

# **Generell vägledning till framtidssäker IT-infrastruktur**

**Rapport 25/2000**

IT-kommissionen

***Adress:*** Observatoriet för IT-infrastruktur, IT-kommissionen, 103 33 Stockholm

***Besöksadress:*** Hantverkargatan 25, uppgång B, plan 4

***Telefon:*** 08-405 47 01 ***Fax:*** 08-650 65 16

***E-post:*** [jan.berner@itkommissionen.se](mailto:jan.berner@itkommissionen.se)

***Webbplats:*** <http://www.itkommissionen.se>

***ISSN:*** 1404-8744

## Innehållsförteckning

<b>Förord</b>	<b>7</b>
<b>1 Inledning</b>	<b>9</b>
<b>2 Syfte, målgrupp och avgränsningar</b>	<b>11</b>
<b>3 Dokumentets struktur</b>	<b>13</b>
<b>4 Sammanfattning</b>	<b>14</b>
<b>5 Definitioner</b>	<b>15</b>
<b>5.1 Allmänt</b>	<b>15</b>
<b>5.2 Befintlig struktur</b>	<b>16</b>
5.2.1 Nationella stamnät	16
5.2.2 Nationella knutpunkter	16
<b>5.3 Ny struktur</b>	<b>17</b>
5.3.1 Stamnät	17
5.3.2 Huvudnod	17
5.3.3 Fördelningsnät	18
5.3.4 Fördelningsnod	18
5.3.5 Anslutningsnät	18
5.3.6 Anslutningsnod	18
5.3.7 Fastighetsnät	19
<b>6 Visioner och krav på IT-infrastruktur</b>	<b>20</b>
<b>6.1 Nationell vision</b>	<b>20</b>
<b>6.2 Nationella krav</b>	<b>20</b>
6.2.1 Nättopologi	20
6.2.2 Samordning	21
6.2.3 Enhetliga produkter	21
<b>6.3 Lokala krav</b>	<b>22</b>
6.3.1 Nättopologi	22
6.3.2 Sammanfattning av krav på teknisk lösning	24
6.3.3 Samordning	24
<b>7 Programhandling för IT-infrastruktur</b>	<b>26</b>
<b>7.1 Allmänt</b>	<b>26</b>
<b>7.2 Förstudie</b>	<b>26</b>
<b>7.3 Vision och syfte</b>	<b>27</b>
<b>7.4 Checklista för programhandling</b>	<b>27</b>
7.4.1 Information	27
7.4.2 Marknad	27
7.4.3 Strategier	28
7.4.4 Målsättningar	29
7.4.5 Organisation	30

7.4.6	Ekonomi och förutsättningar	30
7.4.7	Utbyggnadsplan	30
<b>8</b>	<b>Systemhandling för IT-infrastruktur</b>	<b>39</b>
<b>8.1</b>	<b>Syfte</b>	<b>39</b>
<b>8.2</b>	<b>Kanalisation</b>	<b>39</b>
8.2.1	Allmänt	39
8.2.2	Kanalisation för stamnät	40
8.2.3	Kanalisation för fördelningsnät	40
8.2.4	Kanalisation för anslutningsnät	40
8.2.5	Kanalisation för enskilda fastigheter	41
<b>8.3</b>	<b>Optokabel</b>	<b>42</b>
8.3.1	Allmänt	42
8.3.2	Optokabel i stamnät	42
8.3.3	Optokabel i fördelningsnät	42
8.3.4	Optokabel i anslutningsnät	43
<b>8.4</b>	<b>Nodrum</b>	<b>43</b>
8.4.1	Allmänt	43
8.4.2	Huvudnod	44
8.4.3	Fördelningsnod	45
8.4.4	Anslutningsnod	45
<b>8.5</b>	<b>Säkerhet</b>	<b>45</b>
8.5.1	Allmänt	45
8.5.2	Enhetlig struktur	46
8.5.3	Skydd mot skadegörelse, inbrott och brand	46
8.5.4	Redundans	46
8.5.5	Tillgänglighet	47
<b>8.6</b>	<b>Mätning och provning</b>	<b>47</b>
<b>8.7</b>	<b>Kontroll och besiktning</b>	<b>47</b>
<b>8.8</b>	<b>Märkning</b>	<b>48</b>
<b>8.9</b>	<b>Dokumentation</b>	<b>48</b>
<b>9</b>	<b>Projektering</b>	<b>50</b>
<b>9.1</b>	<b>Allmänt</b>	<b>50</b>
<b>9.2</b>	<b>Kompetens</b>	<b>50</b>
<b>9.3</b>	<b>Handlingar</b>	<b>50</b>
<b>9.4</b>	<b>Materiel och installationsmetoder</b>	<b>50</b>
9.4.1	Allmänt	50
9.4.2	Kanalisation	51
9.4.3	Tekniska krav på kanalisation	51
9.4.4	Optokabel	52
9.4.5	Förläggningsteknik	52

