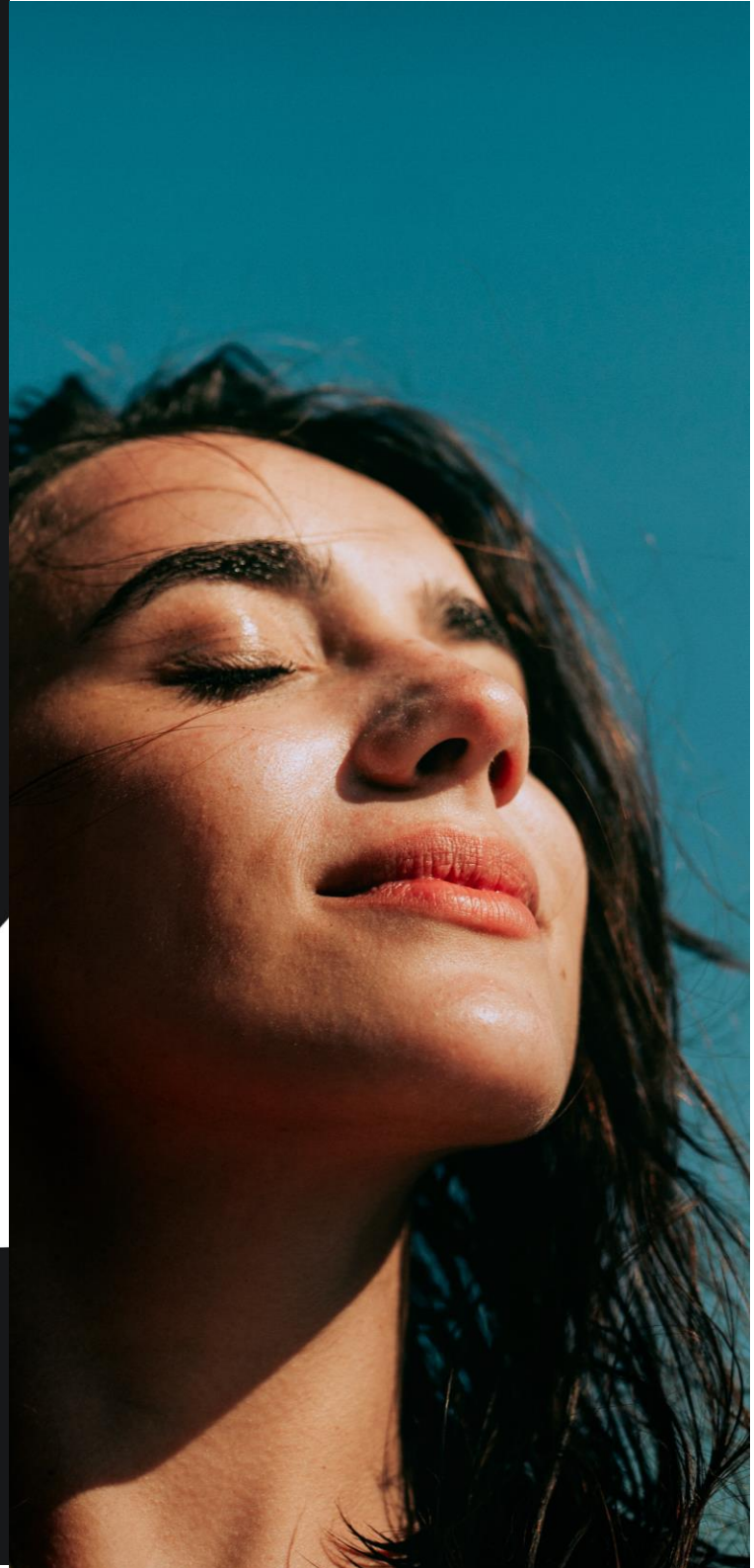


FiberKoax med 10G-teknik

Bygghandbok för dig som ska uppgradera ditt Fastighetsnät med 10G-teknik

FÖ235 - Revision 2

TELE2

Innehållsförteckning

4	Syfte
5	Allmänt
6	Anläggningen
8	Kablar
8	Spänningsmatning
9	Kontakter
9	Remote Phy nod
10	Förstärkare
10	Passiva komponenter
12	Gränssnitt, Överlämningspunkt
13	Ingressmätning
14	Krav på Fastighetsnätet utöver SS-EN60728
15	Potentialutjämning
16	Bilagor
16	Översikt över byggsätt med Fiber från Tele2

Tele2 är Sveriges ledande leverantör av bredband, tv och play

Idag är mer än 40 procent av Sveriges hushåll anslutna till Tele2s nät med tillgång till marknadens bredaste digital-tv-utbud och Play-tjänster. Vi erbjuder även tjänster för telefoni och bredband till över 2 miljoner hushåll där vi redan levererar hastigheter på över 1 Gbit/s.

Uppgradering av vårt fibernät med 10G-teknik

Under de kommande åren ökar vi kapaciteten och stabiliteten på fibern i vår befintliga infrastruktur med så kallad 10G-teknik. Elektronik och optik ersätts och våra accesspunkter uppgraderas samtidigt som vi drar fibern närmare de boende. På så sätt kan fler nyttja fiberns fördelar via sitt befintliga Tele2-uttag, utan åtgärder i hemmet hos de boende.

