

SBUF projekt 11919. Riktlinjer för byggande av lägenhetsnät

Slutrapport

Projektresultat

Projektet resulterade i fyra delrapporter, två appendix samt ett antal räkneark:

	Sid
● Delrapport 1: Infrastruktur i nyproduktion	1
● Delrapport 2: Infrastruktur i befintligt bestånd	5
● Delrapport 3: Infrastruktur, telemetri	9
● Delrapport 4: Hemmagateway	13
● Appendix A: Olika hemmanätstekniker	22
● Appendix B: Teknoekonomisk analys av hemmanät	30

Den viktigaste delen av projektet var infrastrukturdelarna som täcktes i delrapport 1 och 2 och där det var möjligt att ställa skarpa krav. I delrapport 3 om telemetri är kraven mindre skarpa, och för hemmagateway i delrapport 4 ges olika vikt åt rekommendationerna. I appendix B finns kalkylmallar för ett antal vanligt förekommande fall. Dessa kan laddas ner som Excel-filer från www.acreo.se/hemmanat.

Presentationer

Hemmanätsprojektet presenterats i olika fora vid ett flertal tillfällen exempelvis 31 mars 08 där projektresultaten formellt presenterades, samt på SABO-dagarna i början av juni 08.

Solna 081203

Mats Öberg
Tekniska Plattformar
NCC Construction Sverige AB

Hemmanätsprojektet, delrapport 1

Infrastruktur för nyproduktion

1. Sammanfattning

SABO, SBUF, Hyresgästföreningen, Fastighetsägarna och Hjälpmedelinstitutet har beställt en utredning av Acreo som ska mynna ut i ett antal rekommendationer till hur man ska bygga hemmanät.

Detta är första delrapporten: "Infrastruktur i nyproduktion"

Rapporten är skriven utifrån bostadsbolagens perspektiv. Stor vikt har lagts vid enkel hantering och minimering av källor som kan ge upphov till driftskostnader. Observera att detta perspektiv skiljer sig i vissa avseenden från en privatpersons eller en tjänsteleverantörs perspektiv.

Vi rekommenderar att bygga **en gemensam infrastruktur** för telefoni-, TV- och datatjänster i hemmet och att den ska möta krav och egenskaper enligt Tabell 1. Se avsnitt 5 för mer detaljerade beskrivningar.

Tabell 1: Rekommendationer för hemmanätsinfrastruktur i nyproduktion

Kanalisation	Inbyggd, obrutna, med rör som möjliggör omdragning av kabel
Topologi	Stjärnformat med central korskoppling i bostaden
Fysisk medium	Partvinnad kopparkabel av minst kategori 5e (Cat5e)
Antal uttag	1-3 dubbeluttag per rum (förutom våtrum) beroende på storlek och typ
Typ av uttag	Dammskyddade RJ45-kontakter

Denna fysiska infrastruktur klarar av dagens triple play-tjänster, dvs telefoni, data och TV, allt över IP. Infrastrukturen är avsedd för alla typer av IP-baserade tjänster och klarar bithastigheter upp till 1 Gbit/s.

2. Bakgrund & avgränsningar

2.1 Vikten av bra ett hemmanät

Hemmanät får större och större uppmärksamhet inom bredbandsbranschen och i medier i Sverige och även internationellt. Det hänger delvis ihop med att hemmet håller på att bli en flaskhals vad gäller tjänster och IT-infrastruktur. Tydligast ses det kanske för IPTV som i många fall kräver en lång kabel genom bostaden för att anslutas till bredbandsuttaget (som för ADSL är "första telefonjacket").

Dessutom är det kostsamt att bygga parallella infrastrukturer för olika typer av tjänster (som koax för TV, telefontråd för telefoni och partvinnad kabel för data). En kostnad som den boende till slut får ta.

Filosofin bakom ett hemmanät (infrastruktur för bredband) är den samma som för andra infrastrukturer i hemmet (för el, vatten och elektricitet): Det ska vara **enkelt** och **säkert** att använda och **tillgängligt** där man behöver det och när man behöver det.

Rekommendationerna är baserade på ett antal kriterier som: Tjänsteleverans kvalitet, ekonomi (båda investeringskostnader och driftskostnader), säkerhet/integritet, framtidssäkerhet, störningskänslighet och praktisk genomförbarhet.

2.2 Typen av tjänster som ska hanteras

Ett högkvalitativt hemmanät ska klara av att transportera IP-baserade tjänster på ett bra och säkert sätt från bredbandsanslutningen i hemmet och ut till varenda terminal. I första hand ska nätet hantera telefoni, data och TV – alla över IP. Detta kallas kommersiellt för ”triple-play”. Vi gör dessutom det rimliga antagande att kapacitetsbehovet ständigt ökar. Hemmanätet ska därför dimensioneras för tjänster av mycket hög bandbredd - tjänster som inte ens är kända i dag.

Ibland kallas ett tjänstepaket för triple-play även om tjänsterna använder olika infrastrukturer och alla inte är IP-baserade. Från en slutanvändarsynpunkt spelar detta mindre roll, men i denna rapport håller vi oss till den strikt tekniska definitionen att triple-play är ett tjänstepaket över en infrastruktur och att alla tjänster är IP-baserade.

Hemmanätet bör dessutom klara av andra typer av tjänster som samhällstjänster, telemetritjänster, fastighetstjänster etc. Dessa tjänster använder typiskt låg kapacitet jämfört med triple-play-tjänsterna, och ofta är de inte IP-baserade. I de fall ovan nämnda tjänster är IP-baserade så kommer dess tjänsterna att använda samma nät som triple-play tjänsterna. I delrapport 3 blir kraven på infrastruktur från den typen av tjänster belysta vilket resulterar i rekommendationer av en separat infrastruktur.

Vård- och omsorgstjänster kommer att bli allt mer viktiga. Vissa av denna typ av tjänster är baserade på IP och kräver relativt hög bandbredd som t.ex. trygghetstelefon, medan andra vård- och omsorgstjänster har ganska låga bandbreddskrav och är inte IP-baserade varför de kan transporteras över telemetrinätet.

2.3 Målgrupp

Rapportens målgrupp är de organisationer som är uppdragsgivare i projektet. Slut användare är *inte* den primära målgruppen, så vissa av de rekommendationer som framkommer här kan verka vara ologiska från ett slutanvändarperspektiv. Inte heller operatörer och tjänsteleverantörer är målgruppen, men rapporten kan användas i en upphandling mot operatörer, tjänsteleverantörer och byggbolag. Rapporten kan i dagsläget *inte* rekommendera lösningar som kräver aktiv utrustning. Ett enkelt exempel: Ett trådlöst nät i hemmet (WLAN) kan vara mycket praktiskt, men vi rekommenderar att bostadsbolagen *inte* installerar detta, bland annat för att det kan leda till behov av drift- och underhåll. Om slutanvändaren själv eller en av denna vald tjänsteleverantör installerar WLAN är det en helt annan sak eftersom det inte berör infrastrukturägaren.

2.4 Infrastruktur vs konsumentelektronik

Detta projekt fokuserar på infrastrukturen i hemmet, dvs vilken typ av fysiskt medium, nättopologi, uttag, kanalisation och gateway som behövs. En välfungerande infrastruktur är en förutsättning för att olika tjänster och konsumentelektronik ska fungera tillsammans i hemmet. Projektet kommer dock *inte* att arbeta med konsumentelektronikfrågor i sig. Det finns omfattande sådana aktiviteter inom industrin och inom olika standardiseringsorgan.

I de flesta hem finns det idag flera parallella infrastrukturer för elektroniska tjänster. Det kommer säkert att vara så i framtidens hem också, fast denna rapport kommer att rekommendera en enda gemensam infrastruktur som ska installeras vid nybyggnation. Kompletterande nät kan eventuellt installeras senare av slutanvändare eller tjänsteleverantörer (cf. ovanstående avsnitt).

3. Informationsinsamling

Som grund för analysen har en enkät med frågor om infrastruktur skickats ut till ett antal bygg- och bostadsbolag. Dessutom har det förts diskussioner mellan Acreo och projektdeltagarna. Acreo har löpande kontakt med olika aktörer inom branschen och följer ständigt med i utvecklingen genom att läsa artiklar, rapporter och standarder, delta i konferenser, etc.

4. Olika hemmanätstekniker

Nedan redovisas i tabellform i sammanhanget relevanta fakta för olika tekniker att bygga infrastruktur för högkapacitetstjänster i hemmet. De olika parametrarna ska ses relativt till varandra. Kriterierna är leveranskvalitén av tjänsterna (i första hand TV, telefoni och data, alla över IP), ekonomi (båda investeringskostnader och driftskostnader), framtidsäkerhet (hur mycket bandbredd klarar teknologin av), säkerhet/integritet (tjuvlyssning), praktisk genomförbarhet samt störningskänslighet (interferens med annan utrustning). Ytterligare beskrivningar och diskussion finns i Appendix A.

Tabell 2: Jämförelse av olika teknologier för hemmanätsinfrastruktur. Med 3P leverans-kvalité menas hur bra teknologien klarar av att leverera triple playtjänsterna IPTV, IP-telefoni och Internet. Det är främst kvalitén av IPTV som det syftas på.

Teknik	3P leverans-kvalité	Ekonomi	Framtids-säkerhet	Säkerhet/integritet	Praktisk genomför-barhet	Störnings-känslighet
Cat 5e eller högre	Hög	Relativ billig installation	Hög	Hög	Hög	Ganska låg
Koax	Hög	Relativ billig installation, dock dyrare än partvinnad	Ganska hög	Hög	Hög, men partvinnad kabel är billigare och enklare att hantera	Mycket låg
Glas-fiber	Hög	Kabel billig, kontakter & konverterare dyra	Överlägsen	Mycket hög	För svårt att hantera kontakter och kabelbrott i dag	Ingen
Plast-fiber	Hög	Kabel billig, kontakter & konverterare okänd	Troligen mycket hög	Hög	Ännu ej kommersiellt tillgängligt, men är potentiellt mycket mer hanterbart än glasfiber	Ingen
WLAN	Låg	Billigt, kan dock leda till mycket höga driftskostnader *	Med dagens teknik: låg	Låg, enkelt att knäcka för en expert	Enkelt att hantera. WLAN-modem inbyggt i de flesta nya datorer och många telefoner.	Mycket hög
PLC	Medel	Billigt, kan dock leda till höga driftskostnader *	Med dagens teknik: medel	Låg om inte hemmet är filtrerat mot grannen	Enkelt att hantera	Hög

* Höga driftskostnader i dessa fall beror på antal timmar med felsökning och support; alternativt kostnad för fler enheter som i fallet med PLC.

5. Rekommendationer

Rekommendationerna är baserade på beskrivningarna av olika hemmanätstekniker i Appendix A som är uppsummerade i Tabell 2. Dessa rekommendationer inkluderar inte (men utesluter inte heller) telemetritjänster.

5.1 Infrastruktur

Bostadsnäten utförs med kategori 5e partvinnad kopparkabel (Cat 5e) eller högre. Om kabeln är skärmd minimeras störningar, fast den blir mer svårhanterlig. I varje rum, inklusive kök, med undantag för badrum och toalett, monteras, beroende på rumsstorlek, ett till tre dubbeluttag med RJ45-kontakter. I vardagsrum och allrum vore det praktiskt med minst två dubbeluttag placerade på motstående väggar av hänsyn till TV'n. I öppna planlösningar ska det såklart vara ett flertal dubbeluttag.

Nätet utförs stjärnformat med en central korskopplingspunkt per bostad.

5.2 Kanalisation

Helst skall denna utföras dold (inbyggd) i vägg. Om kanalisationen måste utföras utanpåliggande görs den med lämpliga kabelrännor. Inbyggd kanalisation utförs så att kablarna är omdragningsbara och det skall finnas plats för två kablar i varje rör. Samtliga kablar dras obrutna från korskopplingspanelen till respektive uttag. Med detta avses att det inte skall finnas någon sekundär korskoppling eller någon form av kaskadkoppling på vägen mellan den centrala korskopplingen och respektive uttag. En dragdosa på vägen är dock tillåten om det blir för långt att dra kabeln direkt, men det är inte tillåtet att skarva kabeln i denna dosa.

5.3 Uttag

Placeringen av uttagen skall dels ske där det är praktiskt, dels bör placeringen vara estetiskt tilltalande. Vidare måste det naturligtvis tas byggnadstekniska hänsyn. Normalt så installeras dubbeluttagen bredvid, eller i nära anslutning till eluttag. Uttagen av typen RJ45 skall vara dammskyddade, t.ex. genom att vara försedda med lucka eller luta nedåt. Infällda uttag som skjuter ut från väggen bör ha en så lite utskjutande del som möjligt för att inte störa placering av möbler eller vara möjliga att fatta tag i.

5.4 Korskopplingspanel

I lämpligt utrymme, sannolikt i närheten av elcentralen, monteras ett skåp innehållande korskopplingspanel med RJ45-uttag. Invid denna panel finns det också utrymme för hemmagateway och i förekommande fall mediaomvandlare och telefoniadapter. Det bör även beredas viss plats för bostadsinnehavarens egen utrustning såsom brandvägg, WLAN-accesspunkt, filserver, etc. Även inkommande anslutning finns här, vilken antagligen är fiber eller möjligen partvinnad kabel, liksom flera eluttag. Slutligen kan utrustningar kopplade till undermätningar finnas här i en låsbar del.

I nyproduktion kan skåpet monteras infällt mellan reglarna i väggen, medan monteringen sannolikt blir utanpåliggande vid montering i befintligt byggnadsbestånd. Problem kan komma att uppstå med platsbrist vad avser väggyta då även elcentral skall placeras in i varje bostad och utrymmet i väggarna är begränsat. Det senare kan vara ett problem för att få in all samlad kanalisation till en central kopplingspunkt. Detta bör iaktas redan under projekteringsfasen. Skåpet måste placeras så att det är enkelt att kunna utföra omkoppling av kablarna för lägenhetsinnehavaren. Någon form av lufthål bör finnas för att den av apparaterna alstrade värmen skall kunna ledas bort.

Det kan framöver komma att finnas krav på någon typ av reservkraft. I så fall bör det i närheten av korskopplingen -antingen i eller utanför skåpet – finnas utrymme för placering av utrustning för reservkraft.

5.5 Uppgradering

Cat 5e-kablar klarar att överföra 1 Gbit/s, Gigabit Ethernet, över de avstånd som finns i ett hem. Transmissionsutrustningen i hemmet är i dagsläget typiskt på 100 Mbit/s, Fast Ethernet. För hastigheter över 100 Mbit/s och upp till 1 Gbit/s måste transmissionsutrustningen bytas ut (dvs, sändare och mottagare i hemmagateway och terminalutrustning). Förr eller senare kommer det sannolikt att krävas hastigheter i hemmanäten på över 1 Gbit/s. Om man extrapolerar från dagens bandbreddsutveckling kommer det dock kanske att dröja upp emot tio år innan det blir aktuellt. Troligen måste man då byta ut kopparkablarna mot glas- eller plastfiber, därav kravet på att kabelnätet skall vara omdragningsbart. Vid den tidpunkt då en gigabit per sekund inte längre räcker till, utan att det är tio gigabit per sekund som behövs, så finns det antagligen fiberoptisk utrustning som är praktiskt användbar och till rimliga priser.

Hemmanätsprojektet, delrapport 2

Infrastruktur i befintligt bestånd

2. Sammanfattning

SABO, SBUF, Hyresgästföreningen, Fastighetsägarna och Hjälpmedelsinstitutet har beställt en utredning av Acreo som ska mynna ut i ett antal rekommendationer till hur man ska bygga hemmanät.

Detta är den andra delrapporten: "Infrastruktur i befintligt bestånd".

Rapporten är skriven utifrån bostadsbolagens perspektiv. Stor vikt har lagts vid enkel hantering och minimering av källor som kan ge upphov till driftskostnader. Observera att detta perspektiv skiljer sig i vissa avseende från en privatpersons eller en tjänsteleverantörs perspektiv.

Vi rekommenderar att bygga **en gemensam infrastruktur** för telefoni-, TV- och datatjänster i hemmet och att den ska möta krav och egenskaper enligt Tabell 1. Se avsnitt 5 för mer detaljerade beskrivningar.

Tabell 1: Rekommendationer för hemmanätsinfrastruktur i befintligt bestånd

Topologi	Stjärnformat med central korskoppling i bostaden
Fysisk medium	Partvinnad kopparkabel av minst kategori 5e (Cat5e)
Antal uttag	1-3 dubbeluttag per rum (förutom våtrum) beroende på storlek och typ
Typ av uttag	Dammskyddade RJ45-kontakter

Denna fysiska infrastruktur hanterar dagens triple play-tjänster, dvs telefoni, data och TV, allt över IP. Infrastrukturen är avsedd för alla typer av IP-baserade tjänster och klarar bithastigheter upp till 1 Gbit/s.

Detta är samma krav som gäller för infrastruktur i nyproduktion med det undantaget att det inte finns krav på kanalisering. Om man måste kompromissa ska det vara på antalet uttag per rum.

2. Bakgrund & avgränsningar

I "Delrapport 1: Infrastruktur i nyproduktion" beskrivas bakgrund och avgränsningar för rapporten där följande områden berörs:

- 2.1 Vikten av ett bra hemmanät
- 2.2 Typen av tjänster som skall hanteras
- 2.3 Målgrupp
- 2.4 Infrastruktur vs konsumentelektronik

3. Informationsinsamling

Som grund för analysen har en enkät med frågor om infrastruktur skickats ut till ett antal bygg- och bostadsbolag. Dessutom har det förts diskussioner mellan Acreo och projektdeltagarna. Acreo har löpande kontakt med olika aktörer inom branschen och följer ständigt med i utvecklingen genom att läsa artiklar, rapporter och standarder, delta i konferenser, etc.

4. Olika hemmanätstekniker

I ”Delrapport 1: Infrastruktur i nyproduktion” och ”Appendix A: Olika hemmanätstekniker” är ett antal olika hemmanätstekniker beskrivna mer i detalj och även jämförd i tabellform.

5. Rekommendationer

Rekommendationerna är baserade på beskrivningarna av olika hemmanätstekniker i Appendix A. Dessa rekommendationer inkluderar inte (men utesluter inte heller) telemetritjänster.

5.1 Infrastruktur

Bostadsnäten utförs med minst kategori 5e partvinnad kopparkabel (Cat 5e) eller högre. Om kabeln är skärmd minimeras störningar, fast den blir mer svårhanterlig. I varje rum, inklusive kök, med undantag för badrum och toalett, monteras, beroende på rumsstorlek, ett till tre dubbeluttag med RJ45-kontakter. Nätet utförs stjärnformat med en central korskopplingspunkt per bostad.