<b>9.5</b>	<b>Projektering av stamnät</b>	<b>53</b>
<b>9.6</b>	<b>Projektering av fördelningsnät</b>	<b>53</b>
<b>9.7</b>	<b>Projektering av anslutningsnät</b>	<b>55</b>
9.7.1	Företagsområden	56
9.7.2	Flerbostadsfastigheter	57
9.7.3	Villaområden	58
9.7.4	Gles bebyggelse	59
	<b><i>Utvecklingsgången för IT-infrastrukturen</i></b>	<b>60</b>
	<b><i>Ordförklaring</i></b>	<b>61</b>
	<b><i>Referenser</i></b>	<b>63</b>



## Förord

IT-kommissionen presenterade 1999 en vision om en framtidssäker IT-infrastruktur för Sverige. Visionen omfattar två delar. Den första delen är ett finmaskigt fiberoptiskt nät som når alla invånare i Sverige senast 2005. Det fiberoptiska nätet skall finnas tillgängligt inom 100 meter från alla byggnader. Den andra delen av visionen är att operatörer i konkurrens ska leverera en grundtjänst för fast anslutning till Internet. Kostnaden för en användare att utnyttja grundtjänsten skall inte vara högre än vad ett busskort kostar. Grundtjänsten skall ha en kapacitet på minst 5 Mbit/s trafikgenomströmning mellan två godtyckliga punkter inom Sverige. 5 Mbit/s är ett startvärde och kapaciteten ska kunna fördubblas varje år endast genom byte av ändrustning. IT-kommissionens vision framgår av SOU 1999:134 ”Framtidssäker IT-infrastruktur för Sverige”.

Syftet med denna vägledning är att den i första hand skall vara ett stöd för kommunens process att planera och genomföra utbyggnaden av en framtidssäker generell fysisk IT-infrastruktur som grund för olika tillämpningar. Vägledningen omfattar allmänna råd och specifika rekommendationer. En anpassning till lokala behov och förutsättningar måste alltid göras.

Vägledningen vänder sig till personer inom den kommunala förvaltningen som är ansvariga för frågor och beslut gällande genomförandet av IT-infrastrukturen inom kommunen. Vägledningen riktar sig även till de som samordnar frågor gällande IT-infrastrukturen för närliggande kommuner. Vägledningen vänder sig dessutom till de som anlägger nät åt kommunen.

Vägledningen har utarbetats inom ramen för IT-kommissionens observatorium för IT-infrastruktur i nära samarbete med konsulterna Peter Bryne, Netcom Consultants och Johan Hjertström, Retea. Medlemmar i observatoriet är Jan Berner, IT-kommissionen; Anne-Marie Eklund Löwinder, IT-kommissionen; Jörgen Hammarstedt, Kreatel Communications; Maria Häll, Svenska kommunförbundet; Peter Löthberg, STUPI; Krister Runebrand, Stelacon; Alf Tengström, Post- och Telestyrelsen och Hans Wallberg, SUNET.

