16]	ITU-T serie G: Transmissions systems and media digital systems and networks. Digital sections and digital line system – Access networks Self-



	FEXT cancellation (vectoring) for use with VDSL2 transceivers 993.5. (01/2015)
--	---

Note. Standarden beskriver flere liniekoder og fødespændinger. TDC anvender 2B1Q liniekode og fødespænding 91-99 VDC, også hvor der sker regenerering.

Webversion

Bilag 1 – Shaping af fremskudt indkoblede DSL-signaler

Når ADSL2+ og VDSL2 signaler indkobles på delstrækninger som skal beskyttes, skal der ske en reduktion af effektæthedsniveauet i frekvensområdet op til 2,2 MHz. Denne reduktion af sendeniveauet benævnes i ITU terminologi som Spectral Shaping. Såvel ADSL2+ som VDSL2 standarderne understøtter MIB styret Spectral Shaping.

Formålet med shaping er at beskytte DSL-signaler indkoblet på centralen bag det fremskudte indkoblingspunkt, således at HDSL, SHDSL, ADSL og ADSL2+ fortsat kan benyttes uden væsentlig forringelse af ydelsen.

Shaping foretages efter principperne beskrevet i draft ITU rekommandation 997.1, appendix III.

Indtil videre bestemmes den nødvendige shaping for hvert enkelt fremskudt indkoblingspunkt efter følgende regler:

I frekvensområdet op til MUF (Maximum Usable Frequency) - 175 kHz, reduceres den maksimale effektæthed som funktion af frekvensen til en værdi, der svarer til den maksimalt tilladte effekt tæthed for central indkobling (se *Figur 6*), minus den typiske kabeldæmpning, målt i dB, mellem central og fremskudt indkoblingspunkt. Ved frekvenser højere end MUF ophører shaping, og effektætheden forøges til det niveau der er tilladt for central indkobling.

Ved frekvenser højere end MFU - 175 kHz aftrappes reduktionen gradvist over et frekvensbånd på 175 kHz. Reduktionen ophører helt for frekvenser højere end MUF.

Hvis den effekt tæthed som beregnes efter punkt 1, 2 og 3 resulterer i en værdi lavere end PSD Floor, hæves grænsen til PSD floor.

Formålet med punkt 1 og 2 er at sikre, at en fremskudt indkoblet ADSL2+ eller VDSL2 forbindelse ikke forstyrrer DSL-signaler indkoblet fra centralen mere, end hvis det fremskudt indkoblede signal blev erstattet af en ADSL2+ forbindelse indkoblet på centralen.

Punkt 3 og 4 er nødvendige, fordi praktiske erfaringer har vist, at det er vanskeligt at konstruere modemer, der kan håndtere det pludselige, voldsomme spring i effekt tæthed ("brick wall"), som punkt 1 og 2 alene ville resultere i.

Den typiske kabeldæmpning som funktion af frekvensen beregnes efter følgende udtryk:

$$\text{Kabeldæmpning [dB]} = (A + B \cdot \sqrt{F} + C \cdot F) \cdot D$$

Hvor:

A, B og C er konstanter som er afpasset sådan, at dæmpningsforløbet bedst muligt afspejler karakteristikken for de dominerende 0,4 og 0,5 mm kabeltyper i det danske kobbernet.

Kabelkonstanter:

$$A = 0,33$$

$$B = 1,15$$

$$C = 0,15$$

$$D = 1,25 \times [\text{kabeldæmpning i dB ved 150 kHz}] \text{ (Oplyses af TDC for det aktuelle indkoblingspunkt)}$$

$$F = \text{frekvensen i MHz}$$

MUF bestemmes som den frekvens, hvor den efter punkt 1 beregnede maksimale effekt tæthed bliver lavere end -102 dBm/Hz.

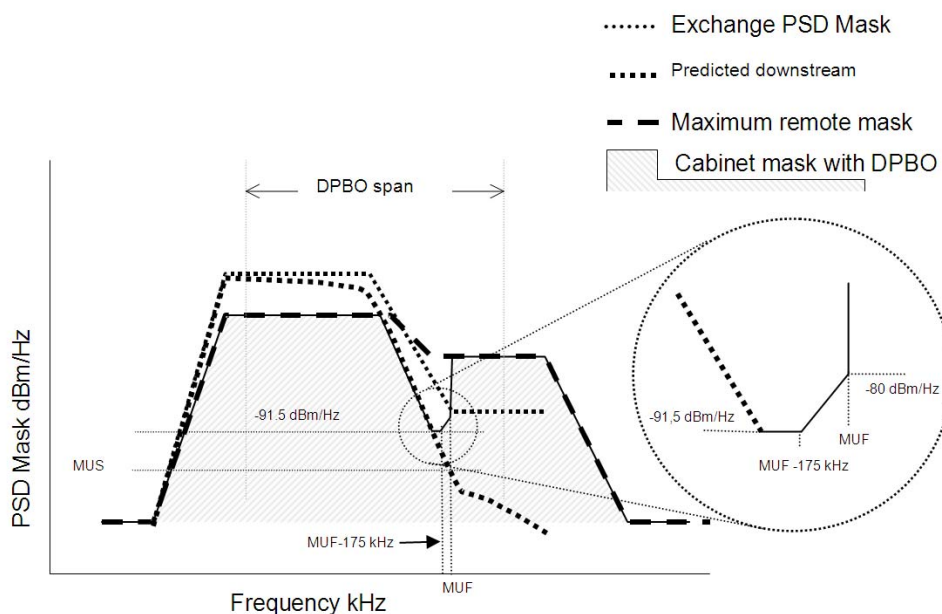
PDS floor fastsættes til -91,5 dBm/Hz.

Anvendelsen af shaping er ny, og de praktiske erfaringer er endnu meget begrænsede.

Praktisk erfaring med brug af spectral shaping som beskrevet ovenfor har vist, at der kan være behov for at indlægge korrektioner for at sikre stabil funktion under alle forhold og opfylde "equal pain/equal FEXT" kriteriet.

Korrektionernes form er til dels betinget af implementeringen i det udstyr som anvendes.

For at sikre den nødvendige fleksibilitet aftales korrektioner til den basale shaping indstilling løbende mellem de operatører som foretager indkobling i fremskudte indkoblingspunkter, og en liste over aktuelle korrektioner som anvendes, gøres on-line tilgængelig på TDC Branchesalgs hjemmeside



Figur A.1 – Illustration af hvordan effektivitetsmaske for Spectrum Shaping konstrueres (gengivet efter ITU).



Bilag 2 – Ændringer i forhold til seneste version

Generelt Version 14 (udsendt) er indholdsmæssigt identisk med version 13 (forslag).

Rettelser til de enkelte afsnit Der er følgende indholdsmæssige ændringer:

Elektriske begrænsninger for tilslutning til nettet

DS og US PSD masker er ændret til at omfatte VDSL2 998ADE35

Tilladte bredbåndsteknologier og særlige begrænsninger

Ændret så VDSL2 med frekvensplan 998ADE35 er omfattet

Referencer

ITU og ETSI referencer for DSL teknikker er opdaterede til seneste versioner. Bemærk at i ref. [14] indeholder G.993.2 amendment 1 (11-2015) et nyt annex Q som beskriver den nye frekvensplan 998ADE35

Webversion