Dessa krav är identiska med kraven för nyproduktion trots att praktiska och/eller ekonomiska omständigheter kan omöjliggöra att kraven uppfylls vid byggande av ny infrastruktur i befintliga hus och lägenheter. En välfungerande hemmanätsinfrastruktur kräver kategori 5e kabel, och för användarvänligheten krävs uttag i varje rum. Om man måste kompromissa med något bör det vara antalet uttag per rum, men minst ett uttag skall finnas i varje rum.

5.2 Kanalisation

I ”Delrapport 1: Infrastruktur i nyproduktion” förespråkas kanalisation inbyggd i väggen. För befintligt bestånd ges inga sådana rekommendationer eftersom det kan finnas praktiska och/eller ekonomiska begränsningar som omöjliggör inbyggd kanalisation.

Om infrastrukturen ska byggas in i väggen rekommenderas dock att använda rör av samma typ som rekommenderas för nyproduktion eftersom det möjliggör enkel uppgradering av infrastrukturen i ett senare skede. Detta i och med att kablarna blir omdragningsbara.

Överhuvudtaget bör rekommendationerna i ”Delrapport 1: Infrastruktur i nyproduktion” följas så mycket som möjligt om kanalisationen ska vara inbyggd i väggen.

5.3 Uttag

Placeringen av uttagen skall dels ske där det är praktiskt, dels bör placeringen vara estetiskt tilltalande. Vidare måste det naturligtvis tas byggnadstekniska hänsyn. Normalt så installeras dubbeluttagen bredvid, eller i nära anslutning till, eluttag. Uttagen av typen RJ45 skall vara dammskyddade, t.ex. genom att vara försedda med lucka eller luta nedåt. Infällda uttag som skjuter ut från väggen bör ha en så lite utskjutande del som möjligt för att inte störa placering av möbler eller vara möjliga att fatta tag i.

5.4 Korskopplingspanel

I lämpligt utrymme monteras ett skåp innehållande korskopplingspanel med RJ45-uttag. Invid denna panel finns det också utrymme för hemmagateway och i förekommande fall mediaomvandlare och telefoniadapter. Det bör även beredas viss plats för bostadsinnehavarens egen utrustning såsom brandvägg och WLAN-accesspunkt. Även inkommande anslutning finns här vilken antagligen är fiber eller möjligen partvinnad kabel, liksom flera eluttag. Slutligen kan utrustningar kopplade till undermätningar finnas här i en läsbar del.

Skåpet måste placeras så att det är enkelt att kunna utföra omkoppling av kablarna för lägenhetsinnehavaren. Någon form av lufthål bör finnas för att den av apparaterna alstrade värmen skall kunna ledas bort.

Framöver kan det komma att finnas krav på någon typ av reservkraft. I så fall bör det i närheten av korskopplingen - antingen i eller utanför skåpet - finnas utrymme för placering av utrustning för reservkraft.

5.5 Uppgradering

Samma sak gäller här som i ”Delrapport 1: Infrastruktur i nyproduktion”.

6. Nödlösningar

I situationer där det är opraktiskt och/eller för dyrt att installera den rekommenderade infrastrukturen finns ett antal ”nödlösningar” som beskrivs i detta kapitel. Det antas att alla tjänster är IP-baserade.

Förbindelse från hemmagateway till TV

Det finns olika sätt att göra en så kallad brygga (punkt-till-punkt förbindelse) som överför IPTV-signalen från bredbandsuttaget till set top-boxen.

- En brygga kan göras via elnätet (se Appendix A), men signalkvalitén beror på elnätets kvalitet och isolation mot grannarna. Detta innebär dock aktiv utrustning i hemmet vilket leder till frågor om underhåll och ansvar om något går sönder.
- Det finns även olika typer av trådlösa bryggor också (se Appendix A), fast även här återfinns problematiken med aktiv utrustning. Dessutom kan det uppstå störningsproblem, och generellt är trådlös utrustning i dagsläget mindre stabilt än elnätslösningar.
- Med kategori 5 kabel går det att dra en driftsäker brygga mellan gateway och set top-box. Det är fungerande men en estetisk mindre tilltalande lösning.
- I vissa europeiska länder finns bryggar av plastfiber kommersiellt tillgängliga (åtminstone för operatörer). Detta är dock proprietära lösningar, dvs varken kontakter eller fibertyp är standardiserade. Fördelen med en plastfiberbrygga är att den är mer estetisk tilltalande än kategori 5 kabel eftersom den är mycket tunnare. Det är en dyrare lösning än kategori 5 kabel, och den innehåller aktiv utrustning som kan gå sönder.

Ofta finns det en infrastruktur av koaxialkabel för kabel-TV i hemmet. Med specialutrustning går det att transportera den digitala IPTV-signalen från gateway till set top-box. Det kräver dock att det finns tillgång till koaxialkabeln vid gateway-enheten vilket ofta inte är fallet.

Förbindelse från hemmagateway till dator

På samma sätt som för TV går det att installera en brygga till datorn. Dessutom finns här möjligheten att installera trådlöst LAN (WLAN) med alla de för- och nackdelar som det innebär (se Appendix A). Det är som sagt en lösning som inte rekommenderas för bostadsbolaget, primärt för att en WLAN-lösning för eller senare börjar fungera dårligt vilket leder till krav på underhåll från lägenhetsinnehavarens sida.

Förbindelse från hemmagateway till telefon

Som för datorn går det att installera en brygga eller ansluta telefonen över ett trådlöst LAN, och man kan även placera en DECT-station vid sin gatewayen. DECT-telefoner är förhållandevis driftsäkra jämfört med WLAN, men det är ändå en aktiv utrustning som kan gå sönder. Det bör finnas gott om utrymme i närheten av gatewayn för placering av denna typ av utrustning. DECT och WLAN basstationer kan störa varandra.

För få uttag i ett rum

I en vanlig elektronikaffär går det att köpa en billig Ethernetswitch som multiplicerar antalet uttag. Detta är en driftsäker men knappast en estetiskt tilltalande lösning.

Använda befintligt koaxnät

Det finns en standard för IP över koaxialkabel som heter MOCA som används för att koppla samman enheter i hemmet. Detta är en nödlösning motsvarande PLC och WLAN. Dessutom finns det proprietära lösningar som kan transportera IP över koax. Äntligen finns det en uppsjö av hybrida lösningar som kombinerar analoga och digitala format för TV-överföringen.

Hemmanätsprojektet, delrapport 3

Infrastruktur för telemetri

- **Sammanfattning**

SABO, SBUF, Hyresgästföreningen, Fastighetsägarna och Hjälpmedelinstitutet har beställt en utredning av Acreo som ska mynna ut i ett antal rekommendationer till hur man ska bygga hemmanät.

Detta är tredje delrapporten: "Infrastruktur för telemetri".

Med telemetri menas tjänster som t.ex. det som ibland kallas fastighetstjänster – inkl. undermätningar - samt den gruppen av vård- och omsorgstjänster som inte kräver hög bandbredd och som inte är IP-baserade. Se beskrivning av tjänster i avsnitt 2.2

Rapporten är skriven utifrån bostadsbolagens perspektiv. Det vill säga att stor vikt har lagts vid enkel hantering och minimering av källor som kan ge upphov till driftskostnader. Observera att detta perspektiv skiljer sig från en privatpersons eller en tjänsteleverantörs perspektiv.

Vi rekommenderar att bygga en gemensam infrastruktur för telefoni-, TV- och datatjänster i hemmet. Se delrapporter 1 och 2 för mer detaljerade beskrivningar.

För telemetri är behoven annorlunda än för telefoni, TV och data. Telemetri kräver typisk mycket mindre bandbredd än telefoni, data och TV, själva nättopologin kan vara annorlunda och ofta är telemetritjänster inte IP-burna. Dessutom finns det andra krav på placeringen av uttag. Se kapitel 4 för en mer detaljerad beskrivning. Telemetri behöver alltså en separat infrastruktur.

Tabell 1: Rekommendationer för telemetri i nyproduktion och befintligt bestånd

Kanalisation	Inbyggd, obruten, med rör som möjliggör omdragning av kablar: Kablar kan vara antingen i samma rör som kablarna för bredband eller de kan placeras i separata rör.
Topologi	Stjärnformat med central korskoppling i bostaden (möjliggör även andra topologier som t.ex. buss eller kaskadkoppling)
Fysisk medium	Fyrtråd (eller kategori 5e kabel)
Antal uttag	Uttag vid varje dubbeltuttag för bredband samt i varje våtrum
Typ av uttag	Alla uttag ska vara täckta och det ska inte finnas aktiv utrustning i uttagen

Denna fysiska infrastruktur klarar av de flesta typer av telemetriutrustning.

- **Bakgrund & avgränsningar**

2.1 Telemetri – nät & tjänster

Vad är telemetri? [www.Wikipedia.se: Telemetri (Tele + metri) betyder egentligen *fjärrmätning*]

Telemetri - eller fjärrmätning/fjärrövervakning/fjärravläsning - är ett område som förväntas öka kraftigt framöver, båda i hemmet och utanför hemmet. Exempel på telemetri i hemmet är det som kallas "fastig-

hetstjänster” vilket inkluderar undermätningar (dvs övervakning av värme, el och vatten), larm, etc samt vissa ”vård- och omsorgstjänster”.

Fjärrövervakning av värme, vatten och el förenklar avläsningen som ligger till grund för hur mycket slutanvändaren ska faktureras. Fjärrövervakning kan dock också användas för att automatisk styra temperaturen i vissa rum, etc, alltså i ett komfort- eller kanske miljösyfte.

Fjärrövervakning av förbrukning som underlag för fakturering finns redan i stor utsträckning i dag, och fjärrövervakning för e.g. komfort- och miljösyften kommer troligen att växa kraftigt.

Telemetri relaterat till vård och omsorg är likaledes ett växande område. Dagens system består ofta av olika typer av sensorer som möjliggör fjärrövervakning av ett hem. Exempel på detta är sensorer som bevakar om spisen är på, om toaletten har används under det senaste dygnet, rörelsedetektor, trycksensor i sängen etc. I avsaknad av trådad infrastruktur i hemmet är sådana tjänster ofta radioburna, och det är brist på standardiserade lösningar.

I dagsläget finns det stort sett inga trådade telemetrinät. Kombinationen av att ett trådat nät är enklast att drifva (inte går sönder, inte behöver batteri, inte utsätts för störningar, etc) samt den förväntade kraftiga utvecklingen av telemetri för hemmaapplikationer (både för fakturering, miljö, vård & omsorg, etc) gör att författarna bedömer att det kommer att finnas ett behov av infrastruktur för telemetrinät.

För telemetri är behoven annorlunda än för telefoni, TV och data. Telemetri kräver typisk mycket mindre bandbredd än telefoni, data och TV, själva nättopologin kan vara annorlunda, och ofta är telemetritjänster inte IP-burna. Dessutom finns det andra krav på placeringen av uttag. Se avsnitt 5 för en mer detaljerad beskrivning.

Filosofin bakom ett telemetrinät (infrastruktur för telemetritjänster) är den samma som för infrastrukturen för bredband i hemmet: Det ska vara *enkelt* och *säkert* att använda och *tillgängligt* där man behöver det och när man behöver det.

Rekommendationerna är valda mot bakgrund av ett antal kriterier som: Tjänsteleverans kvalitet, ekonomi (båda investerings- och driftskostnader), säkerhet/integritet, framtidssäkerhet, störningskänslighet och praktisk genomförbarhet.

2.3 Målgrupp

Rapportens målgrupp är de organisationer som är uppdragsgivare i projektet. Slut användare är *inte* den primära målgruppen, så vissa av de rekommendationer som framkommer här kan verka vara ologiska från ett slutanvändarperspektiv. Inte heller operatörer och tjänsteleverantörer är målgruppen, men rapporten kan användas i en upphandling mot operatörer, tjänsteleverantörer eller byggbolag.

Rapporten fokuserar helt på trådade lösningar. De flesta telemetrilösningar i dag är trådlösa vilket leder till problemställningar med t.ex. batteribyte och ansvaret för detta samt potentiella störningsproblem om många trådlösa system ska samsas på ett begränsat utrymme. Författarna av rapporten har ingen anledning att tro att trådlösa telemetrilösningar i dagsläget är undermåliga, men vi tror att trådade lösningar är bättre och mer framtidssäkra.

3. Informationsinsamling

Som input till analysen har det förts diskussioner mellan Acreo och projektdeltagarna. Speciellt med Hjälpmedelsinstitutet har det varit omfattande diskussioner. Acreo har löpande kontakt med olika aktörer inom branschen och följer ständigt med i utvecklingen genom att läsa artiklar, rapporter och standarder, delta i konferenser, etc.

4. Rekommendationer

Rekommendationerna är baserad på beskrivningarna av olika hemmanätstekniker i Appendix A. Framförallt är de baserade på diskussionerna om trådade versus trådlösa nät.

4.1 Infrastruktur

Bostadsnäten utförs med fyrtråd. Det går även att installera Cat 5e kablar för flera användningsmöjligheter. Dessa kräver dock mer plats i rören och är lite dyrare. Även om Cat 5e eller högre är dyrare och svårare att hantera än fyrtråd så kan det löna sig i och med att endast en typ av kabel behöver hanteras. Dessutom är Cat5e mer framtidssäker än fyrtråd.

I varje rum, inklusive kök, med undantag för badrum och toalett (dvs, de rum där det finns infrastruktur för bredband enligt delrapport 1 och 2) installeras ett uttag bredvid dubbeluttaget för bredband. Därutöver installeras i varje våtrum ett uttag och i köket installeras ett extra uttag under köksbänken om det är praktiskt möjligt. Det är viktigt att ha uttag för vård- och omsorgstjänster i alla våtrum och speciellt badrummen.

4.2 Kanalisation

Helst skall denna utföras dold (inbyggd) i vägg. Om kanalisationen måste utföras utanpåliggande görs den med lämpliga kabelrännor. Inbyggd kanalisation utförs så att kablarna är omdragningsbara och det skall finnas plats för två kablar i varje rör. Samtliga rör dras obrutna från korskopplingspanelen till respektive uttag. Med detta avses att det inte skall finnas någon sekundär korskoppling eller någon form av kaskadkoppling på vägen mellan den centrala korskopplingen och respektive uttag. En dragdosa på vägen är dock tillåten om det blir för långt att dra kabeln direkt men det är inte tillåtet att skarva kabeln i denna dosa.

Man kan dra kablarna för telemetri i samma rör som kablarna för bredband eller man kan dra dem i separata rör.

4.3 Uttag

Fyrtråds kabeln (alternativt Cat 5e-kabeln) ska inte vara kontakterad eftersom system för telemetri inte har standardiserade kontakter. Uttaget ska skyddas av en lucka som sedan kan avmonteras om eller när uttaget aktiveras med lämplig utrustning.

Vidare måste det naturligtvis tas byggnadstekniska hänsyn vid installationen. Det kommer inte att föras starkström över telemetrinätet, och den utrustning som eventuellt ska placeras vid uttagen kommer inte att matas med starkström.

4.4 Korskopplingspanel för telemetri

Gateway

Den telemetriinformation som insamlas i hemmet ska föras ut från hemmet. Det kan göras på lite olika sätt, och det är inte alltid att man är intresserad av att ha en gateway för telemetri placerat i hemmet. Generellt finns det tre olika placeringar av en telemetrigateway: Den kan placeras i hemmet, precis utanför hemmet eller på avstånd från hemmet.

3. **I hemmet.** I närheten av korskopplingspanelen för TV, telefoni och data monteras ett skåp för telemetriutrustning och kablar. Skåpet ska innehålla en telemetrigateway och det ska finnas plats för terminering av kablar för telemetriinfrastrukturen. Det ska finnas möjlighet att enkelt göra en koppling mellan skåpet som innehåller gatewayutrustning för TV, telefoni och data och skåpet som innehåller telemetriutrustningen.
4. **Utanför hemmet.** Alternativt ska korskopplingspanelen för telemetri placeras utanför (men nära) lägenheten så man inte behöver gå genom samma gateway som TV, telefoni och data. I så fall undviker man en *single point of failure* och man undviker att den boende kan få tillgång till utrustningen – vilket i sin tur reducerar eventuellt fusk samt oavsiktlig felhantering. Detta är fallet i många fastigheter idag. Annars gäller samma krav som om skåpet hade varit placerat i hemmet.
5. **På avstånd från hemmet.** Ett annat alternativ är att låta telemetriutrustningen kommunicera direkt via GSM till en server. Fast i så fall behövs ingen infrastruktur för telemetri i hemmet. Ob-

servera att detta alternativ inte är en lösning som rekommenderas här, men lösningen är beskrivit för att den finns kommersiellt tillgänglig i dag.

Hybrida lösningar. Det finns många hybrida lösningar; här ges bara ett exempel. För att reducera risken för single point of failure kan man låta en telemetrigateway kommunicera trådlöst med en server utanför hemmet eller eventuellt genom *både* den vanliga hemmagatewayen och en telemetrigateway med trådlös förbindelse (t.ex. GSM) till en server. Om inte man behöver gå igenom hemmagatewayen finns inga tekniska krav på placering av korskopplingskåp för telemetri.

Terminering av kabler

Kablarna kan med fördel vara okontakterade och hänga löst i skåpet, eventuellt bakom en plåt. Alla kablar ska i så fall vara märkta så man ser till vilket uttag de ledar.

4.5 Uppgradering

Högre bandbredd

Utrustning för telemetritjänster är designat för låga bandbredds krav för just att kunna använda så ”klena” infrastrukturer som möjligt. Om bandbredden ändå vid något tillfälle kommer att bli så hög att partvinnad kabel inte räcker till, då är den specifika tjänsten med stor sannolikhet IP-baserad och den kan då kopplas på den befintliga infrastrukturen för TV, data och telefoni.

Trådlösa teknologier

Det pågår en snabb utveckling inom trådlösa teknologier, och fler och fler telemetritjänster kommer också att bli trådlösa. Fast för att rymma det stora antalet trådlösa system som framtiden kommer att bringa finns det en strävan mot att reducera transmissionsavståndet till få meter och även få cm. En så kallad *good practice* är att terminera en trådlös förbindelse i en fast förbindelse så fort som möjligt, och då finns det fortfarande behov av en trådad infrastruktur i varje rum i hemmet.

Trådad telemetri i hem utan trådad infrastruktur för telemetri

Det kan uppstå behov av en trådad infrastruktur i hem *utan* en dedikerad trådad infrastruktur men *med* en infrastruktur som specificerats i delrapporterna 1 och 2. Om man ”offrar” ett av uttagen i ett dubbeltuttag kan man använda den ena Cat 5e-kabeln till infrastruktur som är kompatibel med de flesta befintliga telemetrisystem.

Om en buss- eller kaskadinfrastruktur krävs för telemetrisystemet i stället för en stjärna kan man relativt enkelt koppla så i korskopplingskåpet.