Vår förhoppning är att vägledningen skall vara till nytta i processen att erhålla en framtidssäker IT-infrastruktur.

Användningen av denna vägledning beslutas av varje organisation eller motsvarande och under eget ansvar. IT-kommissionen tar inget ansvar för egenskaper eller funktioner hos den IT-infrastruktur som anläggs enligt vägledningen.

Svar på frågor om vägledningen kommer att tills vidare publiceras på IT-kommissionens webbplats [http://www.itkommissionen.se/obs/obs\\_infra.html](http://www.itkommissionen.se/obs/obs_infra.html).

Kontaktperson för vägledningen är Jan Berner, IT-kommissionen, e-post: [jan.berner@itkommissionen.se](mailto:jan.berner@itkommissionen.se).

Stockholm i november 2000

*Hans Wallberg*  
ordförande för observatoriet för IT-infrastruktur,  
ledamot av IT-kommissionen

*Christer Marking*  
kanslichef, IT-kommissionen





# 1 Inledning

Ofta byggs *ett* kommunikationsnät per tillämpning, t.ex. telefonnätet och det markbaserade TV-nätet. Utgående från IP-arkitekturen<sup>1</sup> kan emellertid olika tillämpningar distribueras över olika fysiska IT-infrastruktur. Under 90-talet har trafiken över Internet fördubblats var nionde månad. Inget tyder på att trafiktillväxten i framtiden kommer att avta.

Den nya finmaskiga IT-infrastrukturen skall kunna utgöra grunden för både nya och befintliga tillämpningar. Befintliga är exempelvis e-post, webb och filöverföringar. De nya tillämpningarna gäller bl.a. överföring av text, ljud (t.ex. tal, musik) och bild (t.ex. stillbilder, rörliga bilder) med hög teknisk kvalitet. I många fall är dock dessa nya tillämpningar nu inte kända vad gäller kapacitet, trafikmönster och krav på låg fördröjning. Sammantaget gäller det alla tillämpningar som kräver hög kapacitet, men givetvis också andra tillämpningar. Med andra ord skall den nya IT-infrastrukturen kunna bära olika organisationers och privatpersoners samlade behov av digital kommunikation.

I Bredbandsutredningens delbetänkande ”Infrastrukturprogram för bredbandskommunikation” (2000-04-03) anges att syftet med utbyggnaden av IT-infrastrukturen främst är att stärka:

- Kompetensförmedling, det livslånga lärandet.
- Konkurrenskraften för näringslivet i hela Sverige.
- Tillgänglighet för en effektiv offentlig service i hela landet.

En slutsats man kan dra av ovanstående är att det är viktigt att anlägga en generell fysisk IT-infrastruktur där nätets kapacitet successivt kan ökas genom uppgradering av kommunikationsutrustningen. Likaså att kapaciteten måste vara lika hög både till och från användaren.

En annan slutsats är att kraven på kvalitet och driftsäkerhet vad gäller tjänster och fysisk IT-infrastruktur kommer att vara mycket höga. Planering och anläggning av en ny fysisk IT-infrastruktur måste således ha en långsiktig inriktning.

Man bör uppmärksamma att mobil kommunikation är en accessteknik som kan användas för att nå Internet och tjänster på Internet. Men det är inte en teknik för den grundläggande rikstäckande IT-infrastrukturen. En fiberoptisk IT-infrastruktur är en komponent som används för att kunna binda samman radiostationerna (basstationerna) i mobila nät. Det finns således inga motsättningar mellan en fast nationell fiberoptisk IT-infrastruktur och mobila nät av typen GSM<sup>2</sup> och UMTS<sup>3</sup>.

---

<sup>1</sup> IP, Internet Protocol.

<sup>2</sup> GSM, Global System for Mobile communications.

<sup>3</sup> UMTS, Universal Mobile Telecommunications System, tredje generationens system för mobil kommunikation.