Med den nya 10G-tekniken bygger vi nästa generations nät för framtidens fasta och mobila uppkopplingar och kan erbjuda fler smarta digitala tjänster och produkter. Arbetet ställer höga krav på teknisk kunskap och produktkännedom. Genom sammanslagningen med Tele2 och långsiktiga samarbeten med underleverantörer kan vi på Tele2 fortsätta möta våra kunders behov och bland annat erbjuda följande:

- Hög bandbredd i våra accesser till fastighetsnäten som ger snabbare, stabilare och säkrare bredband, med möjlighet att öka hastigheten vartefter behovet uppstår. Lägsta kapacitet för anslutning av ett fastighetsnät till Tele2 är 10 Gbit/s.
- Utrustning som kan hantera ett högt skydd av personlig information som skickas ut på internet från kundernas utrustning.
- Utrustning som är vald med största möjliga hänsyn till miljön och med låg energiförbrukning, utan att göra avkall på teknisk prestanda eller funktionalitet.
- Produkter och tjänster för smarta, uppkopplade fastigheter som även möjliggör kommunikation och interaktion med fastighetens utrustning.

I den här foldern har vi samlat fakta du behöver för att installera fastighetsnät FiberKoax med 10G-teknik. Saknar du något eller vill veta mer är du välkommen att kontakta oss på Fastighetsägarservice på telefonnummer 90 333.

Jens Persson
FiberKoax Network Engineering

Syfte

För att underlätta för fastighetsägaren och Tele2 vid 10Guppgraderingar är det viktigt att både fastighetsägaren och installatören vet hur anläggningen ska installeras. Tele2 har tagit fram den här bygghandboken för att skapa tydlighet kring de tekniska villkor som gäller. Dokumentet ska vara ett stöd i arbetet för att planera och bygga fastighetsnät FiberKoax med 10G-teknik.

Ett viktigt syfte är även att säkra kvalitetskrav för distribution samt klargöra de krav Tele2 ställer på fastighetsnät utöver gällande standarder och byggnormer.

Allmänt

FiberKoax (eller Hybrid Fiber Coax/HFC, ett kabelTV nät som består av en kombination av fiber och koaxialkabel) med fastighetsnät för kabel-tv, bredband och telefoni är det vanligaste byggsättet i befintliga flerfamiljsfastigheter. Det ger en hög bandbredd och reserverad bandbredd för tv, play, bredband respektive telefoni. Separat modem/router behövs för bredband och telefoni.

FiberKoax med 10G-teknik använder Remote Phy där det fysiska radiogränssnittet (RPD, Remote Phy Device) flyttas ut i nätverket, det vill säga närmare användarna. 10 Gbit/s fiberförbindelse är den lägsta hastigheten hela vägen till fastigheten. Kapaciteten för bredband är därmed redan nu 3 – 5 Gbit/s nedströms - 1,2 Gbit/s uppströms. Genom ett utökat frekvensspektrum och optimal nyttjande av nätet kan mer datakapacitet paketeras i samma spektrum.

FiberKoax med 10G-teknik stödjer även distribution av samtidig punkt-till-punkt-kommunikation, vilket möjliggör multigigabituppströms-tjänster i befintliga nätet. Dessutom minimeras risken för störningar. Vi möter det ständigt ökade behovet av kapacitet för olika tv- och playtjänster över nätet.

Tv levereras med hjälp av DVB-C, Digital Video BroadcastingCable, som är en standard för digitala tv-sändningar och har tagits fram av DVB European consortium. Systemet sänder ut en MPEG-2 eller MPEG-4-videoström med ljud och bild, kodad med QAM-modulering (Quadrature Amplitude Modulation) och kanalkodning (QAM är en standardiserad metod att transportera datatrafik över en RF-kanal).