Hemmanätsprojektet, delrapport 4

Hemmagateway, HG

• Sammanfattning

SABO, SBUF, Hyresgästföreningen, Fastighetsägarna och Hjälpmedelinstitutet har beställt en utredning av Acreo som ska mynna ut i ett antal rekommendationer för hur man ska bygga hemmanät.

Detta är fjärde delrapporten: ”Hemmagateway”

Rapporten är skriven utifrån bostadsbolagens och fastighetsägarnas perspektiv. Det vill säga att stor vikt har lagts vid enkel hantering och minimering av källor som kan ge upphov till driftskostnader. Observera att detta perspektiv skiljer sig från en privatpersons eller en tjänsteleverantörs perspektiv. Ofta är bostadsbolagen inte ägare till hemmagatewayen, HG, men för att säkra att ett bra hemmanät kan erbjudas till slutanvändarna är det viktigt med kunskap om HG och de funktioner som finns inbyggda i den. Denna delrapport försöker förklara vissa tekniska termer på ett mindre tekniskt språk och gör alltså anspråk på att vara pedagogisk snarare än teknisk stringent.

Rapporten är tänkt att användas dels som bakgrundsinformation, dels som hjälp till att skriva ett upphandlingsunderlag mot t.ex. en kommunikationsoperatör.

Marknaden för HG’ar är ganska omogen och den är karakteriserad av ett stort antal olika implementationer och (än så länge) brist på standardisering. Designen av en HG beror mycket på vilken typ av accessnät den ska anslutas till och även på operatörens/kommunikationsoperatörens affärsmodell. Dessutom finns det en inbyggd motsats mellan hur mycket en operatör ska kunna fjärrövervaka och –styra och slutanvändarens integritet. Ju mer övervakning och fjärrstyrning som accepteras (kanske även övervakning av terminalutrustning i hemmet), desto enklare blir hanteringen för slutanvändaren, men till priset av integritetsbegränsningar. En hög grad av övervakning och fjärrstyrning kräver dessutom standardiserade lösningar om man vill ha ett öppet nät där olika typer av utrustningar och olika tjänsteleverantörer skall kunna samsas. En vertikal operatör kan på ett enklare sätt i dagsläget erbjuda en proprietär totallösning som är smidig att hantera för slutanvändaren.

Vi rekommenderar ett antal funktioner och krav för en HG. Se Tabell 1 och även kapitel 4 för mer detaljerade beskrivningar. Rekommendationerna har tilldelats olika prioritet allt efter hur viktiga de är.

- 1: Grundkrav
- 2: Viktigt att ha
- 3: Ska övervägas

Eftersom gatewaymarknaden är omogen finns det många olika tekniska lösningar och det finns olika filosofier för vad en gateway ska klara av. Därutöver finns det framtida krav och begränsningar – som t.ex. kommer från den snabbt växande industrin för konsumentelektronik – som idag är antingen dyra att bygga in i hemmanätsutrustning eller som kanske inte ens är klart definierade i dagsläget. Det är därför omöjligt att ge ”skarpa” rekommendationer, men rapporten går igenom ett stort antal viktiga funktioner.

I dagsläget finns ingen hemmagateway som klarar alla rekommendationer. Dessutom kommer vissa funktioner framöver säkert att kunna lösas på annat sätt än vad rapporten förespråkar. Det kan även dyka upp icke-tekniska krav som motsäger rekommendationerna exempelvis gällande övervakning och fjärrstyrning eller frågan om hur stor möjlighet den boende ska ha för att konfigurera sin gateway.

Tabell 1: Rekommendationer för hemmagateway

Funktion	Rekommendation	Prioritet
Grundfunktion	Ska terminera accessignalen, separera tjänsterna och distribuera tjänsterna mot respektive terminal	1
Grundfunktion	Ska kunna leverera IPTV till flera tv-apparater och Internet till flera datorer samtidigt	1
Switchportar	Det ska finnas en switch med minimum 8 portar som valfritt kan allokeras till olika tjänster (IPTV, Internet)	1
Porthastighet	1 Gbit/s (LAN, mot hemmet), 1 Gbit/s (WAN, mot accessnätet)	3
VLAN	Switchen ska ha stöd för VLAN (behövs inte i L3 nät)	1
IGMP-snooping	Switchen ska ha stöd för IGMP snooping	1
STP	Switchen ska ha stöd för spanning tree protocol	1
Fjärrövervakning	Switchen ska vara övervakningsbar och kunna fjärrstyras från operatör/KO	2
IPv6	Stöd för kommande IPv6 skall övervägas	3
Brandvägg	Ingen brandvägg ska erbjudas i gatewayen.	Se 4.3
Självdagnosticering	Det bör finnas LED:ar på gatewayutrustningen så att kunden enkelt kan hjälpa till vid basal felsökning	1
Storlek, effekt	Liten, strömsnål	2
IT-skåp	HG-utrustningen ska byggas in i ett skåp	1
Korskoppling	Slutanvändaren ska ha tillgång till korskopplingen	1

2. Bakgrund & avgränsningar

I ”Delrapport 1: Infrastruktur i nyproduktion” beskrivs bakgrund och avgränsningar för rapporten där följande områden berörs:

- 2.1 Vikten av bra hemmanät
- 2.2 Typen av tjänster
- 2.3 Målgrupp
- 2.4 Infrastruktur vs konsumentelektronik

3. Informationsinsamling

Som grund för analysen har en enkät med frågor om HG skickats ut till ett antal bygg- och bostadsbolag. Dessutom har det förts diskussioner mellan Acreo och projektdeltagarna.

Acreo har också genomfört flera intervjuer med gatewaytillverkare för att få in deras synpunkter på hur en HG bör vara konstruerad.

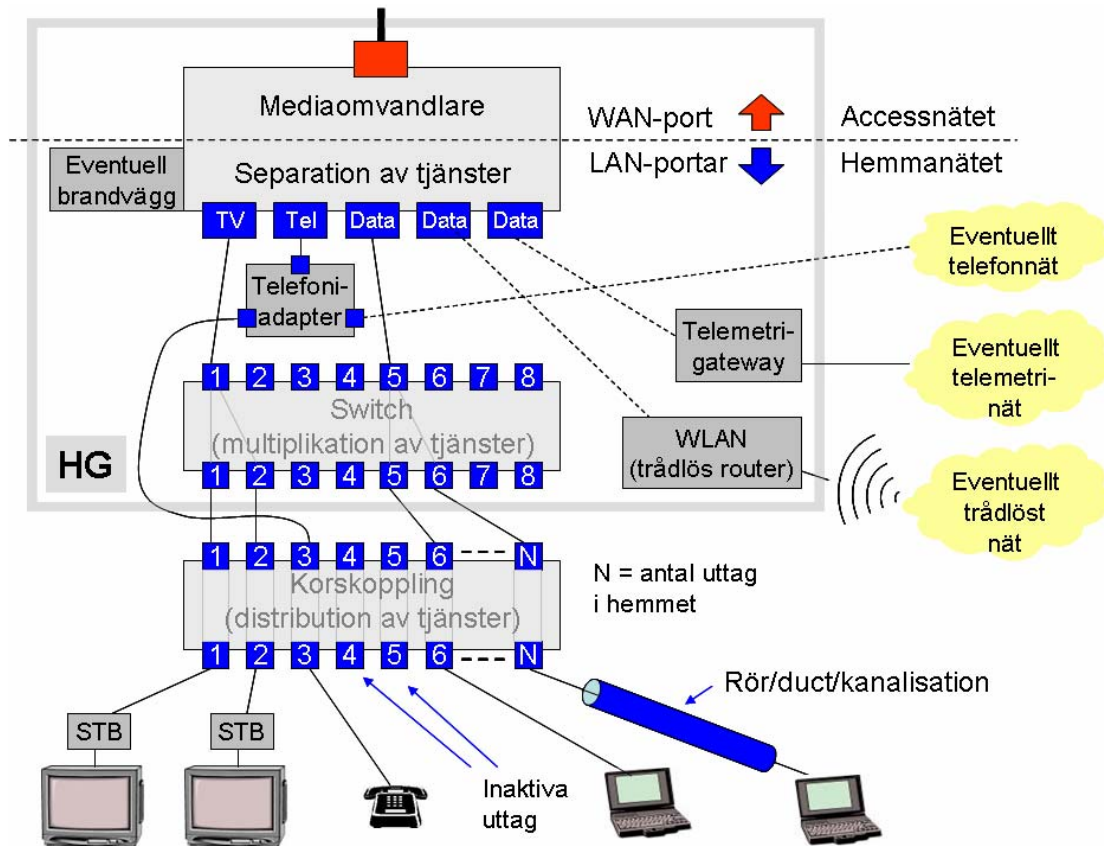
Genom att Acreo har löpande kontakt med många andra aktörer inom branschen och ständigt följer med i utvecklingen genom att läsa artiklar, rapporter och standarder samt gå på konferenser, etc, får vi även med andra synpunkter från olika håll.

4. Olika funktioner som kan finnas i en hemmagateway

I detta kapitel beskrivas de funktioner som kan ingå i en hemmagateway. I varje avsnitt finns en teknisk beskrivning av en funktion, och där det är lämpligt avslutas avsnittet med en specifik rekommendation likaväl som det kommenteras hur viktig rekommendationen är. Rekommendationerna återfinns i Tabell 1.

Den absolut viktigaste funktionen för en HG är att terminera signalen från accessnätet, att separera tjänsterna (IPTV, data och VoIP) samt att koppla trafiken mot en hemmanätsinfrastruktur så att respektive terminalutrustning (set top-box, dator och telefon) kan erhålla tjänsterna.

En HG kan inte i dagsläget definieras enligt en stringent och entydig definition. Däremot framkommer ett antal olika funktioner som mer eller mindre sannolikt kan, eller skulle kunna, finnas i en HG. Dessa beskrivs översiktligt i det följande. I Figur 1 visas gatewayfunktionerna som diskuteras i rapporten.



Figur 1: Hemmagateway (HG) samt förbindelserna ut till terminalutrustningen (Set top-box+TV, telefoner, datorer) via korskopplingen och hemmanätet. Figuren visar funktioner och inte nödvändigtvis lådor, men i dagsläget är funktionerna i figuren ofta identiska med de faktiska lådorna. Switchen som multiplicerar tjänsterna kan även vara fler mindre switchar (t.ex. en för TV och en för data). Observera att inte alla funktioner i figuren rekommenderas i denna rapport.

4.1 Mediaomvandlare

En mediaomvandlare krävs när inkommande medium är fiber. Den omvandlar den inkommande optiska signalen till en elektrisk signal som kan användas i den kopparbaserade infrastrukturen för hemmanätet som rekommenderats i tidigare rapporter. Antingen är mediaomvandlaren en extern låda eller så är den inbyggd tillsammans med annan funktionalitet. Om det inte är fråga om ett kopparbaserat accessnät innehåller nästan alla hemmagateways en mediaomvandlare. Om accessförbindelsen är kopparbaserad är signalen redan anpassad för hemmanätet, och en mediaomvandlare behövs inte.

4.2 Switch

Fler än en port måste kunna vara ansluten samtidigt i hemmet eftersom det ska vara möjligt att ha fler TV-mottagare och fler datorer inkopplade samtidigt. Då erfordras en funktion som multiplicerar antalet portar så att fler anslutningar kan ske samtidigt. Denna utgrening kan genomföras på antingen lager två eller lager tre i OSI-modellen. Om det sker på lager två handlar det om switchfunktionalitet (Ethernetbaserad), sker det på lager tre är det en routerfunktion (IP-baserad)¹. Vilken typ som väljs beror till mycket stor del av vilken typ av accessnät som det är frågan om i sammanhanget. Ett lager två-nät kan endast ha en switch som abonnentutrustning, emedan ett lager tre-nät kan anslutas med antingen en switch eller en router som hemmagateway. En switch krävs således alltid för att kunna erbjuda fler inkopplingsmöjligheter oberoende av vilken teknikmodell kommunikationsoperatören har valt.

Vi rekommenderar att hemmagatewayen utrustas med en switch (antingen inbyggd eller extern som i Figur 1) med funktionalitet enligt nedan.

Observera att det i Figur 1 finns en switchfunktion ”inbakat” i den boxen där det står ”separation av tjänster”. Man kan välja att ha switchfunktionerna kombinerade eller separerade. Om man vill ha multiplikation av tjänsterna till många uttag (vilket rekommenderas här) är det i dagsläget vanligt att ha separerade switchfunktioner som indikerat i figuren.

Portar

Hemmagatewayen ska designas för att det i hemmet kan finnas flera TV-mottagare och flera datorer. Även apparater som nätverksanslutna förstärkare, internetradioapparater och spelkonsoller kräver anslutning på det ena eller det andra sättet. I och med rekommendationerna i tidigare rapporter i serien att bygga en infrastruktur baserad på tvinnad parkabel erfordras det tillräckligt antal portar på en hemmagateway för att kunna tillgodose behovet av antalet samtidigt inkopplade uttag.

Interfacen mot både accessnätet (WAN, wide area network) och hemmanätet (LAN, local area network) ska minst vara av typen Fast Ethernet (100 Mbit/s). Allt fler nätverksanslutna apparater har idag Gigabit Ethernet interface med en kapacitet på 1 Gbit/s. Antalet hemserverar kommer också att växa framöver då det har blivit allt enklare att ha en egen server, ibland i form av en nätverksansluten extern hårddisk. Mellan dessa komponenter erfordras ett snabbt nätverk för att kunna dra nytta av deras möjligheter. Behovet för 1 Gbit/s framöver bör övervägas, speciellt för LAN-portarna mot hemmanätet.

Vi rekommenderar att hemmagatewayen skall ha ett minimum av åtta tillgängliga, externa LAN-portar som valfritt skall kunna allokteras till olika tjänster för att sedan kopplas till olika uttag i hemmet. En grundinställning bör vara fyra portar för IPTV och fyra portar för internetaccess. I så fall krävs att switcharna är VLAN-kapabla (se nedanför) så IPTV på ingången alltid går till valda utgångar – och det samma gäller för data. Alternativt kan man ha separata switchar för IPTV och data; i så fall behövs inte VLAN-funktionaliteten här.

Detta förutsätter att KO har valt att VLAN-separera tjänsterna - vilket är vanligast idag.

Typiskt finns det fler än åtta uttag i ett hem med ett bra hemmanät, så om man vill byta aktiva uttag krävs manuell omkoppling i korskopplingen (se Figur 1). Bästa alternativet vore en switch som har samma antal portar som antal uttag i hemmet, men det kan bli en mycket stor och därmed dyr switch.

VLAN

VLAN (Virtual Local Area Network) är en teknik som kan användas för att separera tjänster och användare i ett accessnät.

VLAN är ett sätt att logiskt dela in en fysisk Ethernet-förbindelse i flera separata delar. Varje datapaket förses med en etikett i form av ett nummer från 1 till 4095 vilket gör att man maximalt kan ha 4095 olika VLAN i ett nätverk. Även om paketen överförs i samma medium så ser VLAN-medvetna switchar till att

¹ När det här diskuteras lager 2 och 3 nät refereras till så kallad active Ethernet som accessteknologi. Mer specifikt, när vi refererar till lager 3 menar vi ett nät från PacketFront – andra leverantörer använder lager 2-lösningar.

paket hörande till olika VLAN separeras. VLAN används i accessnätet för att logiskt separera olika nät inom och mellan en eller flera fysiska ethernetswitchar.

Många kommunikationsoperatörer använder VLAN-tekniken för att separera tjänster i ett accessnät av lager två-typ, även om inte alla gör det. I det senare fallet, liksom i fallet med lager tre-nät, så är det bara att slå av VLAN-funktionen om den finns med.

Som ett typiskt exempel delar grannar på samma accessswitch, och har samma TV-leverantör - VLAN - för IPTV-tjänsten. Det samma gäller grannar som har Internet från samma ISP. Det är dock olika VLAN för TV- och datatjänsterna.

Vi rekommenderar att switchen skall ha stöd för VLAN enligt IEEE-standard 802.1Q. Ett antal s.k. taggade VLAN skall kunna tas emot på WAN-porten för att sedan kunna delas upp på olika portar där de skickas ut otaggat.

IGMP snooping

IGMP (Internet Group Management Protocol) är en teknik som motverkar överbelastning av olika typer av utrustning i ett nät och som i ett hemmanät t.ex. ska se till att rätt TV-kanal går till rätt set top-box.

IGMP används för att ansluta till en så kallad multicastgrupp. En TV-kanal utgörs oftast av en multicastgrupp (men aldrig data eller telefoni). Mottagaren, dvs set top-boxen, efterfrågar multicastgruppen hos default gatewayen på det IP-nät som den sitter ansluten till. Eftersom multicast är en broadcast-teknik så skickas alla paket ut på samtliga portar i en switch om inte IGMP snooping är implementerat.

Med hjälp av IGMP snooping-funktionen så lyssnar switchen när set top-boxar begär kanaler och på vilken port det sker. På den port där en sådan begäran har inkommit så släpper switchen igenom just den multicastgruppen som begäran gällde. På alla andra portar blockerar switchen denna multicastgrupp, något som en switch utan IGMP snooping alltså inte skulle göra.

IGMP snooping krävs för att inte överbelasta andra enheter i hemmet och för kunna att skicka rätt TV-kanal till rätt set top-box. Alla enheter i ett IP-nät måste ta emot alla Ethernet-broadcasts till skillnad från unicast som tas emot eller kastas redan i hårdvaran. Ett Ethernet-broadcast skickas sedan uppåt i IP-stacken där det sedan kan tas beslut om att detta inte var efterfrågat.

Eftersom denna process är cpu-krävande för en enhet (set top-box, dator eller vad som helst som är IP-anslutet) att på det viset kasta paket så leder oönskad broadcast-trafik till att dessa enheter får jobba mer, vilket i sin tur ger dem mindre tid kvar till att utföra sitt egentliga arbete. Detta utöver det faktum att onödiga multicastsändningar också åter upp bandbredd i onödan.

Ska man ha IPTV är IGMP-snooping ett krav i gatewayen så länge kunden själv inte äger utrustningen.

Spanning Tree Protocol, STP

STP är en teknik som till en viss grad kan skydda hemmanätet mot felkoppling av kablar till utrustning.

Om man ansluter två portar i en icke VLAN-medveten switch, eller två portar i samma VLAN till varandra så skapar man en rundgång i nätet. Ett broadcastpaket som kommer in i switchen kommer bara att fortsätta runt, runt i maximal fart och samtidigt dupliceras ut på alla switchportar i VLAN:et. Man har skapat en broadcaststorm som effektivt har sänkt nätverket totalt.

För att förhindra detta finns STP, Spanning Tree Protocol, som stänger av en port i en uppkommen nätverksslinga. I fallet med accessnät finns det normalt skydd mot att broadcaststormar fortplantar sig mellan abonnenter, men för att skydda själva hemmanätet måste funktionaliteten finnas i hemmagatewayen.