Motsvarande gäller även när andra radiobaserade lösningar används ”den sista biten” för att nå användare, t.ex. system baserade på LMDS<sup>4</sup>.

Regeringens ambition med den fysiska IT-infrastruktur som nu byggs av exempelvis Svenska KraftKom<sup>5</sup> är ett första steg mot att etablera ett sammanhängande nationellt nät. Denna vägledning tar i möjligaste mån hänsyn till den pågående utbyggnaden och till befintliga nät.

---

<sup>4</sup> LMDS, Local Multipoint Distribution Service, mikrovågsbaserat radiosystem för fast access.

<sup>5</sup> Svenska KraftKom är ett helägt dotterbolag till Svenska Kraftnät.

## 2 Syfte, målgrupp och avgränsningar

Vägledningen skall vara ett stöd i processen att planera och genomföra utbyggnaden av en framtidssäker IT-infrastruktur inom en kommun och dess angränsande kommuner (region) som grund för olika tillämpningar.

Vägledningen vänder sig till personer inom den kommunala förvaltningen som är ansvariga för frågor och beslut gällande genomförandet av IT-infrastrukturen inom kommunen. Vägledningen riktar sig även till de som samordnar frågor gällande IT-infrastrukturen för närliggande kommuner. Vägledningen vänder sig dessutom till de som anlägger nät åt kommunen. Vägledningen skall även vara ett stöd och underlag för upphandlingar.

Den IT-infrastruktur som nu byggs består av kommunnät, regionala nät och nationella nät mellan huvudorter och är i stort baserad på enskilda aktörers behov. Speciellt den lokala utbyggnad som görs har mycket varierande förutsättningar och mål för utbyggnaden. Med utgångspunkt från en nationell vision om framtidssäker IT-infrastruktur för Sverige är syftet med denna vägledning att ge förslag på nätstruktur för fiberoptiska nät inom kommuner och anslutningar till angränsande kommuner i en region. Vägledningen behandlar till största delen passiva nät-komponenter.

Med ett strukturerat angreppssätt är det möjligt att tidigt få en klar bild över ett framtida nät. Genom att skapa ett målnät av hur IT-infrastrukturen kommer att se ut om t.ex. 5 år är det möjligt att i stor utsträckning sänka de långsiktiga kostnaderna för utbyggnad av kommunala och regionala nät. Om den fysiska nätstrukturen inte blir anpassad till framtida behov, kan kostnaderna för kommunikationsutrustning bli höga alternativt kan kostsamma omstruktureringar av det fysiska nätet komma att krävas.

Vägledningen omfattar allmänna råd och specifika rekommendationer som gäller för kommuner och den regionala nivån. Med regional nivå avses här den samordning av IT-infrastrukturen som bör ske mellan angränsande kommuner.

En anpassning till lokala behov och förutsättningar måste alltid göras. Radio-baserade och andra lösningar kan i vissa sammanhang också utnyttjas, exempelvis som en tillfällig lösning då man på kort tid önskar ansluta en punkt innan fiberoptisk kabel kan anläggas.

### **Avgränsningar**

Vägledningen behandlar kanalisationsnivån och nivån fiberoptisk kabel. Vägledningen behandlar således inte frågor rörande IT-infrastrukturen och trafikutbyte på IP-nivå mellan Internetoperatörer (angående IP-nivån se bild 3, avsnitt 6.2.3). Vägledningen tar inte hänsyn till eventuell klassificering av huvudnoder som bör göras med hänsyn till sårbarhets- och driftsäkerhetsfrågor. En sådan klassning bör ske på länsnivå eller nationell nivå.

Drift och underhåll av fibernätet är en central fråga. Vägledningen behandlar dock endast övergripande vad som bör ingå i en driftstrategi, se avsnitt 7.4.3, under Driftstrategi.

Vägledningen behandlar inte frågor gällande fastighetsnät.