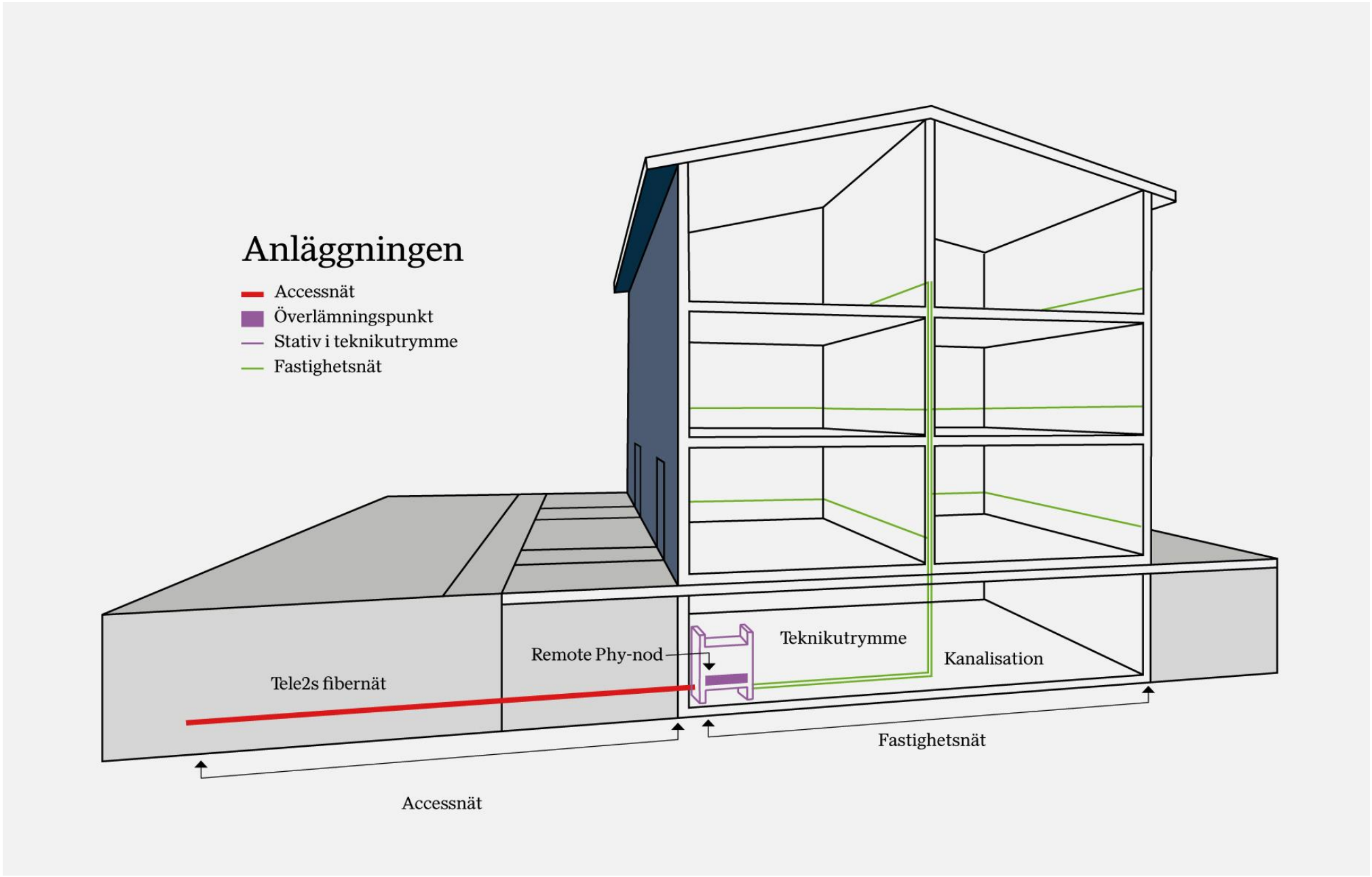
Parallella lägenhetsnät kan användas med partvinnad kopparkabel där exempelvis en dator ansluts till RJ-45 uttag om modemet kan anslutas i en central spridningspunkt. Datauttag bör då även placeras i anslutning till antennuttag, vilket underlättar inkoppling av interaktiva tv-tjänster. Parallella nät behandlas inte mer i detalj i detta dokument.

Ny teknik skapar nya möjligheter och med det följer fler lösningar för att utöka tjänsteutbudet till kunden. För att klara av detta ställs det uttryckliga krav på fastighetsnätens utförande.

Detta dokument beskriver installation för distribution av HF-signal. Genom att följa kraven i detta dokument blir de nya fastighetsnäten okänsliga för störningar och får hög driftsäkerhet. En förutsättning för att klara av detta är att installatören har erfarenhet och kunskap om fram- och returvägs HFC-projektering. Vidare måste installatören ha god kunskap om fram- och returvägsmätning samt läckagemätning. Förutsättningen är att fastighetsnätet uppfyller de krav som ställs i svensk standard**, SS-EN60728, SS-EN50117** och **SS-EN50083** i tillämpliga delar. För fastighetsnät som ansluts till Tele2s accessnät gäller förutom ovan nämnda standarder, riktlinjer och bestämmelser beskrivna i detta dokument. Samtliga komponenter i fastighetsnätet skall vara inom frekvensområdet 5 - ≥1218 MHz.

Aktiv utrustning i fastighetsnätet ska placeras servicevänligt i utrymmen som nås utan att behöva störa de boende och får inte placeras i utrymmen som kräver särskild behörighet.

Observera att nedanstående angivna nivåer mäts på QAM-signaler. Eftersom alla kanaler är digitala ska nivåer mätas på QAM utan back-off.


Anläggningen
Accessnät
Överlämningspunkt
Stativ i teknikutrymme
Fastighetsnät
Tele2s fibernät
Remote Phy-nod
Teknikutrymme
Kanalisation
Fastighetsnät
Accessnät

Anläggningen

Inom anläggningen finns det flera delar som omfattas av byggnationen. Vissa delar tillhör och ansvarar fastighetsägaren för, andra delar tillhör och ansvarar Tele2 för.

Accessnätet

Accessnätet är det fibernät och den utrustning som Tele2 bygger fram till fastigheten och vidare till den punkt där fastighetsnätet tekniskt ansluts, det vill säga vid överlämningspunkten.