Med andra ord, om STP finns i switchen går det att göra felaktiga kopplingar till olika typer av utrustning i hemmet utan att sänka hela nätet. Detta är kanske inte kritiskt i dagsläget, men i och med att mängden av hemmaelektronik som kan kopplas till nätet växer ökas också risken för att koppla fel.

STP som funktion i switchen bör övervägas vid val av HG.

Fjärrövervakning och -styrning

För att kommunikationsoperatören skall kunna verifiera att nätet fungerar ända fram till slutkund erfordras att hemmagatewayen kan fjärrövervakas. Fjärrstyrningsmöjlighet krävs för att kommunikationsoperatören (och kanske även tjänsteleverantören) ska kunna felsöka HG, men även för att kunna konfigurera om hemmagatewayen för olika tjänster. Funktionen krävs även för att kunna hjälpa till med felsökning i hemmet.

Mapping av portar till VLAN är exempel på en inställning som kan fjärrinställas. Ju högre grad av fjärrstyrning ju enklare blir felsökning och tjänsteprovisionering för tjänsteleverantören och/eller kommunikationsoperatören, men till priset av ett potentiellt integritetshot för slutanvändaren. Fjärrstyrning är alltså till stor del en politisk problemställning snarare än en teknisk.

Vi rekommenderar fjärrövervakning och en viss grad av fjärrstyrning av HG från åtminstone kommunikationsoperatören, men graden av fjärrstyrningen ska ställas mot slutanvändarens krav på integritetsskydd.

IPv6

På internet kommer så småningom nuvarande version 4 av IP, Internet Protocol, att ersättas av nästa version som är nummer 6. På många håll har exempelvis IP-adressbrist uppkommit, något som IPv6 åtgärdar.

Myndigheter i USA får numera bara köpa in nätverksansluten utrustning som är förberedd för IPv6. Det är stor sannolikhet för att man framöver måste övergå till IPv6 från dagens IPv4, men det är oklart när detta kommer att hända. IPv6 bör dock i alla fall övervägas vid valet av gateway.

Felsökning

För att förenkla felsökning rekommenderar vi att HG bestyckas med ett antal lysdioder (LED) som ger information om specifika funktioner som även kan vara kopplade till fjärrövervakningen - åtminstone om det finns strömförsörjning och/eller inkommande trafik till de olika funktionerna. Det möjliggör att slutanvändaren kan bistå kommunikationsoperatören och/eller tjänsteleverantören vid felsökning via telefon.

Effektförbrukning

Ökad miljömedvetenhet, men också av ekonomiska och rent praktiska skäl som dålig möjlighet till kylning i ett nätverksskåp gör att en låg energiförbrukning är eftersträvarvärd. Det är omöjligt i dagsläget att definiera en maximalt acceptabel effektförbrukning, men det kommer med stor sannolikhet framöver krav från politiskt håll på att effektförbrukningen inte får vara för hög i elektronisk utrustning i hemmet.

4.3 Brandvägg

En brandvägg är en säkerhetsfunktion som i praktiken erfordras hos en slutkund för alla internetanslutningstjänster för att reducera risken för intrång på hemmanätet och utrustning inkopplad på hemmanätet. Ju mer utrustning som är ansluten till hemmanätet, ju viktigare blir ett bra skydd mot externt intrång. Visserligen kan brandväggar finnas som mjukvara i anslutna datorer, men oftast är det bästa lösningen ur säkerhetssynpunkt för slutkunden att kombinera dessa med en hårdvarubrandvägg. Givetvis kan bostadsinnehavaren köpa en sådan själv och koppla in mellan sina datorer och hemmagatewayen, men om funktionen är inbyggd i hemmagatewayen minimeras utrymmes- och strömförbrukningsbehov. En del funktioner i brandväggen måste vara kundstyrbara, t.ex. om slutkunden vill spela online-spel över Internet eller om man vill sätta upp ett VPN mot jobbet. Detta är dock en nackdel ur infrastrukturägarens perspektiv p.g.a. ökade underhållskostnader då slutkunden sannolikt kommer att efterfråga support för detta.

Det finns alltså olika scenarier:

6. Slut användaren ska skaffa egen hårdvarubrandvägg. Det fungerar för en del personer, men för många blir det för svårt att installera egen brandvägg vilket ledar till supporttid eller alternativt att en del personer har mycket lågt skydd för dataintrång. Här drabbas de som har lägst datorkompetens.

7. KO eller ISP tillhandahåller hårdvarubrandvägg och slutanvändarens tillåtas *inte* att konfigurera den. Eftersom det finns avancerade användare som behöver konfigurera brandväggen kommer dessa att bli missnöjda och dessutom hindras från att använda vissa tjänster. Här drabbas de som har högst datorkompetens.
8. KO eller ISP tillhandahåller hårdvarubrandvägg och slutanvändarens tillåts att konfigurera den. Konsekvensen blir att när någon gör fel i konfigurationen leder det till supporttid. Här drabbas de som varken har hög eller låg datorkompetens.

Poängen är, att oavsett hur man väljer i brandväggsproblematiken kommer vissa grupper att drabbas vilket leder till missnöje hos kunderna och ökat supporttid för den som ansvarar för gatewayen. Problemet grunder sig på en kombination av teknik, affärsmodell och politik och kan alltså inte lösas med teknik endast.

Det är viktigt att det finns en hårdvarubrandvägg någonstans mellan slutkundens utrustning och Internet: antingen inbyggd i HG eller i en separat låda. Dock rekommenderar vi att *inte* bygga in en brandvägg i HG. Det blir problematiskt oavsett om slutkunden själv kan konfigurera den eller ej genom att det leder till ett utökat supportbehov för antingen avancerade användare eller mindre avancerade användare.

4.4 WLAN

Många människor vill idag ha möjlighet till trådlös anslutning av datorer i hemmet. Genom att en accesspunkt för sådan anslutning byggs in i hemmagatewayen sparar man även här plats och energi. Dock rekommenderar vi av olika skäl inte WLAN som infrastruktur i delrapporterna 1 och 2, varvid det är tveksamt om det är gynnsamt ur infrastrukturägarens perspektiv att funktionen i fråga skulle finnas integrerad i hemmagatewayen.

WLAN kan enkelt kopplas till en dataport i HG enligt Figur 1.

4.5 Telefoniadapter (VoIP till analog telefoni)

Telefoni kan erbjudas som en IP-baserad tjänst, VoIP (Voice over IP) och för att denna skall fungera över ett bredbandsnät erfordras en telefoniadapter någonstans i bostaden. Telefoniadaptern behövs därför att vanliga telefoner, även s.k. DECT-telefoner (trådlösa), vanligen har ett analogt gränssnitt. Den infrastruktur som vi har föreslagit tillåter att dessa analoga telefonanslutningar kan ske över samma kablar och kontakter som dataanslutningarna för Internet och IPTV, vilket möjliggör att telefoniadaptern placeras i det centrala korskopplingsutrymmet. Dessutom kan VoIP-tjänsten enkelt kopplas till ett befintligt telefoninät i hemmet om det finns.

Även om det finns olika protokoll för VoIP-tjänster så är de flesta IP-telefonitjänsterna idag baserade på SIP-protokollet som är ett standardiserat protokoll. Tyvärr betyder det inte full kompatibilitet i dagsläget; det är inte säkert att en VoIP-operatör som använder SIP kan använda en SIP-låda från en annan VoIP-leverantör, och även om det finns SIP-funktionalitet i gatewayen risikerar man att det endast fungerar för en eller ett fåtal VoIP-operatörer.

Vi rekommenderar därför *inte* att bygga in SIP-funktionalitet i gatewayen.

Om man beställer ett VoIP-abonnemang hos en VoIP-operatör får man normalt en SIP-låda med på köpet som enkelt kan kopplas till ett uttag på gatewayen.

En telefoniadapter har typiskt två utgångar av typen RJ11 (vanlig telefonkontakt). Dessa utgångar ska inte kopplas till switchen men däremot direkt till uttagen genom korskopplingen, se Figur 1. Uttagen i väggen och i korskopplingen är av typen RJ45 (vanlig datakontakt som är bredare än RJ11). Det går att plugga in en RJ11-hana i en RJ45-hona vilket gör att telefonadaptern kan kopplas direkt till korskopplingen samt att telefonen kan kopplas direkt till uttaget i väggen. Man ska dock vara uppmärksam på att om man trycket in en RJ11 i ett RJ45 uttag så finns det en risk att man böjer de yttersta kontakttrådarna i uttaget, så att det inte längre fungerar som nätverksuttag. För att undvika detta kan man köpa RJ11/RJ45-adaptrar i elektronikaffärer.

Om fler än två telefonuttag behövs i hemmet (och det inte finns en traditionell telefoniinfrastruktur) går det att köpa utrustning som ska placeras i valda uttag på korskopplingen (de uttag som motsvarar uttagen i hemmet där en telefon ska inkopplas) och som skapar en kaskadkopplad infrastruktur, precis som det gamla analoga telenätet var kopplat i hemmen. Detta är *inte* visat i Figur 1.

4.6 Telemetrigateway

Det kan finnas behov av en telemetrigateway i hemmanätet. Om detta är fallet kan den kopplas till en dataport i HG enligt Figur 1 och telemetritjänsten kan distribueras i hemmet enligt Delrapport 3: Infrastruktur, telemetri. Denna rapport kräver dock ingen telemetrigateway.

4.7 Korskoppling

Korskopplingen är det stället där man kopplar utgångarna från HG mot själva hemmanätet med Cat5e kablarna, se Figur 1. Korskopplingen innehåller inga aktiva komponenter. Eftersom vi inte rekommenderar att installera en switch som klarar av alla hemmets uttag på en gång krävs det någon typ av manuell korskoppling om man vill ändra vilka uttag som ska vara aktiva och vilka som ska vara passiva.

Därför rekommenderar vi att slutanvändaren själv ska få tillgång till att koppla om i korskopplingen. Det kommer att bli smidigast för alla parter, men det resulterar i en risk för felkoppling som i sin tur kräver support. Konsekvensen blir att tillgång till korskopplingen kräver en bra manual, tydlig numrering av uttag och portar samt kanske även kabel av olika färger för olika tjänster för att minimera risken för slutanvändarmissstag .

4.8 IT-Skåp

Den utrustning som ingår i en HG bör byggas in i ett IT-skåp där även korskopplingen bör placeras, se Figur 1. Rapporten ger inga rekommendationer till storlek eller placering av skåp eftersom det finns många olika möjligheter som alla har för- och nackdelar. Dock är det viktigt att skåpet är tillräckligt stort för att rymma utrustningen som visas i Figur 1 och även annan relaterad utrustning som t.ex. en hemmaserver. Här finns dock lite diskussion som man bör överväga om design av HG och tillhörande skåp. Ett skåp skyddar utrustningen på ett säkert sätt, och man undgår t.ex. att en kabel eller strömförsörjning rivs ut vid misstag. Ett skåp har dessutom en viktig estetisk funktion.

Ett i dagsläget rimligt krav på storlek är ett skåp som är 60 cm brett, 30 cm djupt och går från golv till tak. Det bör rymma all den utrustning som finns idag, inklusive diverse strömförsörjningar - även om alla funktioner är fristående lådor. Det är rimligt att anta att integration av funktioner och generell krympning av elektroniken minskar platsbehovet för den utrustning som kan specificeras i dag, men det är även ett rimligt antagande att det kommer att dyka upp fler typer av utrustning som kan vara lämplig att placera i skåpet som t.ex. en server. Mycket elektronisk utrustning på ett begränsat utrymme kan kräva någon form för kylning, och generellt gäller (som också rekommenderas här) att tillverkarna av hemmanätsutrustning bör reducera energiförbrukningen.

Om all utrustning ska placeras i ett skåp minskas designkraven eftersom utrustning ju blir dold. Det möjliggör en billigare produkt. En annan följd av placering i skåp blir att det vore praktiskt med plug in-moduler, vilket då i sin tur kräver en standardiserad formfaktor inklusive ett gemensamt gränssnitt för elektroniken. Det ska beaktas att om IT-skåpets hölje är av metall ska antennen till ett trådlöst LAN placeras utanför skåpet.

Placeringen av ett IT-skåp kan t.ex. vara i en garderob (där det inte syns) och gärna nära elskåpet. Det finns även argument för att placera både el och IT i ett gemensamt teknikskåp. En praktisk begränsning för placeringen av IT-skåpet är att det behövs mycket utrymme i väggen för alla rören från hemmets uttag som ska termineras på en punkt. Detta diskuteras även i Delrapport 1: Infrastruktur för nyproduktion.

Det är ingen tvekan om att när marknaden blir mer mogen kommer olika lösningar att utkristalliseras, och först då kan man ge specifika rekommendationer med hänsyn till storlek, innehåll och placering av IT-skåp.

5. Övrigt

5.1 Val av hemmagateway

Valet av hemmagateway är väldigt hårt knutet till operatörens val av accessteknik. Oavsett om accesstekniken är lager två eller lager tre så krävs det att hemmagatewayen har stöd för VLAN och IGMP snooping. I ett lager två-nät separeras tjänsterna oftast med hjälp av VLAN-tekniken. I ett lager tre-nät separeras inte tjänsterna i hemmagatewayen om denna inte är av lager tre-typ. Ett lager tre-nät skulle kunna använda en enklare modell utan stöd för VLAN, men detta innebär att hemmagatewayen måste bytas om en ny kommunikationsoperatör med lager två-accessteknik ersätter den gamla kommunikationsoperatören som har lager tre-accessteknik.

5.2 Strömförsörjning

Strömförsörjning av utrustning (genom t.ex. power over Ethernet) och eventuell batteribackup har inte diskuterats här. Det är mycket viktiga områden som måste lösas, men lösningen ges alltså inte i denna rapport. Problemet är dels tekniskt, men det är också i hög grad politiskt. I dagsläget finns det ingen myndighet som har tagit ansvaret för frågan. Det är dock högst sannolikt att det kommer politiska krav när efterfrågan från industri och/eller konsumenter blir tillräckligt stor, och dessa krav kommer att ha inverkan på infrastruktur och gateway för hemmanät.

5.3 Home Gateway Initiative

Organisationen Home Gateway Initiative (HGI, <http://www.homegatewayinitiative.org/>) arbetar med att standardisera hemmagatewayen med operatören i fokus. Deras standard bygger på att operatören har full kontroll över hemmagatewayen och en del utrustning som kopplas till den som t.ex. set top-boxar och telefoner. Denna rapport är i linje med en del av kraven från HGI som bland annat kräver VLAN och IGMP snooping i gatewayen. Flera mycket stora vertikala operatörer är medlemmar i HGI, och mycket av arbetet i organisationen riktar sig mot att få gatewayen integrerat i IMS (IP multimedia subsystem) som är en "totallösning" för alla typer av kommunikation riktat mot slutanvändare. Många av de funktioner som specificeras här kommer att vara opraktiska att implementera i öppna nät (åtminstone under ett initialske- de) och de rekommenderas därför inte i denna rapport. Det är dock viktigt att följa HGI's arbete eftersom det säkert kommer att få stor påverkan på design av gateways framöver.

Hemmanätsprojektet, appendix A

Olika hemmanätstekniker

Detta appendix beskriver olika teknologier som användas i hemmanät i dag eller som troligen kommer att användas inom fem år. För varje teknologi finns en generell beskrivning samt en kort diskussion med fokus på transmission av TV, telefoni och data, allt över IP. Appendixet täcker alla delrapporter och är alltså inte begränsad till nyproduktion.

1. Partvinnad kabel

Detta är det vanligaste sättet att bygga den passiva delen av ett datanät på. Nätet består av kopparkablar som har fyra par, totalt åtta isolerade trådar. Varje par är tvinnat vilket gör att en störkälla påverkar bägge ledarna lika mycket vilket i sin tur ger god immunitet mot störningar. Andra benämningar som förekommer är det engelska "twisted pair" och TP-kablar.

Det förekommer olika typer av tvinnad parkabel där den nu vanligast förekommande är s.k. kategori 5e. Kategori 5e eller som det ofta skrivs "Cat5e", är kabel enligt den amerikanska standarden TIA/EIA-568-B som togs 2001 och har ersatt kategori 5 som inte längre finns med i standarden. Den klarar upp till 1 Gbit/s (Gigabit Ethernet). Det får vara maximalt 100 m mellan aktiv utrustning och av dessa får högst 90 m vara fast installerat nät.

Kategori 6 har ännu inte börjat användas i större skala, dels pga. kablarnas styvhet, dels pga. kostnaden. Den stora skillnaden är att kategori 6 skall klara att hantera 10 Gbit/s förbindelser, även om längden blir något begränsad jämfört med de tidigare standarderna. Kategori 6a skall däremot klara 100 m förbindelse-längder med 10 Gbit/s. Allt detta ligger dock några år in i framtiden då det kan förväntas att det finns aktiva massmarknadskomponenter standardiserade runt detta.

Kablarna dras från ett i bostaden, centralt placerat korskopplingskåp (KK) ut till respektive uttag. Kabeldragning sker i lämpligt avpassad kanalisation. Uttagen har dammskyddade kontakter av typen RJ45. Kablarna får av elsäkerhetsskäl ej samlokaliseras med starkströmsledning.

Fördelar

- Vedertagen teknik, nästan all slags utrustning avsedd för att anslutas till datornätverk har anslutning för partvinnad kabel
- Billig kabel och förhållandevis billigt att kontaktera
- Många installatörer
- Kan bära alla kända tjänster över samma infrastruktur inklusive analog telefoni.

Nackdelar

- Kan ej samlokaliseras med elnät.
- Kräver korskoppling manövrerad av bostadsinnehavaren
- Kräver hemmagateway
- Klarar inte analog-TV (utan specialutrustning)

2. Kabel-TV-nät

Ett kabel-TV-nät är vanligen både ett access- och ett hemmanät i samma paket. För bredbandsöverföring i kabel-tv-nät används idag vanligen tekniker baserade på Euro-DOCSIS, European Data Over Cable Service Interface Specification. Den finns i ett antal olika versioner och det idag gällande versionsnumret är 2.0 som erbjuder en maximal nedladdningshastighet på 51 Mbit/s och en maximal uppladdningshastighet på 31 Mbit/s. I sammanhanget talas det också om bandbredder på upp till 76 Mbit/s, men då handlar det om hårdvaruleverantörer som har gått utanför standarden och infört proprietära lösningar. Dessa höga bandbreddar kräver hög kvalitet av själva nätet. Gamla installationer klarar typisk bara något lägre kapacitet.

Utöver Euro-DOCSIS så finns MOCA (Multimedia Over Coax Alliance) och HomePNA. Det finns tyvärr inte så många certifierade och tillgängliga produkter för MOCA standarden. HomePNA har lite fler produkter certifierade och dessa används mestadels i USA.