### 3 Dokumentets struktur

I avsnitt 5 anges definitioner av IT-infrastrukturens nätdelar och noder. I avsnitt 6 beskrivs dels IT-kommissionens vision om en framtidssäker kommunikationsstruktur för Sverige, dels de nationella och lokala kraven på IT-infrastrukturen detta medför. Därefter beskrivs i avsnitt 7 en checklista för att ta fram beslutsunderlag (Programhandling). I avsnitt 8 beskrivs den tekniska nivån på nätet (Systemhandling). Därefter behandlas i avsnitt 9 hur projekteringen kan utföras. I slutet av vägledningen finns en ordförklaring.

## 4 Sammanfattning

För att klara de krav som IP-baserade kommunikationsnät kommer att ställa på kapacitet, driftsäkerhet och mångfald krävs att:

- Kommunnät och regionala nät skall planeras som generella nät med ett definierat målnät, inte som funktionsnät baserade på en viss teknisk kommunikationslösning för en eller ett begränsat antal operatörer. Ett målnät bör preciseras även av de kommuner som inte själv avser bygga IT-infrastruktur. Målnätet kan då användas i kravställningen då kommunen förlitar sig på marknaden för utbyggnad av IT-infrastruktur.
- Ett generellt kanalisationsnät planeras och byggs som grund för ett fibernät.
- Ett generellt redundant fibernät planeras och byggs som grund för operatörernas olika behov av kommunikationsnät.
- Erbjudande om svart fiber<sup>6</sup> till operatörer<sup>7</sup> görs på enhetligt sätt med standardiserade avtal och att en nätägare skall kunna återförsälja andra nätägarers infrastruktur.

För kostnadseffektiv utbyggnad av infrastruktur krävs att:

- Planering och investering av utbyggnad sker långsiktigt.
- En funktion inrättas som bevakar samtliga gräventreprenader och som samordnar förläggning av kanalisation i enlighet med den struktur som målnätet anger.
- Anslutning till en kommuns huvudnod(er) samordnas med angränsande kommuners behov.
- Samordning sker med nationella aktörer som bygger fibernät mellan huvudorter i landet för att om möjligt få delfinansiering av t.ex. anslutningar till andra kommuner och av mindre orter.

---

<sup>6</sup> Svart fiber är optisk fiber utan kommunikationsutrustning, dvs. nätägaren ger båda ändarna av förbindelsen i form av fiberanslutning till operatören utan mellanliggande utrustning.

<sup>7</sup> Med operatör avses Internetoperatör eller annan aktör som bygger aktiva nät med hjälp av fibernät. Exempel på annan aktör är ett företag som vill bygga det aktiva nätet för kommunikation mellan olika företagsenheter.