Remote Phy-nod

Vid överlämningspunkten, det tekniska gränssnitt där Tele2 lämnar över kabel-tv-signalen till fastighetsnätet, placeras en eller flera noder som genererar all RF-signal, vilka kallas Remote Phy (RDP, Remote Physical Device). Tele2 ansvarar för leverans fram till och med Remote Phy-noden och fastighetsägaren ansvarar för funktion och utrustning bakom noden enligt beskrivningen i detta dokument.

Fastighetsnät

Fastighetsnätet är fastighetens kabelnät av koaxialtyp för tjänster mellan Remote Phy-noden till och med uttagen i enskilda lägenheter och lokaler. Fastighetsnätet utgör tillbehör till fastigheten och ägs vanligtvis helt av Fastighetsägaren.
Varje Remote Phy-nod ska betjäna maximalt 150 anslutna bostäder/ lokaler. För större bestånd kan detta innebära att fastighetsnätet ska delas upp i flera mindre delar där varje del matas av en separat Remote Phy-nod.

I de fall där det krävs förstärkare för att nå tillräckligt många uttag ska maximalt en förstärkare finnas i kaskad efter noden.

I lägenheten ansluts antennuttagen till fastighetsnätet. För att enkelt ansluta utrustning för digital-tv, bredband och telefoni bör minst tre uttag installeras vid nyproduktion. Ett av dessa uttag bör finnas i vardagsrummet och övriga uttag planeras på bästa sätt i samråd mellan Tele2 och fastighetsägaren. Åtminstone ett uttag ska placeras centralt i varje bostad för att möjliggöra bästa räckvidd för trådlös kommunikation. I anslutning till varje antennuttag ska minst ett eluttag finnas.

Kablar

Samtliga koaxialkablar ska uppfylla SS-EN50117 Screening Class A+ eller bättre och uppfylla CPR-krav (Construction Product Regulation, en förordning som ställer krav på materialet i kablar ur brandskyddsperspektiv) enligt Klass D med tilläggskraven s2 d2 vid nybyggnation. Kabel med folie och fläta ska ha limmad innerfolie mot dielektrikum.

Spänningsmatning

Fjärrmatning

Anläggningen ska dimensioneras för att uppfylla kriterierna för svagströmsanläggningar. Ingående komponenter ska dimensioneras för klara anläggningens högsta strömförbrukning. Kontakter i fjärrspänningsmatade nätelement får ej vara av typ F. Den högsta tillåtna nätspänning som får förekomma är 48 VAC. Transformatorn ska dimensioneras så att strömuttaget inte överstiger 90% av märkströmmen för transformatorn. I de fall där förstärkaren inte har ett inbyggt filter ska spänningsinmatning ske med ett separat inmatningsdon som spärrar för HF signaler.

Om möjligt ska abonnentförstärkaren anslutas så att den kan få spänning från Remote Phy-noden.

Obs! Spänningsmatning ska endast ske i kabel med homogent kopparrör som yttermantel.

Om spänningsmatning inte är möjlig på grund av att kablarna i fastighetsnätet inte tillåter detta, rekommenderas att förstärkaren matas via en separat transformator. Aktiv utrustning tillhörande kabelTV-nätet bör spänningsmatas från en egen grupp ur respektive el-central.

Kontakter

Dagens Hybrid Fiber Coax (HFC)-nät ställer höga krav på en riktigt utförd kontaktering i fastighetsnätet. En bristfälligt utförd kontaktering kan förstöra hela fastighetsnätets funktion. Det är därför av oerhört stor vikt att kontakteringen utförs rätt och att tillverkarens anvisningar följs vid monteringen. En felaktigt monterad kontakt orsakar ofta många timmars onödig felsökning som kan undvikas om den görs rätt från början. Försök även i möjligaste mån att undvika skarvar. Varje skarv och kontakt på vägen till kunden är ytterligare en möjlig källa till problem. Vid all ny kontaktering av slingkabel ska kompressionskontakter användas. All linjenätskabel ska kontakteras med hardlinekontakter. Kontakter av typen ”twist-on” får inte förekomma i nätet.

Remote Phy-nod

Remote Phy-noden finns från olika tillverkare, men har samma utsignal oavsett fabrikat. Utnivån är 110dBuV@1218MHz, 10dB slope mellan 258 – 1218MHz. Denna nivå regleras mjukvarumässigt från CMTS (Cable Modem Termination System till vilket varje router blir ansluten). Det finns inga justeringsmöjligheter i noden. Innivå returvägen är 65dBuV.

Förstärkare

Det får maximalt finnas en förstärkare i kaskad efter Remote Phynoden och den ska ha samma utnivå och slope som noden.

Frekvensområdet ska vara minst 5 – 204 / 258 – 1218MHz. Förstärkarna ska ha fasta mätpunkter så att underhållsmätning kan ske utan att bryta signalen. Mätpunkten på förstärkarens utgång ska vara riktkopplad och mätpunkten på förstärkarens ingång ska vara transformatorkopplad. Förstärkaren ska vara avbrottsfritt justerbar, men kolbanepotentiometrar får inte förekomma.

Fjärrmatade förstärkare får inte ha F-kontakter på spänningssatta portar. Vid installation i fastighetsnätet bör samtliga förstärkare monteras på träplatta. Detta för att underlätta byte.