Om kabel-tv-nätet i fråga är ett stjärn nät så kan abonnenten erhålla denna bandbredd för egen del, men om nätet är kaskadkopplat så delas bandbredden mellan alla i den slingan anslutna abonnenter. För att i det senare fallet skydda kunderna mot oegentligheter så ingår 128 bitars DES-kryptering i Euro-DOCSIS 2.0.

Respektive transmissionsriktning använder vardera en 8 MHz bred kanal (samma bredd som en analog tv-kanal) i det frekvensområde som traditionellt har använts för kabel-tv-sändning, mellan 5 och 862 MHz, där nedströmskanalen ligger över ca 50 MHz och uppströms under denna frekvens. Övrigt utrymme är fritt för analog och digital kabel-tv.

Nästa version, 3.0, är för närvarande under utarbetande och kommer att innebära ytterligare bandbreddshöjningar. Nedladdningshastigheten kommer (teoretiskt) upp mot 200 Mbit/s medan uppladdning kan ske upp till ungefär 120 Mbit/s. Detta åstadkoms genom att man slår samman 4 kanaler som vardera tar upp 8 MHz för nedströms kommunikation. Sedan finns möjligheten att slå samman flera sådana fyrkanalsgrupper för att ytterligare öka på bandbredden. Även nedströms kan sådan sammanslagning användas.

Internetanslutning genom kabel-tv-nätet har den fördelen att om nätet redan finns så kan bredbandaccess ordnas genom förhållandevis låga initialkostnader. Nätet finns redan och behöver bara kompletteras med s.k. CMTS-stationer (Cable Modem Termination System) som är ändutrustningen som vanligen placeras centralt i en flerfamiljsfastighet.

Bandbredden som kan erhållas är bättre än WLAN, men är ändå betydligt sämre än via fiberoptisk eller kopparkabelbaserad anslutning. Dessutom tar bredbandsanslutning via kabel-tv-nätet kapacitet i form av frekvensbandbredd som annars skulle kunna användas för utsändning av analog och digital tv i nätet. Ett koaxialkabelnät har ett praktiskt användbart frekvensutrymme på upp till ca 1 GHz, för att gå över detta krävs optisk fiber.

Vid nybyggnation förefaller det mer naturligt, om endast ett nät skall installeras, att ett IP-baserat fiberoptiskt nät installeras i fastigheten. Då finns det ingen anledning att installera ett koaxialnät som hemmanät. Den största vinsten med kabel-tv-nätet är, precis som med telefonnätet, det faktum att det redan finns där i form av en befintlig infrastruktur, vilken omfattar både accessnätet och hemmanätet, som går att utnyttja.

Fördelar

- Infrastrukturen finns ofta redan på plats (gäller ej nyproduktion)
- Kräver i allmänhet ingen korskoppling i bostaden
- Kräver ingen aktiv "hemmagateway"
- Klarar analog TV

Nackdelar

- Kräver ett separat modem till varje datoranslutning och telefonanslutning, alternativt ett parallellt hemmanät med en hemmagateway och en korskoppling.
- Begränsad bandbredd, speciellt för gamla installationer
- Svårare att hantera än koppar
- Ingen anledning att installera koax om det finns ett partvinnad kopparnät

3. Optisk kabel

3.1 Glasfiber

Med glasfiberoptiska nät finns det för access- och hemmanätsapplikationer i praktiken ingen teknisk begränsning av vilken informationsmängd som går att överföra per tidsenhet i själva den optiska fibern. Bandbredden bestäms av vilka apparater man kopplar in till fibern, vilket gör att infrastrukturen i allmänhet enkelt kan uppgraderas genom byte av ändutrustningar.

Signalerna i de optiska fibrerna påverkas inte av elektriska eller magnetiska störningar från omgivningen. Fiberkablarna är betydligt tunnare och smidigare och många fiberpar tar betydligt mindre plats i kanalisation än motsvarande mängd av någon av de andra kabeltyperna.

Den idag vanliga hastigheten vid fiberoptisk anslutning från accessnoden till hemmagatewayen är 100 Mbit/s med rent Ethernetgränssnitt. Genom att Ethernet-standarden för 1 Gbit/s nu har varit etablerad ett tag så är det inte heller oöverstigligt dyrt att erbjuda den hastigheten i hemmanätet heller. Normalt anpassar sig den aktiva utrustningen så att kommunikationen sker med högsta möjliga hastighet.

Med fiber uppnår man maximal bandbredd, och eftersom bandbredden endast bestäms av ändutrustningen så är ett fiberoptiskt nät också framtidssäkrat. Inte heller drabbas signalerna av yttre störningar och så länge dämpningsbudgeten inte överskrids, vilket inte är ett problem inom en bostad, så är en fiberförbindelse tämligen stabil och opåverkad.

Fiberkablarna är billiga och relativt lätthanterliga och kan samförläggas med starkström i och med att de i allmänhet inte innehåller metall. Dock är kontakteringen av fiberkablar dyrare än de andra alternativen och kräver utbildad personal och specifik utrustning och blir i dagsläget dyrare än exempelvis koppar. Likaså skarvning av fiber (svetsning) kräver kostsammare utrustning och certifierad personal.

En glasfiberlösning kräver antingen en eller två fiber per kabel. Båda typer används i accessnätet idag. Fiber kräver mediaomvandlare i de flesta anslutningspunkter då utrustning för hemmabruk vanligen inte har fiberanslutning. Sådana mediaomvandlare är för dyra för hemmanätsapplikationer idag. Volymproduktion kommer dock troligen att reducera priset för mediaomvandlare väsentligt.

Fördelar

- Oöverträffad kapacitet vad det avser bandbredd
- Kan samförläggas med starkströmsinstallationer
- Varken stör annan utrustning eller blir störd
- Tunna kablar

Nackdelar

- Minsta böjningsradie hos kablar får inte underskridas.
- Kräver mediaomvandlare i de flesta uttag
- Jämfört med koppar är kablarna och framförallt kontakter dyrare
- Begränsat antal installatörer att välja emellan
- Mekaniskt känslig

3.2 Plastfiber

Optiska kablar av plast i stället för glas kan vara ett framtida alternativ i hemmanätverk. På grund av dispersion och dämpning av signalen så är de bara användbara över kortare sträckor, vilket kan passa bra i en bostad. Kontakttering, skarvning och hantering i övrigt är betydligt enklare och därmed billigare än för glasfiber och kan även hanteras av icke-yrkesmänniskor.

Den största nackdelen i nuläget är dock att det inte ännu är en etablerad teknik, det saknas standarder och utbudet av produkter är begränsad. Framöver verkar dock optisk plastfiber vara en lovande teknik för att bygga just hemmanät. Vi estimerar att plastfiber kan vara kommersiellt attraktivt inom tre år.

En plastfiberlösning kommer troligen att använda två fiber per kabel. Som med glasfiber krävs mediaomvandlare i de flesta anslutningspunkter då utrustning för hemmabruk vanligen inte har fiberanslutning.

Fördelar

- Hög kapacitet
- Man ser på ljuset om det går en signal i fibern
- Kan samförläggas med starkströmsinstallationer
- Varken stör annan utrustning eller blir störd
- Mekanisk robust
- Tunna kablar
- Kablar och kontakter är billiga och mer lättinstallerade

Nackdelar

- Inte kommersiellt tillgängligt än!
- Inte tillräckligt standardiserat
- Kräver mediaomvandlare i de flesta anslutningspunkter
- Lägre kapacitet än glasfiber

4. Radionät

4.1 WLAN

Wireless LAN kallas också WLAN och ibland WiFi. En basstation placeras i bostadens KK genom vilken datorer, set-top-boxar (STB) för tv och telefoni och andra apparater kommunicerar trådlöst. Detta kan vara problematiskt då det idag är ovanligt att STB:er har stöd för trådlös kommunikation.

Fördelarna med WLAN består mest i avsaknaden av kablar och därmed inget behov av att ha någon som helst infrastruktur i bostaden. Tyvärr tar fördelarna slut där och listan på nackdelar är desto längre. Det största problemet torde vara otillräcklig bandbredd. Idag är högsta standardiserade bandbredd 54 Mbit/s brutto vilket blir ungefär 30 Mbit/s i realiteten vid optimala förhållanden. I praktiken faller dock bandbredden ganska snabbt med avstånd och dämpning. Dämpningen kan vara substantiell i en vanlig bostad med armerade betongväggar. Tilläggas skall att snabbare WLAN-standarder är under framtagande (draft-n), vilka beräknas kunna uppnå en bandbredd i storleksordningen 100 Mbit/s eller mer. Standarden är dock inte tagen ännu och det kommer att ta ett par år innan den etableras och det finns ett utbud av produkter utan barnsjukdomar.

Trots dämpningen så är en annan nackdel med radiosignaler just att de inte känner några gränser. Grannar och personer som passerar förbi på gatan kommer att med lämplig utrustning kunna fånga upp radiovågorna och avlyssna kommunikationen. Därför är god säkerhet och kryptering viktig, men idag finns ingen oknäckbar kryptering för trådlösa nät på marknaden. Dessutom gör detta att det i allmänhet är alldeles för krångligt för de flesta att hantera trådlösa nät så att de fungerar både säkert och smidigt.

Förutom dämpning så kan radiosignaler störas dels av varandra, dels av andra källor. Mikrovågsugnar, trådlösa telefoner, garageöppnare, radiostyrda strömbrytare etc. kan alla arbeta på samma frekvensband som trådlösa datornät och därmed störa funktionen och sänka tillgänglig bandbredd. Även om WLAN har tretton kanaler så är det bara tre av dessa som är icke överlappande, kanal ett, sju och tretton. Detta betyder att det bara finns tre användbara kanaler om man inte vill riskera att störa varandra och det är alldeles för lite i ett flerbostadshus. Risken att olika bostadsinnehavares WLAN-utrustning stör varandra är väldigt stor om alla skulle ha ett trådlöst nät, vilket därmed sänker den redan låga bandbredden ännu mer.

Det sätt som ett trådlöst nät fungerar på gör det också i nuvarande tappning (med tämligen låga tillgängliga bandbredder) olämpligt för multimediaöverföring. ”Etern” är ju ett delat ”medium”, endast en kan sända åt gången, vilket gör att den tillgängliga bandbredden minskar och fördröjningen samt jitter ökar, när nätet innehåller flera noder, allt till förfång för exempelvis tv-anslutning.

Trafikprioritering saknas i standarderna vilket i kombination med begränsad bandbredd gör WLAN olämpligt för IPTV. Det finns proprietära lösningar som visar att det fungerar med IPTV över WLAN, men tekniken kan inte bedömas som mogen för detta i dagsläget. En praktisk fördel vad det avser telefoni är att det redan idag finns trådlösa VoIP-telefoner med WLAN-anslutning vilket är en praktisk lösning.

Till sist har vi den icke helt oviktiga aspekten att många människor både upplever och känner ett obehag av apparater som alstrar radiovågor. Det gör att man kan befara ett motstånd mot att ta in radionät i bostäder på en del håll, vilket inte gynnar anslutningsviljan till öppna bredbandsnät.

Fördelar

- Inga kablar
- Snabb ”installation”
- Billig i inköp
- Trådlösa VoIP-telefoner med WLAN

Nackdelar

- Innehåller aktiv utrustning som ska underhållas
- Troligen oanvändbart i flerfamiljshus om samtliga lägenheter skall ha WLAN
- Störningskänsligt
- Osäkert (integritet/säkerhet)
- Inte optimalt för IPTV eftersom trafikprioritering saknas i standard
- Strålning i 2.4 GHz bandet (potentiell hälsoeffekt/rädsla för strålning)
- Begränsad livslängd jämfört med kablar

4.2 Övriga trådlösa teknologier

Det finns många andra, standardiserade och proprietära trådlösa teknologier som kan användas i ett hemmanät; dock klarar ingen i dag av att transportera IPTV, VoIP och data på ett tillfredsställande sätt. Ett fåtal exempel på standardiserade teknologier som eventuellt kan användas som supplement till en trådad infrastruktur är bluetooth och firewire över korta avstånd inom hemmet, och "3G" eller WiMax som räcker något längre.

Dessutom ska nämnas den radioteknologin som kommer efter 3G och som kallas LTE (long term evolution). Tillverkarna har i labbet demonstrerat bandbredder på högre än 100 Mbit/s och lovar kommersiella installationer innan 2010. Hur bra systemet fungerar i verkligheten och när det blir tillgängligt för alla återstår att se.

5. Dataöverföring via elnätet – PLC (power line communication)

En sändare kopplas in i bostadens korskoppling och en mottagare kopplas in där bostadsinnehavaren vill koppla in sin dator/tv/IP-telefon. Överföringen sker med RF-teknik över elledningarna. Fördelen är att infrastrukturen redan är på plats i form av bostadens befintliga elnät. Den vanliga lösningen är just ett punkt-till-punkt-system, men det finns lösningar där man kan koppla ihop ett antal punkt-till-punkt-system till ett nät.

I övrigt är problemen snarlika de för WLAN, interferens mellan grannar, men även mellan förbindelser inom en bostad och annan elektronisk utrustning. Med PLC finns dels nätburna störningar (som kommer över elnätet), dels luftburna störningar (genom luften eftersom elkabeln fungerar som en antenn). Störningar leder till försämrad signalkvalitet och bandbredd.

Det finns filter som effektivt isolerar mellan olika hus/lägenheter som är på samma transformator. Därvid försvinner ett av de viktigaste problemen, nämligen nätburna störningar. Luftburna störningar kommer dock att finnas kvar. Om inte en effektiv filtrering görs så är dessutom en stark krypning ett måste, då tjuvlyssning annars möjliggörs.

Ju högre upp man kommer i bithastighet, desto mer utstrålning får man från elkabeln, och ju mer känslig blir PLC-systemet för externa störningar. På samma sätt, ju sämre kvalitet elnätet har, ju flera störningar riskerar man. Vridna flertrådiga kablar strålar mindre medan gamla entrådiga kablar strålar mer. Dvs, mycket beror på installationen.

PLC finns kommersiellt tillgänglig i de flesta elektronikaffärer men kan trots detta inte sägas vara en mogen teknologi. De lösningar som finns är proprietära (det arbetas dock med standardisering), och nackde-

larna är inte väl belysta. Dessutom når man idag knappast över 100 Mbit/s i praktiken, och en ”framtidssäker” lösning måste klara upp till 1 Gbit/s.

Fördelar

- Inga extra kablar
- Relativt billig i inköp
- Snabb installation
- Klarar IPTV

Nackdelar

- Innehåller aktiv utrustning som ska underhållas
- Interferens (luftburen) med annan elektronisk utrustning
- Överföringskvalitén beror mycket på kvalitén av elinstallationen
- Grannar stör varandra om man inte installera filter
- Begränsad bandbredd

6. Jämförelse av de olika tekniker

Nedan redovisas i tabellform i sammanhanget relevanta fakta för olika tekniker att bygga infrastruktur för högkapacitetstjänster i hemmet. De olika parametrarna ska ses relativt till varandra. Kriterierna är leveranskvalitén av tjänsterna (i första hand TV, telefoni och data, alla över IP), ekonomi (båda investeringskostnader och driftskostnader), framtidssäkerhet (hur mycket bandbredd klarar teknologin av), säkerhet/integritet (tjuvlyssning), praktisk genomförbarhet samt störningskänslighet (interferens med annan utrustning). Tabell A-1 är identisk med Tabell 2 i Avsnitt 4 i Delrapport 1: Infrastruktur för nyproduktion.

Tabell A-1: Jämförelse av olika teknologier för hemmanätsinfrastruktur. Med 3P leverans-kvalité menas hur bra teknologien klarar av att leverera triple playtjänsterna IPTV, IP-telefoni och Internet. Det är främst kvalitén av IPTV som det syftas på.

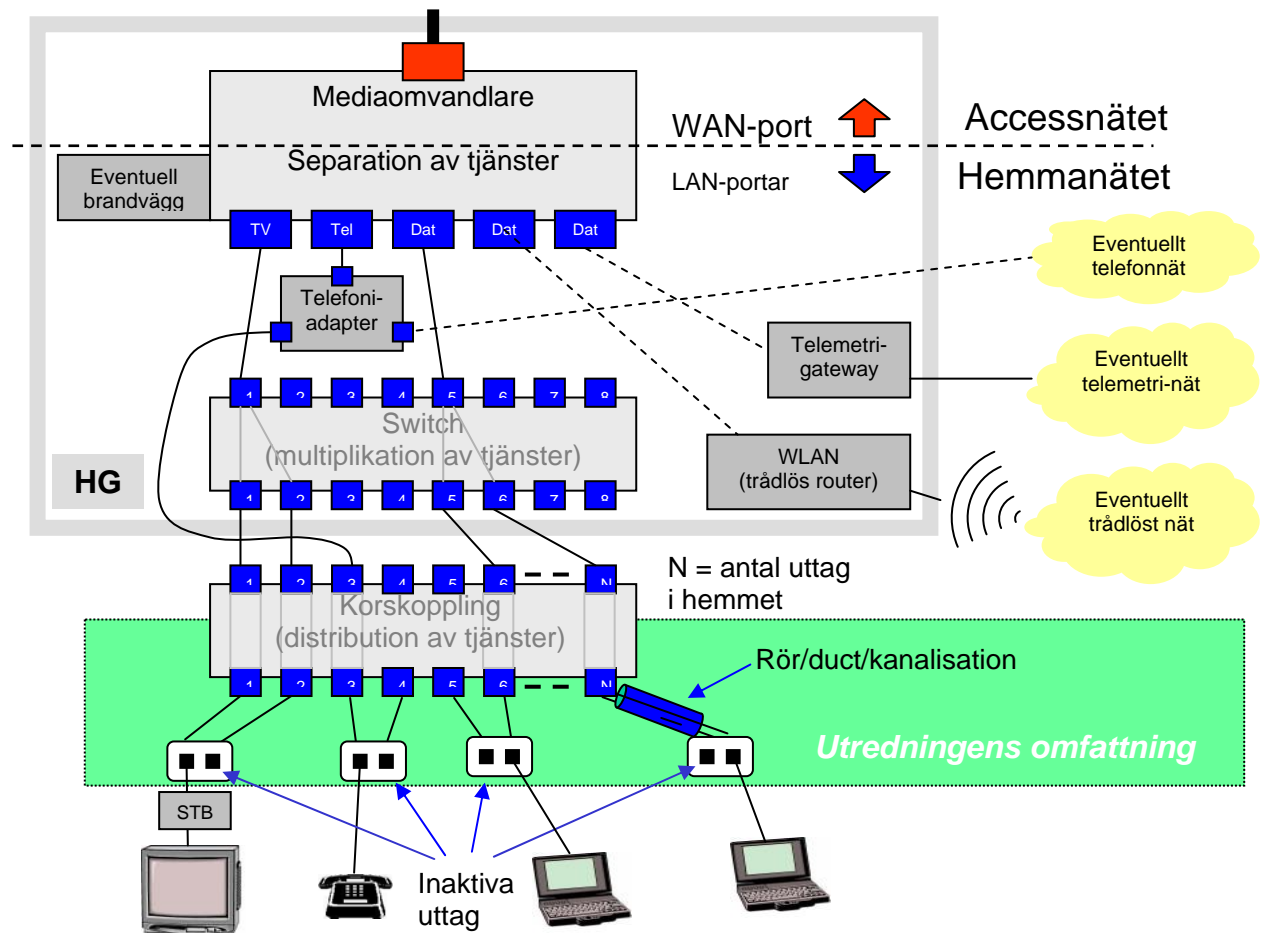
Teknik	3P leverans-kvalité	Ekonomi	Framtids-säkerhet	Säkerhet/integritet	Praktisk genomför-barhet	Störnings-känslighet
Cat 5e eller högre	Hög	Relativt billig installation	Hög	Hög	Hög	Ganska låg
Koax	Hög	Relativt billig installation, dock dyrare än par-tvinnad	Ganska hög	Hög	Hög, men partvinnad kabel är billigare och enklare att hantera	Mycket låg
Glas-fiber	Hög	Kabel billig, kon-takter & konver-terare dyra	Överläg-sen	Mycket hög	För svårt att hantera kontakter och kabel-brott i dag	Ingen
Plast-fiber	Hög	Kabel billig, kon-takter & konver-terare okänd	Troligen mycket hög	Hög	Ännu ej kommersiellt tillgängligt, men är po-tentiellt mycket mer hanterbart än glasfiber	Ingen
WLAN	Låg	Billigt, kan dock leda till mycket höga driftskost-nader *	Med da-gens tek-nik: låg	Låg, enkelt att knäcka för en ex-pert	Enkelt att hantera. WLAN-modem inbyggt i de flesta nya datorer och många telefoner.	Mycket hög
PLC	Medel	Billigt, kan dock leda till höga driftskostnader *	Med da-gens tek-nik: me-del	Låg om inte hemmet är filtrerat mot grannen	Enkelt att hantera	Hög

* Höga driftskostnader i dessa fall beror på antal timmar med felsökning och support; alternativt kostnad för fler enheter som i fallet med PLC.