## 5 Definitioner

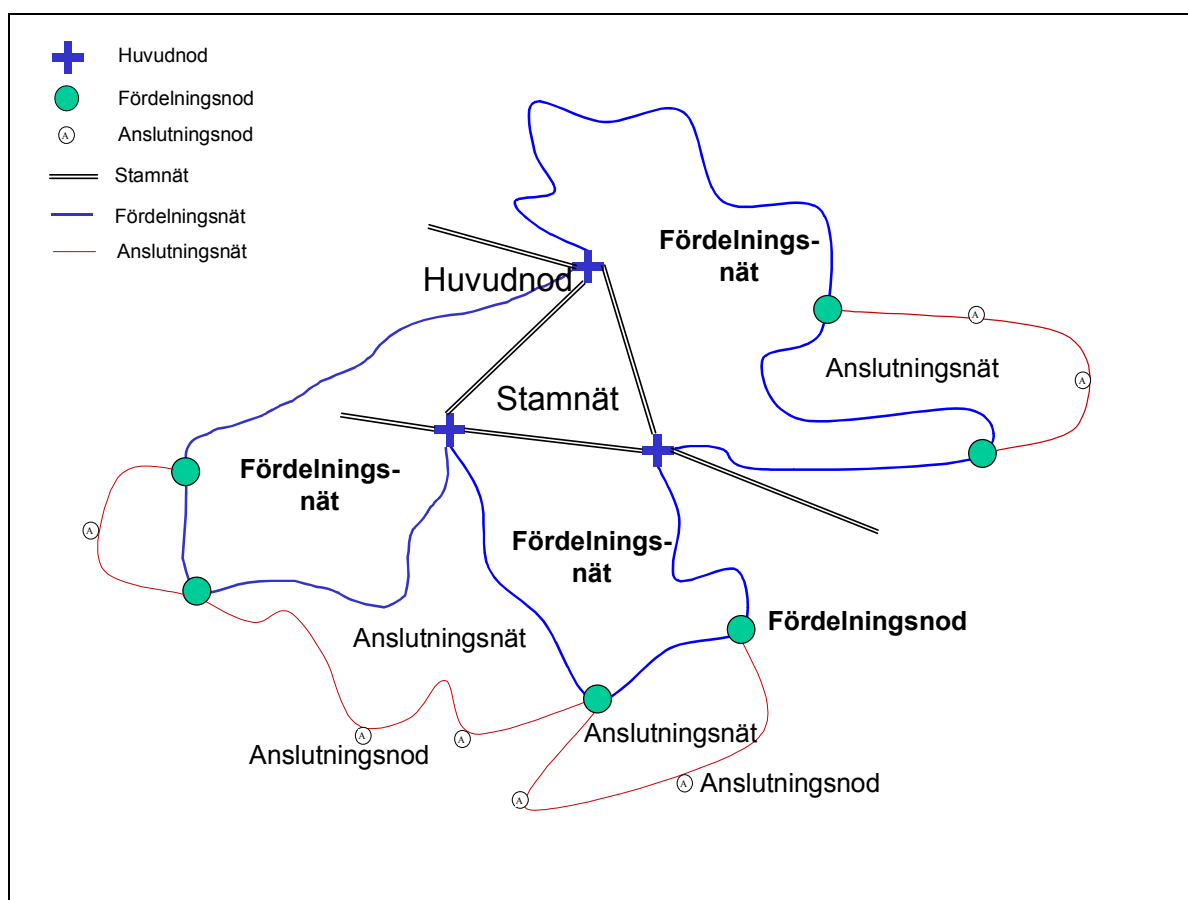
### 5.1 Allmänt

I samband med uppbyggnaden av fibernät för IT-infrastruktur används ett antal uttryck och begrepp, framför allt vad avser benämning på nätens olika delar. För att undvika missförstånd är det av största vikt att alla berörda parter är väl medvetna om uttryckens innebörd.

Bild 1 visar de fysiska nätdelarna som krävs för en strukturerad utbyggnad:

- Stamnät – huvudnod.
- Fördelningsnät – fördelningsnod.
- Anslutningsnät – anslutningsnod.

**Bild 1:** Definitioner – bilden visar det fysiska nätet



Man talar dessutom om fysiska nät och logiska nät. Det fysiska nätet utgör den faktiska placeringen av kanalisation och fiberoptokablar mellan de olika nodpunkterna. De logiska fiberoptonäten definieras genom de kommunikationsvägar som operatörerna<sup>8</sup> skapar (konfigurerar) mellan nodpunkterna. Det innebär att en nod som har en fysisk förbindelse med en annan nod inte självklart behöver vara logiskt ansluten till denna punkt.

Nedan följer definitioner av IT-infrastrukturens nätdelar. I avsnitt 5.2 behandlas kort den befintliga IT-infrastrukturen. I avsnitt 5.3 behandlas den nya finmaskiga IT-infrastrukturen.

## 5.2 Befintlig struktur

### 5.2.1 Nationella stamnät

Nu finns det flera fiberoptiska nät som kan betecknas som nationella stamnät. Dessa nät har varierande täckning och kapacitet.

De nät som nu finns respektive byggs ägs främst av statliga företag och kommersiella aktörer. I begränsade delar av landet bygger flera aktörer parallellt fibernät mellan större städer och kommunhuvudorter.