Returvägsegenskaper

Returförstärkaren ska vara tekniskt konstruerad så att Gain & Slope sitter placerat på utgången av returförstärkaren, dvs efter förstärkarsteget. Förstärkningen ska minimum vara 26 dB mellan förstärkarstegets ingångs- och utgångskontakt.

Framvägsegenskaper

På förstärkarens ingångssteg måste justeringsmöjlighet finnas för att uppnå en jämn frekvensgång och rätt nivå. Detta innebär att funktioner för utjämning med equalizer och kabelsimulator samt dämpning med fasta eller variabla dämpsatser ska finnas i förstärkaren. Före sista förstärkarsteget ska förbetoning (slope) och dämpning av signalen kunna ske.

Förstärkarens prestanda

Förstärkaren ska minst klara en utnivå på 110dBuV@ 1218MHz 10dB tilt mellan 258 – 1218MHz enligt Umax(120), SS-EN60728-3.

Passiva komponenter

Passiva don och komponenter ska väljas med samma noggrannhet som de aktiva eftersom de i högsta grad påverkar både signalkvalitet och funktion i både fram- och returriktning. Standarden (SS-EN60728) för passiva koaxialkomponenter för bredbandsnät beskriver olika parametrar som ska användas. Samtliga passiva komponenter, inklusive antennuttag, skall ha ett frekvensområde på 5 - ≥1218 MHz.

Fördelare och avtappare

Avtapparen ger en högre isolation mellan portarna än en fördelare. Både fördelare och avtappare kan ha AC- eller DC-pass men kan även vara försedda med spänningsblockering på portarna för att skydda sin funktion vid oönskade spänningar på nätet. Donens innehåll är känsligt och vid oönskade spänningar kan de ingående komponenternas specifikationer ändras även om ett rent driftsavbrott inte uppträder. Även onormalt höga signalnivåer kan skada komponenterna och tex orsaka mättnad i ferriterna vilket leder till intermodulation inom hela frekvensområdet. Känsligheten av detta beror mycket på vilket ferritmateriel som används. Skärmdämpning ska uppfylla Class A+.

Passiva Don	**Frekvens**	**Grad 1 / Klass A**
Reflektionsdämpning	10–47 MHz	≥ 22 dB
(alla portar)	47–950 MHz	≥ 22 dB –1,5 dB/oktav
	950-3000 MHz ≥	≥ 14 dB minskar linjärt till 10dB
Isolation	10–47 MHz	≥ 22 dB
(alla portar)	47–950 MHz	≥ 22 dB –1,5 dB/oktav
	950-3000 MHz ≥	≥ 14 dB minskar linjärt till 10dB

Antennuttag, galvaniskt avskilt

Som antennuttag kan både genomgångs- och slututtag användas. Uttaget ska innehålla data- och TV-port. Uttag finns i ett antal versioner med mellan 4 och 20 dB dämpning.

Utjämningsströmmar mellan ledande delar i en fastighet kan leda till störning i utrustning. Om galvaniskt avskilda uttag installeras i fastighetsnät elimineras denna typ av fel och risker. Problem kan uppstå då ström från elnätet leds till jord på ett oönskat sätt – exempelvis via vattenledningar, ventilationsrör, tele eller kabel-tv-nätet. Risken för detta har ökat på senare år då viss modern elektronik som ansluts i hushållen medför försämrad elmiljö. Risken för utjämningsströmmar och spridning av spänning från felaktig utrustning är i hög grad kopplad till hur elanläggningen i fastigheten är konstruerad. I potentialutjämnade jordningssystem av typen TN-S (femledarsystem) är risken betydligt mindre för att problem skall uppstå. Med galvaniskt avskilda uttag, som uppfyller relevanta delar av Svensk standard SS-EN 60728, så blockeras möjligheten för utjämningsströmmar att ledas över kabel-tv-nätet vilket medför ökad elsäkerhet. Utöver detta förhindrar galvaniska uttag även att eventuella elfel i ansluten utrustning sprids i kabel-tv-nätet.

	Frekvens	**Dämpning**
Isolation mellan alla antennutta		> 42 dB
Isolation mellan data & TV-port	5-204 MHz	> 60 dB
	259 -3000 MHz	> 20 dB
Reflektionsdämpning	10–47 MHz	≥ 18 dB
(alla portar)	47–950 MHz	≥ 18 dB –1,5 dB/oktav
	950-3000 MHz ≥	≥ 10 dB minskar linjärt till 6dB

Vid montering av flera uttag i kaskad bör uttag med högre avtappningsdämpning monteras i början av kaskaden och resten av uttagen i fallande dämpningsordning där sista uttaget har det lägsta dämpningsvärdet. Uttagen bör även innehålla högpassfilter på 258 MHz på tv-porten för att dämpa eventuella störningar från dataporten som skulle kunna störa tv-signalen. Komponenterna i uttagen kan vara känsliga mot oavsiktliga spänningar och onormalt höga signalnivåer. Anslutningskontakten på tv-porten ska vara IEC hane. Dataporten ska vara F-hona som vid installationsskedet ska terminernas med 75Ω slutmotstånd. Frekvensområde, dämpning och frekvensgång ska (enligt SS-EN60728) anges av tillverkaren. Viktigt att nämna är att uttagen måste ha ett högt isolationsvärde, TV-OUT, för att klara kravet på 42 dB mellan lägenheter samt 26 dB inom samma lägenhet.