Hemmanätsprojektet, appendix B1

Teknoekonomisk analys av hemmanät

Detta appendix beskriver utvecklingen av en teknoekonomisk kostnadsmodell av hur ett lägenhetsnät för bredband kan beräknas vid nyproduktion eller renovering av befintliga byggnader. Kostnadsmodellen omfattar material och installationskostnaden för att en lägenhet i flerfamiljsfastighet eller villa/radhus skall ha god tillgång till bredbandsinfrastruktur, på samma sätt som det idag finns tillgång till el, telefon och TV. Antalet anslutningspunkter för bredband varierar med storleken på lägenheten eller villan/radhuset, antal rum och storlek på dessa, samt andra utrymmen där det kan vara önskvärt med åtkomst till ett lägenhetsbaserat bredbandsnät.



Figur 1: Den teknoekonomiska analysen omfattar det markerade området.

1. Kostnadsmodellen

Kostnadsmodellen utgörs av en kalkyl i Microsoft Excel med 6 ark. Två ark används för inmatning av uppgifter och redovisning av de uträknade värdena: *Lägenhetsuppgifter* och *Material_Arbete*. I *Lägenhetsuppgifter* anges uppgifterna om lägenheten. Här redovisas även de uträknade värdena. I *Material_Arbete* matas aktuella listpriser in från leverantörernas prislister samt beräknad arbetstids- och materialåtgång, beroende på vilken typ av lösning som valts för respektive installation. De övriga fyra arken beräknar priserna utgående från vilken typ av kabel som kan användas och är i normalläge dolda för användaren. Beräkningarna i de dolda arken utgår från att ritningsunderlaget är 2-dimensionellt, och hämtar uppgifter om exempelvis takhöjd från inmatningar i arken *Lägenhetsuppgifter* och *Material_Arbete*. I

beräkningarna adderas även fasta uppgifter, till exempel tillägg för skarvmån på kablar, tillägg för vertikala förbindelser baserat på takhöjd och antal kabelklammer per meter, samt eventuell mängdrabatt på material.

Kalkylen kan användas för både för nyproduktion och renovering.

Antalet uttag beräknas bland annat av rummets storlek och ändamål. I övriga utrymmen beräknas antalet uttag efter vilken utrustning som troligen kommer att anslutas. Köket kan ha extra uttag för möjligheten att använda TV, ”intelligenta” vitvaror eller fjärrstyrning av fläktar. Toaletter kan ha anläggning för nöd-anrop, och så vidare. I Hemmanätsutredningen förordas endast dubbeluttag, d.v.s. uttagen har 2 kontakt-don för bredband. Det gäller även i kalkylen.

Kalkylmodell bör betraktas som ett exempel på hur kostnaden kan beräknas för ett hemmanät. I uppgifterna för hur stor mängd rör som åtgår har i uträkningen till varje horisontell sträckning lagts till att röret även är monterade med en vertikal del som är beroende av takhöjden i huset. Om huset/lägenheten har mer än ett plan och det inte finns korskoppling på varje plan innebär att ytterligare vertikal rörlängd kan tillkomma. Finns det korskoppling på varje våningsplan räknas de som separata lägenheter. Ledningar mellan korskopplingar eller till annat våningsplan är dock inte medtagna i kalkylen.

Material- och installationskostnad

Excelkalkylen ger en mycket god uppskattning av materialkostnaden om man fyller i relevanta priser för ingående komponenter och inkluderar dimensionerna på bostaden.

En betydande del av totalkostnaden för att bygga ett hemmanät – och den dominerande kostnaden för uppgradering av en befintlig bostad – är installationskostnaden. Denna kostnad är komplicerad att uppskatta eftersom den beror på hur huset/lägenheten är byggd, hur rutinerade installatörerna är, hur estetisk tilltalande lösning som önskas etc. Exempelvis är betongväggar svåra att forcera, rumsdimensioner i speciellt äldre lägenheter skiljer sig trots på papperet identiska planlösningar, en snygg finish kräver extra tid och många liknande irregulariteter. Detta försvårar möjligheten att skapa identiska ”uppgraderingspaket”.

Detta appendix pekar på många av de olika problemställningar man måste iaktta vid uppgradering av hemmanät. Ambitionen är att kalkylen skall vara en hjälp för såväl beställare som installatör inför upphandling av ett hemmanät enligt Hemmanätsutredningen.

2. Kostnader

Kostnaden att bygga hemmanät varierar beroende på hur hög ambitionsnivå fastighetsägaren har. Det är därför mycket svårt att ge några exakta värden. I detta appendix utgår kostnadernas storlek från uppskattade nyckel- och snittvärden som inhämtats från företag i branschen.

3. Nyproduktion

Pris för hemmanät ingår normalt i projekteringskalkylen för rör och anslutningsdosor för el. Kostnaden för material för hemmanätet kan öka en normal projekteringskalkyl med omkring 100 – 220 % eftersom hemmanät byggs stjärnformigt, men beror även på nedanstående punkter:

- Val av rörtyp, VP eller flexrör
- Val av antal rör, 2 stycken enkelrör (16 mm) eller 1 styck dubbelrör (20 mm)
- Fördragna rör eller tomrör
- Typ av kabel, Cat5e, Cat6, UTP, FTP, framtida fiber av glas eller plast
- Om rör för tele (Cat3-kabel) och TV (koaxialkabel) utgår
- Grad av prefabricering av lägenheten/huset
- Material i väggar och tak

Priset för arbete beräknas enbart öka med 20 – 100 % eftersom det är kostnadsmässigt effektivare att montera rören för hemmanät i samband med montering av rör för elnätet än om hemmanätet byggs vid ett separat tillfälle. Totalpriset kan dock bli lägre än ovan angivna procentsatser eftersom ökningen i installationskostnader jämfört med endast elnät är beroende av hur projekteringen utförs och om materialleverantören kan ge mängdrabatt.

I prefabricerade och delvis prefabricerade hus kan man redan vid tillverkningen av de ingående husdelarna gjuta in eller montera tomma rör och dosor för hemmanät. Dessas skarvas sedan med varandra vid slutmonteringen. Rören kan kompletteras med dragtråd för att underlätta kabeldragning

I hus som byggs från grunden på plats har man stor frihet att förlägga rör som det passar, under förutsättning att ritningsunderlaget följs. I detta fall kan fördragna rör användas.

För nyproducerade villor/radhus gäller samma kriterier som för ovanstående, beroende på vilken typ av byggnadsmaterial som används och grad av förmontering.

4. Renovering av befintlig bebyggelse

Vid renovering av befintliga lägenheter/hus blir prisbilden mycket komplicerad eftersom det finns så många möjliga lösningsvarianter. Det bör därför göras analyser av hur mycket redan utförda renoveringar kostat i förhållande till deras omfattning. Vid en del renoveringar monterar fastighetsägaren uttag i alla rum, vid andra renoveringar monteras enbart ett uttag i hall eller motsvarande. Det är sedan hyresgästens eget beslut om att utöka nätet antingen genom att beställa fler uttag av fastighetsägaren, eller utföra installationen själv. De prisuppgifter vi erhållit från branschen är erfarenhetsbaserade riktvärden där ett tillkommande uttag med installation kostar 1200 – 1400 kronor plus moms. Prisspannet varierar beroende bland annat på placering och om installationen kräver mycket extra arbete.

Några lösningsmetoder vid montering av hemmanät i samband med renovering är att fräsa in rör i väggar och tak, använda utanpåliggande montage med lister, eller kombinationer av dessa. Metoden med kabel-lister för utanpåliggande montering är förhållandevis enkel och kräver inte omfattande åtgärder i övrigt, förutom håltagning i väggar för att få kabeln från ett utrymme till ett annat. Det kan däremot vara en estetiskt mindre tilltalande lösning. Metoden med infrästa rör kräver mycket arbete och även att väggarna återställs med målning och/eller tapetsering. Metoden är dyr men estetiskt tilltalande då inga utanpåliggande delar syns. Kostnadsmodellen redovisar dock inte denna metod. En annan variant är att vid oisolerade mellanväggar av gips eller trä/spånpanel dra kabeln i taklist fram till den plats kabeln skall böjas nedåt mot dosan. Ett hål öppnas i väggen ovanför dosans plats innan taklisten monteras, och ett rör förs in i väggen ned till den plats där det infällda uttaget skall placeras. Röret anslutes till en *renoveringsdosa*. Renoveringsdosan, även kallad *rot-dosa*, är en dosa avsedd för eftermontering i vägg. Dosan monteras i väggen och kabeln kan dras från listen genom röret till dosan.

Prisbilden vid renovering är beroende av vilken typ av kabel som skall användas, men beror även till stor del av följande punkter:

- Val av montering, fräsa ut för rör, lägga rör i oisolerade väggar, utanpåliggande lister eller kombinationer av dessa
- Antal rör vid fräsning, 2 stycken enkelrör (16 mm) eller 1 styck dubbelrör (20 mm)
- Fördragna rör eller tomrör
- Typ av kabel, Cat5e, Cat6, UTP, FTP, framtida fiber av glas eller plast
- Placering av lister, golvmonterade och/eller takmonterade
- Val av listtyp, plast eller trä
- Storlek på lister
- Möjlighet till återanvändning av tele- och TV-installationer
- Grad av prefabricering av lägenheten/huset

- Material i väggar och tak

I prefabricerade hus eller hus byggda på plats är i ytterväggar och väggar mellan lägenheter ofta i helgjuten betong eller av isolerade träväggar. Där saknas i allmänhet rör för att bygga ett hemmanät. I en del fall kan det vara möjligt att dra ur tele- och/eller koaxialkabeln ur de gamla rören och ersätta den med Cat5e eller, mindre troligt, Cat6. I framtiden kan man även använda optisk fiber. Fiber tar liten plats och flera fibrer kan blåsas parallellt för avgrening i den gamla teleinstallationen eller centralTV-systemet. Antalet befintliga uttag och deras placering är dock i allmänhet inte tillräckligt, vilket innebär att viss kompletterande utanpåliggande montering kan behövas om man vill följa rekommendationerna i rapporten.

I många förmonterade hus har väggarna med tiden förskjutits något. I dessa fall är det omöjligt att dra ur den gamla kabeln. Det blir då ofta fråga om en lösning med enbart utanpåliggande listaserade hemmanät, beroende på vilken kostnad ägaren av fastigheten är villig att betala.

Vid renovering av villor/radhus gäller samma kriterier som för ovanstående, beroende på vilken typ av byggnadsmaterial som används.

5. Rör

Det är mycket viktigt att samtliga rör monteras så att kablarna är omdragningsbara, dvs, att man kan ta bort befintlig kabel för att installera nya.

5.1 Rördiameter

Rör som används för en enskild Cat 5e/Cat 6-kabel är i allmänhet av diameter 16 mm. Det är den vanligaste diametern även för övriga installationer, exempelvis el, telefon och TV. Då två stycken Cat 5e/Cat 6-kablar skall installeras till varje uttag behöver två 16 mm-rör installeras. Om enkelrör skall användas bör rördiametern vara 20 mm.

Vid montering av tomrör är det viktigt att rörböjar inte underskrider minsta böjradie för att möjliggöra ett eventuellt framtida byte av kabel.

5.2 VP-rör

VP-rör är styva rör som levereras i fasta längder. De kan med hjälp av skarvmuffar skarvas till önskade längder och former. VP-rören kan även skarvas med skarvbitar i färdiga vinklar, eller böjas med hjälp av ett fjäderliknande hjälpmedel. I det senare fallet kan montören själv bestämma böjradie och böjvinkel. VP-rör fästs med kabelklämmor. VP-rör har förhållandevis låg friktion när kabel skall dras igenom dem. Vid blåsning av kabel är friktionen av underordnad betydelse om det inte rör sig om längre sträckor.

5.3 Flex VP-rör

Flex VP-rör är böjbara i hela sin längd och levereras på rulle eller i box. Längden på röret kan vara 50, 100 meter eller längre beroende på förpackning och rörets diameter. Då Flex VP-rör skarvas används samma typ av skarvmuffar som till VP-rör.

Flex VP-rör finns även med fördragen dragtråd eller med fördragen datakabel av olika kategorier.

Flex VP-rör har förhållandevis hög friktion när kabel dras igenom den och behöver monteras med fler klämmor än styva VP-rör. Om Flex VP-rör är bristfälligt monterade kan de vid kabeldragning respektive urdragning av befintlig kabel röra sig i väggen/taket. I värsta fall kan röret lossna från dosan, eller att böjradier inte kan garanteras vara inom tillåtna gränser. Vid blåsning av kabel är friktionen av underordnad betydelse om det inte rör sig om längre sträckor.

6. Kabel

Kabel skall dras oskarvad mellan ändpunkterna, dvs mellan korskoppling och uttag. Vilken typ av kabel som är lämplig att använda beskrivs i första kapitlet i Appendix A: Olika hemmanätstekniker.

7. Övriga ingående passiva komponenter

Alla kablar från hemmanätets uttag samlas i en centralt placerad korskoppling.

7.1 Korskoppling

Korskopplingen består av två delar: En panel med kontaktdon från samtliga lägenhetsplacerade dubbeluttag, samt en panel som går till överordnat nät eller HemmaGateway, HG, se utredning Hemmanätsprojektet delrapport 4: Hemmagateway. Mellan dessa paneler används korskopplingskablar, patchkablar, för att få önskad funktion i valfritt uttag i lägenheten. Antalet korskopplingskablar bör vara lika med dubbla antalet uttag, eftersom varje uttag är dubblerat.

I denna kostnadsmodell ingår enbart korskopplingspanelen som är ansluten till de lägenhetsplacerade uttagen samt korskopplingskablar.

7.2 Uttag och kontaktdon

Enligt rekommendationer i standard skall varje uttag ha dubbla kontaktdon för bredband. Vilken typ av uttag som skall monteras väljs beroende på vilken typ av kabel som används: Cat5e, Cat6, skärmad eller oskärmad. Kostnaden per uttag är beroende av vilken fabrikat som väljs och beräknas på samma sätt som för eluttag och strömställare.

Kontaktdonen skall vara av typ RJ45, 8-poligt modularuttag och bör vara dammskyddade. Det innebär att kontaktdonen exempelvis bör ha en täcklucka, eller luta nedåt. Uttagen bör även vara så lite utskjutande som möjligt för att inte störa placering av möbler, eller vara möjliga att dra loss från väggen.

8. Projekteringshjälpmedel

Det är ingen större skillnad att dimensionera ett hemmanät för datatrafik i förhållande till andra nät i hemmet. Skillnaden ligger i att hemmanätet måste vara strikt stjärnformigt för att varje ansluten utrustning skall kunna anslutas med egen kabel till korskopplingen. El, tele samt TV-nät byggs normalt som stjärn- eller kaskadnät, eller som kombinationer av dessa. Kabelförläggning, kopplingschemor mm kan dessutom produceras i CAD-program som kan göra utskrift av ritningar i färg eller som svart/vitt.

9. Så här fungerar Excel-kalkylen

Excel-kalkyl B2 består av 6 ark varav 4 normalt är dolda (*Cat5e UTP*, *Cat5e FTP*, *Cat6 UTP*, *Cat6 FTP*). Resultatet av uträkningen visas längst ned på ark *Lägenhetsuppgifter*.

9.1 Fylla i kalkylen

Spara som en arbetskopior! Kalkylen kräver inmatning av uppgifter i arken *Lägenhetsuppgifter* och *Material_Arbete*. I ark *Lägenhetsuppgifter* fyller man i grundläggande uppgifter om lägenheten/radhuset/villan. En del uppgifter påverkar inte kalkylen men behövs för att relatera kalkylen till dess funktion. Dessa är:

- Lägenhetsnummer
- Typ av entreprenad
- Typ av bostad
- Storlek
- Hustyp
- Montering
- Antal lägenhetsplan

- Placering av KK – Hall, Tvättstuga, Trapphus, Teknikutrymme
- Övrigt

Fälten kan fyllas i med valfri text.

Fält som påverkar kalkylen är:

- Antal lägenheter
- Takhöjd
- Placering av KK – Höjd till tak från centrum KK
- Antal rum med 1 dubbeluttag
- Antal rum med 2 dubbeluttag
- Antal rum med 3 dubbeluttag
- Antal dubbeluttag övriga utrymmen

I ark *Material_Arbete* finns en del kommentarer som bör beaktas innan man fyller i Materiel med:

- á-priser på det material som ingår i kalkylen
- Eventuell Rabatt på material
- Leverantör (om det är av värde)

Samt mängder för:

- VP-rör
- Rörböjar
- Skarvmuffar
- Fördraget Flexrör 16 eller 20 mm
- Rotdosa för 16 mm eller 20 mm rör
- Eventuellt Patchpaneler 24 portar
- Utanpåliggande uttag (endast en uppgift behöver fyllas i)
- Mängd lister med tillbehör

I Entreprenadarbeten fyller man i uppgifter för:

- Montering av mikrorör
- Håltagning
- Arbetstid för montörer
- Projektering/Administration/Lappning mm.

Uppgifterna för Entreprenadarbeten samt uträkningarna från de dolda arken överförs till slutredovisningen på ark *Lägenhetsuppgifter*.

9.2. Exempel

Till utredningen finns tre förfyllda exempel av en lägenhet på 2 rum och kök:

- Nyproduktion med tomma rör samt kabel. Se bilagda kalkylark.
- Nyproduktion med fördragna rör. Se bilagda kalkylark.
- Renovering av lägenhet. Se bilagda kalkylark.

Samtliga priser är uppskattade värden.

10. Antal tillgängliga varianter

Antal tillgängliga varianter för val av hemmanät är många. Enbart de som har med fastigheten att göra är 36 stycken. (Nybyggnad eller renovering i prefabricerad betong, trä respektive blandat, lägenhet i flerfa-

miljshus eller villa/radhus, $2*2*3*3=36$). Till detta kommer ytterligare en variabel om 4 beroende på vilken typ av kabel som avses användas. Totalt blir det 144 varianter. Beroende på om man önskar mer detaljerad planering kan dessa utökas med exempelvis vilken typ av list som skall användas vid renovering eller rör vid nybyggnation, men det går även att reducera antalet genom att gruppera snarlika varianter.

11. Standarder

Listan nedan anger relevanta standarder som används i samband med installation av olika typer av kablar och utrustning för tele-, data och elnät i fastigheter och hus/lägenheter. Utgångna standarder ingår i listan då en del äldre installationer följer dessa standarder. Uppgifter i dessa kan vara av intresse vid renovering eller utökning av befintliga hemmanät.

Standard	Omfattning	Publicerad	Anmärkning
SS 63 63 49	Telekommunikationsutrustning – Fastighetsnät – Inkoppling av fastighetsnät till det allmänna telenätet	1989-09-13	Upphävd 2001-11
SS 63 63 50	Telekommunikationsutrustning – Fastighetsnät – Utförande av fysikaliska teleledning och telejackar i fastighetsnät	1989-09-13	Upphävd 2001-11
SS 424 14 38	Kabelförläggning i byggnader	1995-06-14	
SS 436 40 00	Elinstallationer i byggnader - Utförande av elinstallationer för lågspänning	2003-11-14	
SS 437 01 40	Anslutning av lågspänningsinstallationer till elnätet	2006-06-08	
SS 437 01 45	Elinstallationer i byggnader - Grundläggande dimensioneringsregler	2004-10-11	
SS 437 01 46	Elinstallationer i byggnader – Uttag och andra anslutningspunkter – Omfattning och placering	1999-06-02	
SS 437 01 51	Elinstallationer i byggnader - Införing av el- och telekablar i byggnader	1989-12-06	
SS 437 01 52	Elinstallationer i byggnader – utrymme för el och teleutrustningar i flerbostadshus	1990-01-31	
SS 455 12 00	Registreringssystem för interna tele- och datanät - Översikt av standarder samt definitioner	1992-03-11	Upphävd 2006-04-01
SS 455 12 01	Dokumentation av teletekniska anläggningar	2005-10-10	
SS 455 12 03	Registreringssystem för interna tele- och datanät - Anläggnings- och utrustningsnummer	1992-03-11	Upphävd 2006-04-01
SS 455 12 30	Registreringssystem för interna tele- och datanät - Förbindningstabell	1992-03-11	Upphävd 2006-04-01
SS 455 12 32	Registreringssystem för interna telenät - Ställförteckning	1990-01-31	Upphävd 1992-03-11
SS 455 12 33	Registreringssystem för interna tele- och datanät - Monteringsritning	1992-03-11	Upphävd 2006-04-01
SS 455 12 34	Registreringssystem för interna tele- och datanät - Panelkort	1992-03-11	Upphävd 2006-04-01
SS 455 12 35	Registreringssystem för interna tele- och datanät - Plintkort	1992-03-11	Upphävd 2006-04-01
SS 455 12 36	Registreringssystem för interna tele- och datanät - Förbindningsschema	1992-03-11	Upphävd 2006-04-01
SS 455 12 38	Registreringssystem för interna tele- och datanät - Apparatlista	1992-03-11	Upphävd 2006-04-01
SS EN 50173-1	Fastighetsnät för informationsöverföring - Generella kabelnät - Del 1: Allmänna fordringar	2007-12-03	
SS EN 50173-4	Fastighetsnät för informationsöverföring - Generella kabelnät – Del 4: Bostäder	2007-12-03	

SS EN 50174-1	Fastighetsnät för informationsöverföring - Installation av kablage - Del 1: Planering och kvalitetssäkring	2001-08-28	
SS EN 50174-2	Fastighetsnät för informationsöverföring - Installation av kablage - Del 2: Planering och genomförande av installation inomhus	2001-08-28	
SS EN 50174-3	Fastighetsnät för informationsöverföring - Installation av kablage - Del 3: Planering och genomförande av installation utomhus	2004-02-09	
SS EN 50346	Fastighetsnät för informationsöverföring - Generella kabelnät - Provning av installerade kabelnät	2003-04-07	
AMI	Publikation från Svensk Energi. AMI är ett webb-baserat arbetsredskap och handbok för den personal på elnätsföretagen som arbetar med kundnära arbetsuppgifter inom områdena Anslutning, Mätning och Installation.		
EIA/TIA 568B	Anslutning av RJ45-uttag		
EIA/TIA 570B	Residential Telecommunication Infrastructure Standard	2004-04-29	

12. Övrig litteratur

- Hemmanätsprojektet, SABO och Acreo AB. www.acreo.se/hemmanat
- Telias telenät i Sverige, Anslutning till Telias telenät, 8230-A401. Telia AB. Utgåva 2008-09-03.
- Koppla greppet om utvecklingen. Läs om hur du får digital-TV, bredband och telefoni med Telia Fastighetsanslutning, LZTA 805 2908. Telia AB. Utgåva 2007-03.
- Bygga bostadsnät. Telias rekommendationer för att bygga bostadsnät för telekommunikation, T 10 984-06, Telia AB. Utgåva 2008-09-03.
- Telia Bredband FiberLan. Kravspecifikation på fastighetsnät i flerbostadshus och områdesnät, LZTA 804 3483 R9, Telia AB. Utgåva 2008-01-23.
- Tillägsvillkor för nätanslutning, Telia AB. Utgåva 2006-04-04.
- Anvisning Lokala nät, Fastighetsnät, ingår i M7702-000181 CD POINT. Försvarets Materielverk. Utgåva 2007-06-30.
- LUU:s generella data- och telenätsstandard. Sveriges lantbruksuniversitet, IT-avdelningen. Utgåva 2006-12-07.
- Rikstelefon och datanät, Tekniska anvisningar. Göteborg Stad Lokalförsörjningsförvaltningen. Utgåva 2008-04-18.
- Teknik för framtiden. TV, Bredband och Telefoni. Kraftfull infrastruktur ända fram till abonnenttuttaget. Comhem. Utgåva 07-10-11.
- Broschyrer och anvisningar från leverantörer.

Teknoekonomisk analys av hemmanät

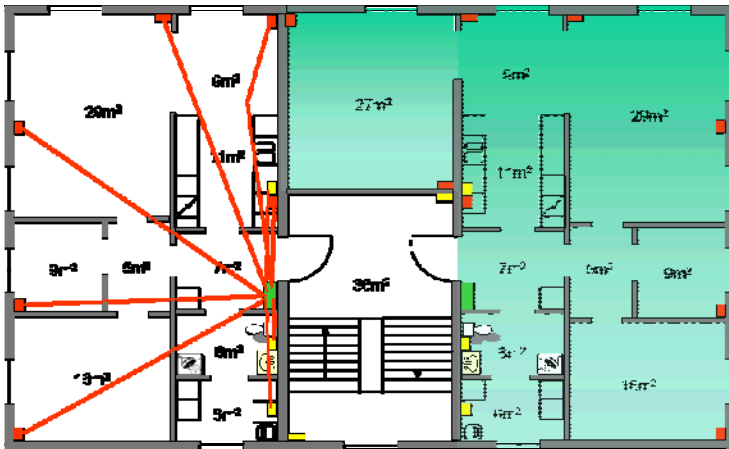
EXEMPEL

Detta appendix innehåller en teknoekonomisk kostnadsmodell av hur ett lägenhetsnät för bredband kan beräknas vid nyproduktion eller renovering av befintliga byggnader. Kostnadsmodellen omfattar material och installationskostnaden för att en lägenhet i flerfamiljsfastighet eller villa/radhus skall ha god tillgång till bredbandsinfrastruktur enligt rekommendationerna i hemmanätsutredningen.

Appendix B1 ger en beskrivning av bakgrunden för kostnadsmodellen samt innehåller en instruktion i hur modellen används.

Lägenhetsuppgifter		Kalkyl Hemmanät	
Antal lägenheter	2	stycken	
Lägenhetsnummer			
Typ av entreprenad			
	Nybyggnation	X	
	Renovering		
Typ av bostad			
	Flerfamiljshus	X	
	Villa/Radhus		
Storlek	98,00	kvadratmeter	
Hustyp			
	Betong och/eller annat stenmaterial		
	Trä		
	Blandat	X	
Montering			
	Prefabricerat		
	Delvis prefabricerat	X	
	Byggt på plats		
Antal lägenhetsplan	1	stycken	
Takhöjd	2,50	meter	
Placering av KK			
	Hall	X	
	Tvättstuga		
	Trapphus (lägenhet med mer än ett plan)		
	Teknikutrymme		
	Höjd till tak från centrum KK	0,50	meter
Antal rum med 1 dubbeluttag	3	stycken	
Antal rum med 2 dubbeluttag	1	stycken	
Antal rum med 3 dubbeluttag	0	stycken	
Antal dubbeluttag övriga utrymmen			
	Kök	2	stycken
	Toalett(er)	1	stycken
	Tvättstuga	1	stycken
	Klädkammare	0	stycken
	Förråd	0	stycken
	Hall	0	stycken
	Utsida hus	0	stycken
	Summa uttag	9	stycken
Övrigt			

Jämförelse	Material med rabatt	Material utan rabatt	Arbete	Per lägenhet	Totalt
Kostnad Cat5e UTP	6 631,39 kr	7 801,64 kr	11 562,00 kr	18 193,39 kr	36 386,78 kr
Kostnad Cat5e FTP	6 988,92 kr	8 222,26 kr	11 562,00 kr	18 550,92 kr	37 101,85 kr
Kostnad Cat6 UTP	6 864,01 kr	8 075,30 kr	11 562,00 kr	18 426,01 kr	36 852,01 kr
Kostnad Cat6 FTP	7 352,77 kr	8 650,32 kr	11 562,00 kr	18 914,77 kr	37 829,54 kr



EXEMPEL

Materiel

	Inomhus flamskyddat	Mängd	Enhet	å-pris	Leverantör
Rörlängd enligt 2-dimensionell ritning. Tillägg för takhöjd m.m adderas i kalkylen.	VP-rör 16 mm	110	meter	11,80 kr	Ahlsell
	VP-rör 20 mm	0	meter	18,00 kr	Ahlsell
	Flex VP-rör 16 mm	10	meter	19,70 kr	Ahlsell
	Flex VP-rör 20 mm	0	meter	23,60 kr	Ahlsell
	Flex VP-rör 16 mm med dragtråd	0	meter	10,80 kr	Ahlsell
	Flex VP-rör 20 mm med dragtråd	0	meter	14,50 kr	Ahlsell
	Rörbøj VPS-P 90 grader 16 mm	0	stycken	12,10 kr	Ahlsell
	Rörbøj VPS-P 90 grader 20 mm	0	stycken	16,10 kr	Ahlsell
	Skarvmuff EPRL16	0	stycken	3,59 kr	Ahlsell
	Skarvmuff EPRL20	0	stycken	3,90 kr	Ahlsell
	Rörlängd enligt 2-dimensionell ritning. Tillägg för takhöjd m.m adderas i kalkylen.	Fördraget Flexrör 16 Cat5e UTP	0	meter	32,10 kr
Fördraget Flexrör 16 Cat5e FTP		0	meter	39,60 kr	Ahlsell
Fördraget Flexrör 16 mm Cat6 UTP		0	meter	43,50 kr	Ahlsell
Fördraget Flexrör 16 mm Cat6 FTP		0	meter	75,40 kr	Ahlsell
Fördraget Flexrör 20 mm 2*Cat5e UTP		0	meter	56,40 kr	Ahlsell
Fördraget Flexrör 20 mm 2*Cat5e FTP		0	meter	56,40 kr	Uppskattat
Fördraget Flexrör 20 mm 2*Cat6 UTP		0	meter	77,60 kr	Ahlsell
Fördraget Flexrör 20 mm 2*Cat6 FTP		0	meter	77,60 kr	Uppskattat
Kabelklammer 16 mm rör ask om 100 st (3st/m)		4	stycken	341,00 kr	Ahlsell 1500326
Kabelklammer 20 mm rör ask om 50 st (3st/m)		0	stycken	249,00 kr	Ahlsell 1500381
Vid renovering: Fyll i antal m kabel i rad 32 tom 35. Antalet meter kabel = Antal meter rör+takhöjd- avstånd golv till vägguttag 0,4 m+avstånd tak till KK+skarvmån 2 ggr 0,5 m.		Apparatdosa 16 mm rör	8	stycken	11,10 kr
	Apparatdosa 20 mm rör	0	stycken	80,50 kr	Ahlsell 1421305
	Rotdosa 16 mm rör	1	stycken	35,00 kr	Clas Ohlsson 36-2844
	Rotdosa 20 mm rör	0	stycken	35,00 kr	Clas Ohlsson 36-2844
8 eller färre uttag ger alltid 1 st 16 portars panel.	Patchpanel 16 portar Cat5e UTP	0	stycken	222,00 kr	Kjell & Company 38-630
	Patchpanel 16 portar Cat6 UTP	0	stycken	279,20 kr	Kjell & Company 38-697
	Patchpanel 16 portar Cat6 FTP	0	stycken	293,00 kr	Uppskattat
	Patchpanel 16 portar Cat6 FTP	0	stycken	310,00 kr	Uppskattat
Om fler än 12 uttag fyll i antal 24-portars paneler..	Patchpanel 24 portar Cat5e UTP	1	stycken	260,00 kr	Kjell & Company 38-631
	Patchpanel 24 portar Cat5e FTP	1	stycken	278,00 kr	Uppskattat
	Patchpanel 24 portar Cat6 UTP	1	stycken	289,00 kr	Uppskattat
	Patchpanel 24 portar Cat6 FTP	1	stycken	362,00 kr	Uppskattat
	Patchkabel 0,5 m UTP	18	stycken	35,00 kr	Kjell & Company 38-801
Patchkabel 0,5 m FTP	18	stycken	49,00 kr	Kjell & Company 38-887	
Fyll i antal utanpåliggande uttag på rad 49.	Uttag Cat5e UTP 2xRJ45 infällt ELJO	8	stycken	198,00 kr	ELFA 36-110-50
	Uttag Cat5e UTP 2xRJ45 utanpåliggande	1	stycken	62,70 kr	ELFA 42-681-32
	Uttag Cat5e FTP 2xRJ45 infällt ELJO	8	stycken	230,00 kr	ELFA 36-110-76
	Uttag Cat5e FTP 2xRJ45 utanpåliggande	0	stycken	66,20 kr	ELFA 42-681-40
	Uttag Cat6 UTP 2xRJ45 infällt	8	stycken	223,00 kr	Uppskattat
	Uttag Cat6 UTP 2xRJ45 utanpåliggande	1	stycken	243,00 kr	Uppskattat
	Uttag Cat6 FTP 2xRJ45 infällt	8	stycken	233,00 kr	Uppskattat
Uttag Cat6 FTP 2xRJ45 utanpåliggande	1	stycken	253,00 kr	Uppskattat	
Thorsmanlist har inget automatiskt tillägg för takhöjd. Denna adderas manuellt, beroende på vilken estetisk lösning som valts vid renoveringen.	Thorsmanlist med lock TMK-1020 10x20 mm vit	0	meter	5,05 kr	Ahlsell
	Innerhörn TMK-IH1020	0	stycken	3,54 kr	Ahlsell
	Ytterhörn TMK-YH1020	0	stycken	3,69 kr	Ahlsell
	L-stycke 90 grader TMK-LS1020	0	stycken	3,31 kr	Ahlsell
	Ändstopp TMK-ES1020	0	stycken	1,59 kr	Ahlsell
	Thorsmanlist med lock TMK-1720 17x20 mm vit	0	meter	8,82 kr	Ahlsell
	Innerhörn TMK-IH1720	0	stycken	4,00 kr	Ahlsell
	Ytterhörn TMK-YH1720	0	stycken	4,41 kr	Ahlsell
	L-stycke 90 grader TMK-LS1720	0	stycken	3,88 kr	Ahlsell
	Ändstopp TMK-ES1720	0	stycken	1,70 kr	Ahlsell
	Dosa för avgrening TMK-AD70	0	stycken	6,27 kr	Ahlsell
	Rabatt	15	%		

Entreprenadarbeten

	Åtgärd	Mängd	Enhet	å-pris	
Kanalisation					
	Installation av VP/Flex-rör	120	meter	40,00 kr	SABO
	Montering av mikrorör på vägg eller tak	0	meter	40,00 kr	Uppskattat
	Montering av Thorsmanlist	0	meter	25,00 kr	SABO
Installation					
	Dragning av Cat-kabel i rör	120	meter	15,00 kr	Uppskattat
	Dämpningsmätning/uttag	18	stycken	50,00 kr	Uppskattat
Terminering					
	Montering av Cat-uttag	9	stycken	6,00 kr	Uppskattat
	Montering av Cat-anlutning i KK	18	stycken	6,00 kr	Uppskattat
Övrigt					
	Håltagningar	0	stycken	700,00 kr	SABO
	Arbetstid	6	timmar	500,00 kr	Uppskattat
	Projektering/Administration/Lappning mm	2	timmar	450,00 kr	SABO
Material_Arbete	Summa Entreprenad	11562			