Exempel på antennuttag med två portar och filter.

Gränssnitt, överlämningspunkt

Gränssnittet vid Överlämningspunkten (ÖP) består av av Tele2 anvisad utgångskontakt på noden.

Systemnivå framväg Remote Phy-nod: 110dB V@1218MHz, 10dB slope mellan 258 –1218MHz.

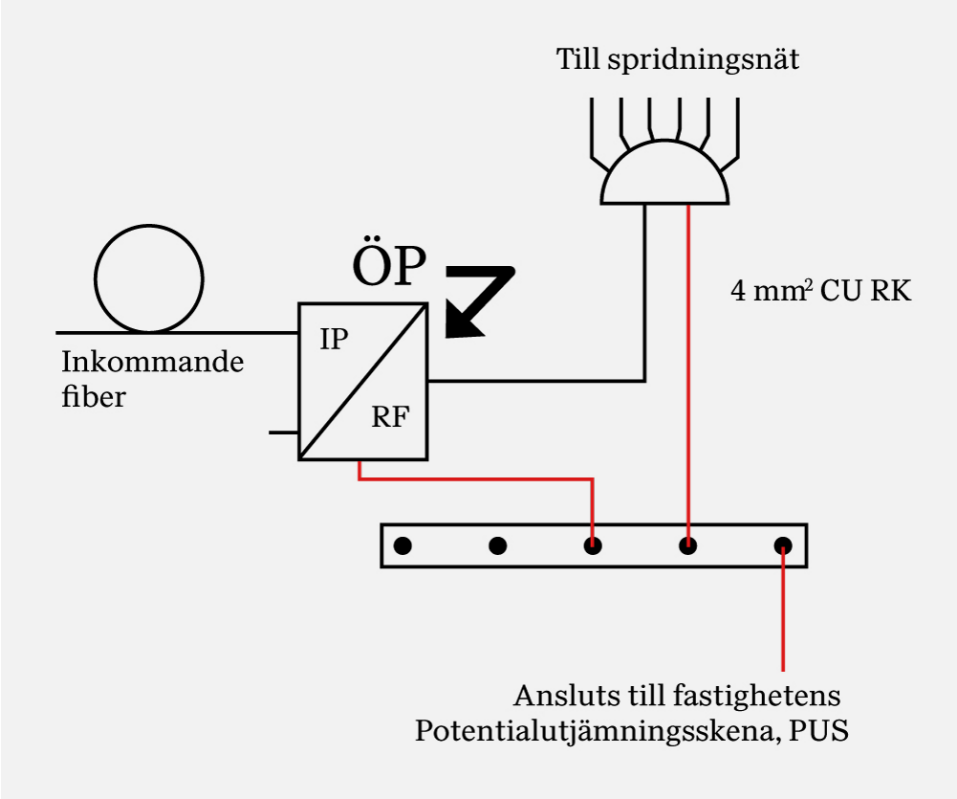
Systemnivå returväg in i nod 65dB V, vilket ger 29 – 44dB dämpning i returvägen mellan antennuttag -> nod/förstärkare.

Noden ska potentialutjämnas enligt nedan. Remote Phy-noden tillhör Tele2s accessnät. Alla inställningar och justeringar på noden sker av personal utsedd av Tele2.

Samtliga koaxialkablar ska uppfylla SS-EN50117 Screening Class A+ eller bättre och uppfylla CPR-krav enligt Klass D med tilläggskraven s2 d2 vid nybyggnation. Kabel med folie och fläta ska ha limmad innerfolie mot dielektrikum.

Obs!

Fastighetsnätet måste potentialutjämnas enligt Elsäkerhetsverkets föreskrifter samt Tele2s riktlinjer nedan.



Ingressmätning

Med ingress avses externa störningar i returbandet, även benämnt instrålning. Ingress minimeras och kontrolleras genom att följa instruktionerna i detta dokument.

När fastighetsnätet är färdigbyggt, men innan det driftsätts, ska ingressmätning utföras.

Inmätningsrutin för ingressmätning

Koppla in en returförstärkare till spektrumanalysator enligt bilden nedan. Mata in en signal till returförstärkaren med en nivå på 75 dB V till returförstärkarens ingång. Dra upp returförstärkaren till maximal utnivå. Med en 26 dB returförstärkare får man en signalnivå på utgången på cirka 101 dB V. Kontrollera detta på spektrumanalysatorn och sätt signalens topp till övre linjen på spektrumanalysatorns skärm (använd ref level). Koppla bort utgående koax från Remote Phy-noden och anslut den till returförstärkaren.