Materiel

	Inomhus flamskyddat	Mängd	Enhet	å-pris	Leverantör	
Rörlängd enligt 2-dimensionell ritning. Tillägg för takhöjd m.m adderas i kalkylen.	VP-rör 16 mm	0	meter	11,80 kr	Ahlsell	
	VP-rör 20 mm	0	meter	18,00 kr	Ahlsell	
	Flex VP-rör 16 mm	0	meter	19,70 kr	Ahlsell	
	Flex VP-rör 20 mm	0	meter	23,60 kr	Ahlsell	
	Flex VP-rör 16 mm med dragtråd	0	meter	10,80 kr	Ahlsell	
	Flex VP-rör 20 mm med dragtråd	0	meter	14,50 kr	Ahlsell	
	Rörbøj VPS-P 90 grader 16 mm	0	stycken	12,10 kr	Ahlsell	
	Rörbøj VPS-P 90 grader 20 mm	0	stycken	16,10 kr	Ahlsell	
	Skarvmuff EPRL16	0	stycken	3,59 kr	Ahlsell	
	Skarvmuff EPRL20	0	stycken	3,90 kr	Ahlsell	
	Rörlängd enligt 2-dimensionell ritning. Tillägg för takhöjd m.m adderas i kalkylen.	Fördraget Flexrör 16 Cat5e UTP	0	meter	32,10 kr	Ahlsell
		Fördraget Flexrör 16 Cat5e FTP	0	meter	39,60 kr	Ahlsell
Fördraget Flexrör 16 mm Cat6 UTP		0	meter	43,50 kr	Ahlsell	
Fördraget Flexrör 16 mm Cat6 FTP		0	meter	75,40 kr	Ahlsell	
Fördraget Flexrör 20 mm 2*Cat5e UTP		57,5	meter	56,40 kr	Ahlsell	
Fördraget Flexrör 20 mm 2*Cat5e FTP		57,5	meter	56,40 kr	Uppskattat	
Fördraget Flexrör 20 mm 2*Cat6 UTP		57,5	meter	77,60 kr	Ahlsell	
Fördraget Flexrör 20 mm 2*Cat6 FTP		57,5	meter	77,60 kr	Uppskattat	
Kabelklammer 16 mm rör ask om 100 st (3st/m)		0	stycken	341,00 kr	Ahlsell 1500326	
Kabelklammer 20 mm rör ask om 50 st (3st/m)		4	stycken	249,00 kr	Ahlsell 1500381	
Apparatdosa 16 mm rör		8	stycken	11,10 kr	ELFA 36-007-49	
Apparatdosa 20 mm rör		0	stycken	80,50 kr	Ahlsell 1421305	
Rotdosa 16 mm rör	1	stycken	35,00 kr	Clas Ohlsson 36-2844		
Rotdosa 20 mm rör	0	stycken	35,00 kr	Clas Ohlsson 36-2844		
Vid renovering: Fyll i antal m kabel i rad 32 tom 35. Antalet meter kabel = Antal meter rör+takhöjd- avstånd golv till vägguttag 0,4 m+avstånd tak till KK+skarvmån 2 ggr 0,5 m.	Kabel Cat5e UTP	0	meter	4,94 kr	Ahlsell	
	Kabel Cat5e FTP	0	meter	4,66 kr	Ahlsell	
	Kabel Cat6 UTP	0	meter	5,05 kr	Ahlsell	
	Kabel Cat6 FTP	0	meter	5,10 kr	Ahlsell	
8 eller färre uttag ger alltid 1 st 16 portars panel.	Patchpanel 16 portar Cat5e UTP	0	stycken	222,00 kr	Kjell & Company 38-630	
	Patchpanel 16 portar Cat6 UTP	0	stycken	279,20 kr	Kjell & Company 38-697	
	Patchpanel 16 portar Cat6 FTP	0	stycken	293,00 kr	Uppskattat	
	Patchpanel 16 portar Cat6 FTP	0	stycken	310,00 kr	Uppskattat	
Om fler än 12 uttag fyll i antal 24-portars paneler..	Patchpanel 24 portar Cat5e UTP	1	stycken	260,00 kr	Kjell & Company 38-631	
	Patchpanel 24 portar Cat5e FTP	1	stycken	278,00 kr	Uppskattat	
	Patchpanel 24 portar Cat6 UTP	1	stycken	289,00 kr	Uppskattat	
	Patchpanel 24 portar Cat6 FTP	1	stycken	362,00 kr	Uppskattat	
	Patchkabel 0,5 m UTP	18	stycken	35,00 kr	Kjell & Company 38-801	
	Patchkabel 0,5 m FTP	18	stycken	49,00 kr	Kjell & Company 38-887	
Fyll i antal utanpåliggande uttag på rad 49.	Uttag Cat5e UTP 2xRJ45 infällt ELJO	8	stycken	198,00 kr	ELFA 36-110-50	
	Uttag Cat5e UTP 2xRJ45 utanpåliggande	1	stycken	62,70 kr	ELFA 42-681-32	
	Uttag Cat5e FTP 2xRJ45 infällt ELJO	8	stycken	230,00 kr	ELFA 36-110-76	
	Uttag Cat5e FTP 2xRJ45 utanpåliggande	1	stycken	66,20 kr	ELFA 42-681-40	
	Uttag Cat6 UTP 2xRJ45 infällt	8	stycken	223,00 kr	Uppskattat	
	Uttag Cat6 UTP 2xRJ45 utanpåliggande	1	stycken	243,00 kr	Uppskattat	
	Uttag Cat6 FTP 2xRJ45 infällt	8	stycken	233,00 kr	Uppskattat	
	Uttag Cat6 FTP 2xRJ45 utanpåliggande	1	stycken	253,00 kr	Uppskattat	
Thorsmanlist har inget automatiskt tillägg för takhöjd. Denna adderas manuellt, beroende på vilken estetisk lösning som valts vid renoveringen.	Thorsmanlist med lock TMK-1020 10x20 mm vit	0	meter	5,05 kr	Ahlsell	
	Innerhorn TMK-IH1020	0	stycken	3,54 kr	Ahlsell	
	Ytterhorn TMK-YH1020	0	stycken	3,69 kr	Ahlsell	
	L-stycke 90 grader TMK-LS1020	0	stycken	3,31 kr	Ahlsell	
	Ändstopp TMK-ES1020	0	stycken	1,59 kr	Ahlsell	
	Thorsmanlist med lock TMK-1720 17x20 mm vit	0	meter	8,82 kr	Ahlsell	
	Innerhorn TMK-IH1720	0	stycken	4,00 kr	Ahlsell	
	Ytterhorn TMK-YH1720	0	stycken	4,41 kr	Ahlsell	
	L-stycke 90 grader TMK-LS1720	0	stycken	3,88 kr	Ahlsell	
	Ändstopp TMK-ES1720	0	stycken	1,70 kr	Ahlsell	
	Dosa för avgrening TMK-AD70	0	stycken	6,27 kr	Ahlsell	
	Rabatt	15	%			

Entreprenadarbeten

	Åtgärd	Mängd	Enhet	å-pris	
Kanalisation					
	Installation av VP/Flex-rör	57,5	meter	40,00 kr	SABO
	Montering av mikrorör på vägg eller tak	0	meter	40,00 kr	Uppskattat
	Montering av Thorsmanlist	0	meter	25,00 kr	SABO
Installation					
	Dragning av Cat-kabel i rör	0	meter	15,00 kr	Uppskattat
	Dämpningsmätning/uttag	18	stycken	50,00 kr	Uppskattat
Terminering					
	Montering av Cat-uttag	9	stycken	6,00 kr	Uppskattat
	Montering av Cat-anslutning i KK	18	stycken	6,00 kr	Uppskattat
Övrigt					
	Håltagningar	0	stycken	700,00 kr	SABO
	Arbetstid	6	timmar	500,00 kr	Uppskattat
	Projektering/Administration/Lappning mm	2	timmar	450,00 kr	SABO
Material_Arbete	Summa Entreprenad	7262			

Teknoekonomisk analys av hemmanät

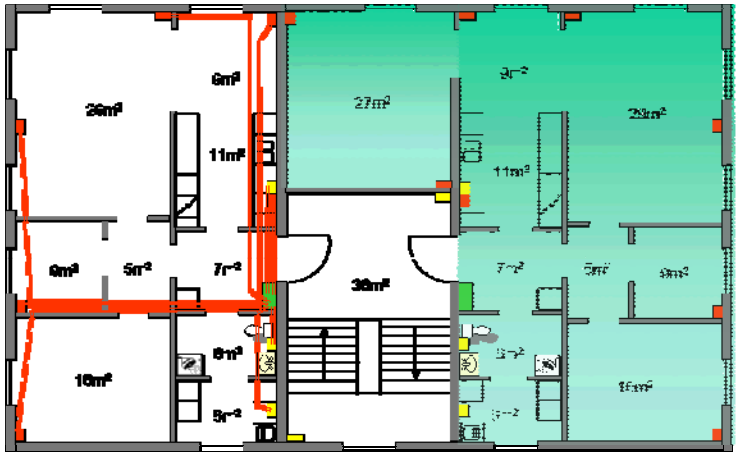
EXEMPEL

Detta appendix innehåller en teknoekonomisk kostnadsmodell av hur ett lägenhetsnät för bredband kan beräknas vid nyproduktion eller renovering av befintliga byggnader. Kostnadsmodellen omfattar material och installationskostnaden för att en lägenhet i flerfamiljsfastighet eller villa/radhus skall ha god tillgång till bredbandsinfrastruktur enligt rekommendationerna i hemmanätsutredningen.

Appendix B1 ger en beskrivning av bakgrunden för kostnadsmodellen samt innehåller en instruktion i hur modellen används.

Lägenhetsuppgifter		Kalkyl Hemmanät	
Antal lägenheter	2	stycken	
Lägenhetsnummer			
Typ av entreprenad	Nybyggnation Renovering	X	
Typ av bostad	Flerfamiljshus Villa/Radhus	X	
Storlek	98.00	kvadratmeter	
Hustyp	Betong och/eller annat stenmaterial Trä Blandat	X	
Montering	Prefabricerat Delvis prefabricerat Byggt på plats	X	
Antal lägenhetsplan	1	stycken	
Takhöjd	2.50	meter	
Placering av KK	Hall Tvättstuga Trapphus (lägenhet med mer än ett plan) Teknikutrymme Höjd till tak från centrum KK	X 0.50	meter
Antal rum med 1 dubbeluttag	3	stycken	
Antal rum med 2 dubbeluttag	1	stycken	
Antal rum med 3 dubbeluttag	0	stycken	
Antal dubbeluttag övriga utrymmen	Kök Toalett(er) Tvättstuga Klädkammare Förråd Hall Utsida hus	2 1 1 0 0 0 0	stycken
Summa uttag		9	stycken
Övrigt			

Jämförelse	Material med rabatt	Material utan rabatt	Arbete	Per lägenhet	Totalt
Kostnad Cat5e UTP	4 570,10 kr	5 376,59 kr	11 399,50 kr	15 969,60 kr	31 939,20 kr
Kostnad Cat5e FTP	5 003,94 kr	5 886,99 kr	11 399,50 kr	16 403,44 kr	32 806,88 kr
Kostnad Cat6 UTP	4 657,40 kr	5 479,29 kr	11 399,50 kr	16 056,90 kr	32 113,79 kr
Kostnad Cat6 FTP	5 161,87 kr	6 072,79 kr	11 399,50 kr	16 561,37 kr	33 122,74 kr



EXEMPEL

Materiel

	Inomhus flamskyddat	Mängd	Enhet	å-pris	Leverantör
Rörlängd enligt 2-dimensionell ritning. Tillägg för takhöjd m.m adderas i kalkylen.	VP-rör 16 mm	0	meter	11,80 kr	Ahlsell
	VP-rör 20 mm	0	meter	18,00 kr	Ahlsell
	Flex VP-rör 16 mm	0	meter	19,70 kr	Ahlsell
	Flex VP-rör 20 mm	0	meter	23,60 kr	Ahlsell
	Flex VP-rör 16 mm med dragtråd	0	meter	10,80 kr	Ahlsell
	Flex VP-rör 20 mm med dragtråd	0	meter	14,50 kr	Ahlsell
	Rörböj VPS-P 90 grader 16 mm	0	stycken	12,10 kr	Ahlsell
	Rörböj VPS-P 90 grader 20 mm	0	stycken	16,10 kr	Ahlsell
	Skarvmuff EPRL16	0	stycken	3,59 kr	Ahlsell
	Skarvmuff EPRL20	0	stycken	3,90 kr	Ahlsell
Rörlängd enligt 2-dimensionell ritning. Tillägg för takhöjd m.m adderas i kalkylen.	Fördraget Flexrör 16 Cat5e UTP	0	meter	32,10 kr	Ahlsell
	Fördraget Flexrör 16 Cat5e FTP	0	meter	39,60 kr	Ahlsell
	Fördraget Flexrör 16 mm Cat6 UTP	0	meter	43,50 kr	Ahlsell
	Fördraget Flexrör 16 mm Cat6 FTP	0	meter	75,40 kr	Ahlsell
	Fördraget Flexrör 20 mm 2*Cat5e UTP	0	meter	56,40 kr	Ahlsell
	Fördraget Flexrör 20 mm 2*Cat5e FTP	0	meter	56,40 kr	Uppskattat
	Fördraget Flexrör 20 mm 2*Cat6 UTP	0	meter	77,60 kr	Ahlsell
	Fördraget Flexrör 20 mm 2*Cat6 FTP	0	meter	77,60 kr	Uppskattat
	Kabelklammer 16 mm rör ask om 100 st (3st/m)	0	stycken	341,00 kr	Ahlsell 1500326
	Kabelklammer 20 mm rör ask om 50 st (3st/m)	0	stycken	249,00 kr	Ahlsell 1500381
Apparatdosa 16 mm rör	Apparatdosa 16 mm rör	8	stycken	11,10 kr	ELFA 36-007-49
	Apparatdosa 20 mm rör	0	stycken	80,50 kr	Ahlsell 1421305
	Rotdosa 16 mm rör	1	stycken	35,00 kr	Cias Ohlsson 36-2844
	Rotdosa 20 mm rör	0	stycken	35,00 kr	Cias Ohlsson 36-2844
Vid renovering: Fyll i antal m kabel i rad 32 tom 35. Antalet meter kabel = Antal meter rör+takhöjd- avstånd golv till vägguttag 0,4 m+avstånd tak till KK+skarvmån 2 ggr 0,5 m.	Kabel Cat5e UTP	170	meter	4,94 kr	Ahlsell
	Kabel Cat5e FTP	170	meter	4,66 kr	Ahlsell
	Kabel Cat6 UTP	170	meter	5,05 kr	Ahlsell
	Kabel Cat6 FTP	170	meter	5,10 kr	Ahlsell
8 eller färre uttag ger alltid 1 st 16 portars panel.	Patchpanel 16 portar Cat5e UTP	0	stycken	222,00 kr	Kjell & Company 38-630
	Patchpanel 16 portar Cat6 UTP	0	stycken	279,20 kr	Kjell & Company 38-697
	Patchpanel 16 portar Cat6 UTP	0	stycken	293,00 kr	Uppskattat
	Patchpanel 16 portar Cat6 FTP	0	stycken	310,00 kr	Uppskattat
	Patchpanel 24 portar Cat5e UTP	1	stycken	260,00 kr	Kjell & Company 38-631
	Patchpanel 24 portar Cat5e FTP	1	stycken	278,00 kr	Uppskattat
	Patchpanel 24 portar Cat6 UTP	1	stycken	289,00 kr	Uppskattat
	Patchpanel 24 portar Cat6 FTP	1	stycken	362,00 kr	Uppskattat
Om fler än 12 uttag fyll i antal 24-portars paneler..	Patchkabel 0,5 m UTP	18	stycken	35,00 kr	Kjell & Company 38-801
	Patchkabel 0,5 m FTP	18	stycken	49,00 kr	Kjell & Company 38-887
	Uttag Cat5e UTP 2xRJ45 infällt ELJO	9	stycken	198,00 kr	ELFA 36-110-50
	Uttag Cat5e UTP 2xRJ45 utanpåliggande	0	stycken	62,70 kr	ELFA 42-681-32
	Uttag Cat5e FTP 2xRJ45 infällt ELJO	9	stycken	230,00 kr	ELFA 36-110-76
	Uttag Cat5e FTP 2xRJ45 utanpåliggande	0	stycken	66,20 kr	ELFA 42-681-40
	Uttag Cat6 UTP 2xRJ45 infällt	9	stycken	223,00 kr	Uppskattat
	Uttag Cat6 UTP 2xRJ45 utanpåliggande	0	stycken	243,00 kr	Uppskattat
Uttag Cat6 FTP 2xRJ45 infällt	9	stycken	233,00 kr	Uppskattat	
Uttag Cat6 FTP 2xRJ45 utanpåliggande	0	stycken	253,00 kr	Uppskattat	
Thorsmanlist har inget automatiskt tillägg för takhöjd. Denna adderas manuellt, beroende på vilken estetisk lösning som valts vid renoveringen.	Thorsmanlist med lock TMK-1020 10x20 mm vit	79	meter	5,05 kr	Ahlsell
	Innerhorn TMK-IH1020	0	stycken	3,54 kr	Ahlsell
	Ytterhorn TMK-YH1020	0	stycken	3,69 kr	Ahlsell
	L-stycke 90 grader TMK-LS1020	2	stycken	3,31 kr	Ahlsell
	Ändstopp TMK-ES1020	0	stycken	1,59 kr	Ahlsell
	Thorsmanlist med lock TMK-1720 17x20 mm vit	10,5	meter	8,82 kr	Ahlsell
	Innerhorn TMK-IH1720	0	stycken	4,00 kr	Ahlsell
	Ytterhorn TMK-YH1720	0	stycken	4,41 kr	Ahlsell
	L-stycke 90 grader TMK-LS1720	0	stycken	3,88 kr	Ahlsell
	Ändstopp TMK-ES1720	0	stycken	1,70 kr	Ahlsell
Dosa för avgrening TMK-AD70	3	stycken	6,27 kr	Ahlsell	
Rabatt	15	%			

Entreprenadarbeten

	Åtgärd	Mängd	Enhet	å-pris	
Kanalisation					
	Installation av VP/Flex-rör	0	meter	40,00 kr	SABO
	Montering av mikrorör på vägg eller tak	0	meter	40,00 kr	Uppskattat
	Montering av Thorsmanlist	89,5	meter	25,00 kr	SABO
Installation					
	Dragning av Cat-kabel i rör	0	meter	15,00 kr	Uppskattat
	Dämpningsmätning/uttag	18	stycken	50,00 kr	Uppskattat
Terminering					
	Montering av Cat-uttag	9	stycken	6,00 kr	Uppskattat
	Montering av Cat-anslutning i KK	18	stycken	6,00 kr	Uppskattat
Övrigt					
	Håltagningar	6	stycken	700,00 kr	SABO
	Arbetsid	6	timmmar	500,00 kr	Uppskattat
	Projektering/Administration/Lappning mm	2	timmmar	450,00 kr	SABO
Material_Arbete	Summa Entreprenad	11399,5			