Inställning på spektrumanalysatorn:

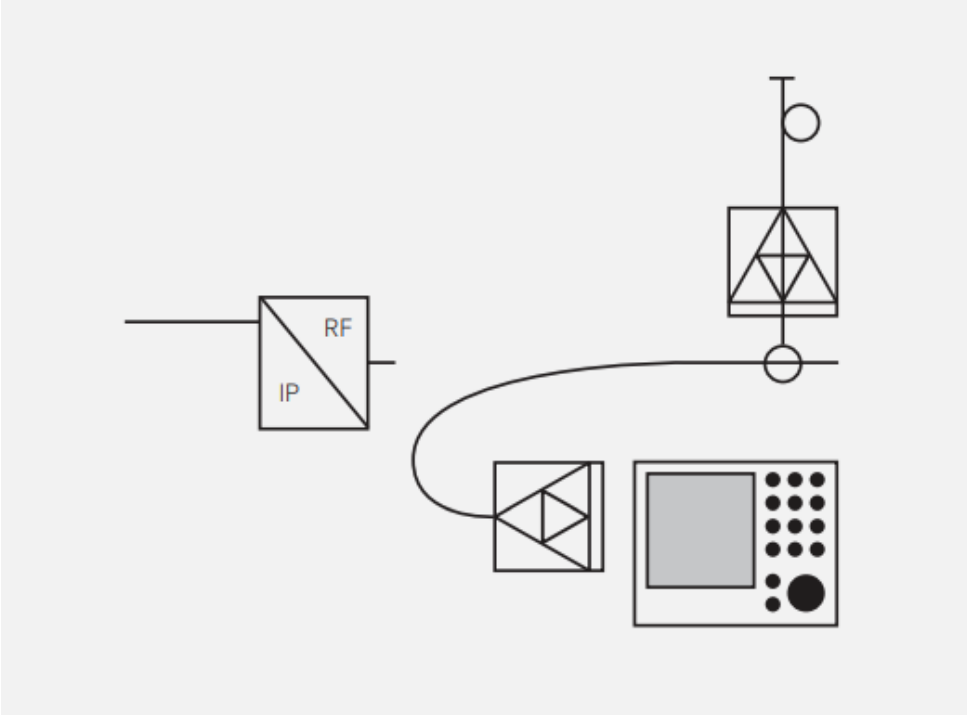
- Sweep 30 ms (så snabbt som möjligt)
- Start 5 MHz
- Stop 204 MHz
- Ref level 101 dB V (beroende på nyttosignalnivå)
- RBW 300 KHz
- VBW 300 KHz
- 10 dB/div
- Att 0 dB

Vid mätning med spektrumanalysatorn måste man ta hänsyn till bandbredder på instrumentet och på den kanal som man mäter på. Man bör helst inte öka bandbredden på spektrumanalysatorn eftersom man får svårt att urskilja enskilda störningar.

0-25 lgh	C/I = 61,1 dB	BW 300 KHz
25-50 lgh	C/I = 57,5 dB	BW 300 KHz
50-100 lgh	C/I = 53,9 dB	BW 300 KHz
100-150 lgh	C/I = 49,1 dB	BW 300 KHz

Under 18 MHz tillåts 10dB sämre värde

När dessa mätningar görs måste man ta hänsyn till spektrumanalysatorns egenbrus som kan vara stort i förhållande till det brus som man förväntar sig från nätet.



Krav på fastighetsnätet utöver SS-EN60728

Nätet ska projekteras för Umax(120) kanalbelastning enligt SS-EN60728-3. Samtliga returförstärkare i fastighetsnätet ska projekteras med en rak innivå på 65 dB V. Dämpningen mellan antennuttag och närmaste returförstärkare ska vara mellan 29-44 dB.

Signaler i antennuttag

RF nivå på QAM256-kanaler	50-75 dB V
Returfönster i dataporten	94-109 dB V
MER @ >	30 dB
MER @ 256QAM >	37 dB
BER @	PRE FEC 1.0E-9
BER @ 256QAM	PRE FEC 1.0E-9

Driftnivåer på förstärkare

För att underlätta vid service ska enhetliga driftnivåer tillämpas på förstärkarna i fastighetsnätet. Alla förstärkare i fastighetsnätet svepmäts (sweepless sweep, pga att svepsignal inte finns från Remote Phy-noden), förstärkarprotokoll fylls i samt sätts upp i anslutning till förstärkaren. Se bilaga nedan (Förstärkarprotokoll).

Kaskad

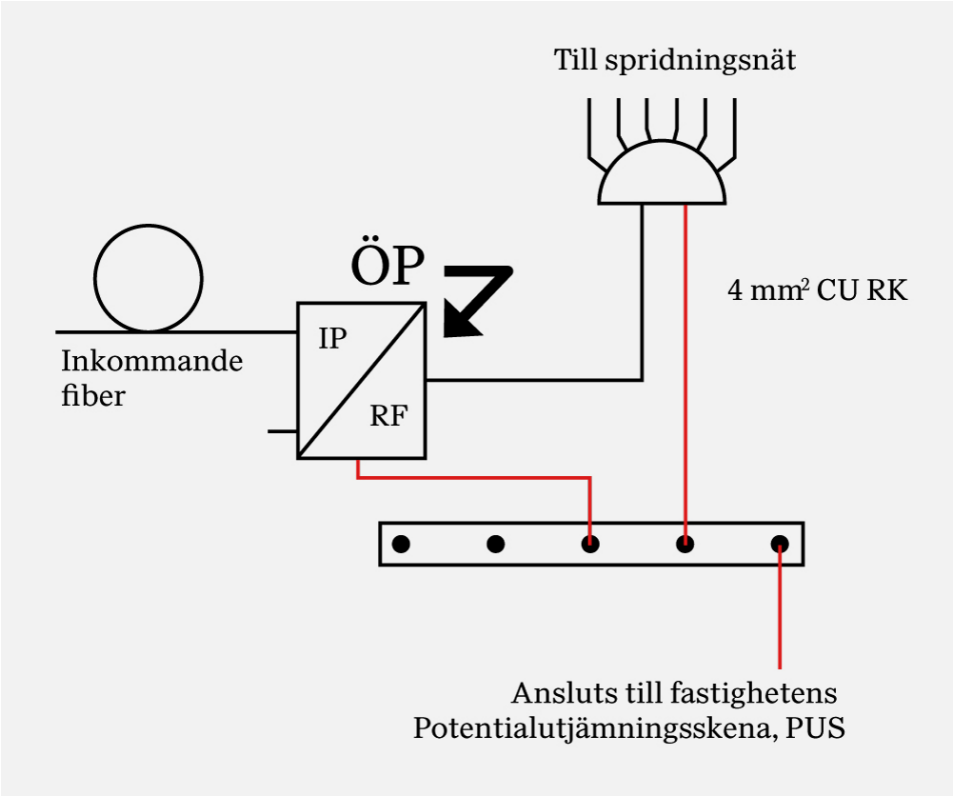
- Driftnivå abonnentförstärkare
- 110 dB V@1218MHz
- Max 1st i kaskad efter Remote Phy-noden

Förstärkare justeras till 10 dB slope.

TELE2

Potentialutjämning

När det gäller potentialutjämning är SS-EN 50083-1 och SS-EN60728 mycket klar i sin lydelse: kabel distributionssystem ska vara utförda och konstruerade så att inga farliga spänningar kan uppstå i ytterledare på några kablar eller i metallhöljen på passiva delar.
Potentialutjämningen är endast till för att skydda kabelsystemet och ska inte anses ge skydd mot elchock (farlig strömgenomgång) från elektriska installationer. Om en anläggning har för stora potentialskillnader och utjämningsströmmar i ledarna ska kabelsystemet delas upp i flera olika potentialområden. För att göra detta används en galvanisk avskiljare där ytterledare hos varje sektion ansluts till ett potentialutjämningssystem.



Potentialutjämning

Potentialutjämning av anläggningen ska utföras enligt skissen nedan samt att kabeln som förbinder kabelsystemet med fastighetens potentialutjämningssystem ska vara färgmarkerad svart och ha en minsta ledararea av 4 mm2 Cu kabel typ RK.

Varje anslutning av en potentialutjämningsledare till fastighetens PUS-skena ska vara lättillgänglig och riktigt utförd genom användning av presshylsor, klammer, svetsning eller hårdlödda skarvar.

Obs! Potentialutjämning av fastighetsnätet ska ske till fastighetens huvudpotentialutjämningsskena (PUS) och endast till den!

Nätet får alltså inte jordas direkt till elcentralens jordskena. Om fastigheten inte har en befintlig PUS-skena ska fastighetsägaren se till att denna installeras. Det är installatörens uppgift att installera en svart Cu kabel typ RK fram till denna PUS-skena.

Protokollmallar

R-PHY-protokoll
NOD ID/Adress
R-PHY-Modell
Uppmätt spänning
Driftnivå

Tekniker Namn .....

Företag .....

Datum för inmätningen .....

Förstärkarprotokoll
Förstärkar ID/Adress
Svep refpunkt ID
Uppmätt spänning
Ref in DS 1218 MHz
Ref in US 204 MHz
Ref ut DS
Ref ut US

Tekniker Namn .....

Företag .....

Datum för inmätningen .....

Översikt över byggsätt med fiber från Tele2

Fiber till byggnaden (FTTB) byggs med fiberoptisk kabel till varje byggnad och partvinnad kopparkabel (Twisted Pair) i spridningsnätet. Lägenhetsnät med kopparkabel där datorer enkelt ansluts till RJ-45 uttag. Tv kan anslutas via separat box.

Tele2 Bygghandbok FÖ199

Fiber till hemmet (FTTH) byggs med fiberoptisk kabel till varje bostad och partvinnad koppar-kabel (Twisted Pair) i lägenhetsnäten. Lägenhetsnät där datorer enkelt ansluts till RJ-45 uttag. Tv kan anslutas via separat box.

Tele2 Bygghandbok FÖ229

FiberKoax byggs med fiberoptisk kabel till fastigheter och koaxialkabel av koppar i fastighetsnätet. Ett lägenhetsnät kan byggas med kopparkabel där datorer enkelt ansluts till RJ-45 uttag. Tv kan anslutas utan separata boxar.

Tele2 Bygghandbok FÖ235

Tele2 Sverige AB, Box 62, 164 94 Kista, Telefon 90 333, www.tele2.se
Org.nr. 556267-5164, Säte: Stockholm