En kombination av de nationella stamnäten och en strukturerad utbyggnad som behandlas i denna vägledning möjliggör den finmaskiga IT-infrastruktur som bör eftersträvas.

### 5.2.2 Nationella knutpunkter

I de nationella knutpunkterna sker trafikutbyte på IP-nivå (vad avser IP-nivån se bild 3) mellan Internetoperatörer för både nationell och internationell trafik. De flesta Internetoperatörer på den svenska marknaden finns etablerade i dessa nationella knutpunkter. Det finns för närvarande två nationella knutpunkter i drift men en tredje och fjärde planeras. Internetoperatörer som har stort trafikutbyte har dessutom ofta förbindelse direkt mellan varandra.

---

<sup>8</sup> Med operatör avses Internetoperatör eller annan aktör som bygger aktiva nät med hjälp av fibernät.



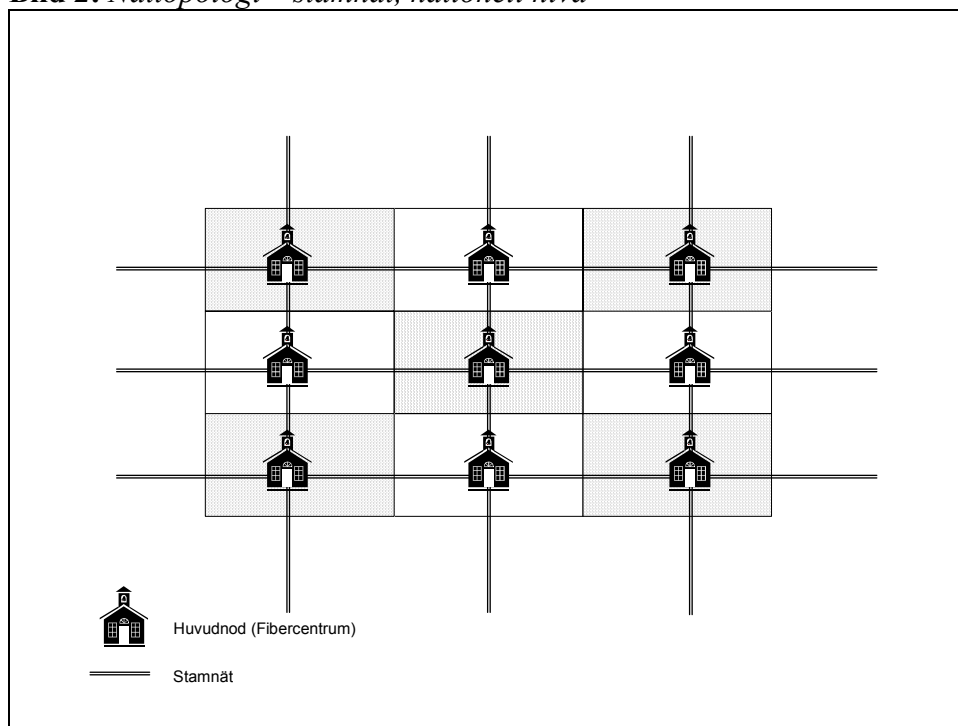
## 5.3 Ny struktur

### 5.3.1 Stamnät

Det finmaskiga stamnätet som här beskrivs utgör grunden i den *kommande* nationella nätstrukturen. Se bild 2, Nättopologi - stamnät.

Stamnätet förbinder huvudnoderna. Kravet på redundanta förbindelser skall beaktas i ett tidigt skede av utbyggnaden. Samordning över större områden måste ske, dvs. mellan kommuner och mellan län. Man bör sträva efter att stamnätet fysiskt sammanfaller med de befintliga nationella stamnäten i de delar detta passerar genom området. Det kan också fysiskt sammanfalla med fördelningsnät och anslutningsnät vad gäller delning av kanalisation och eventuellt också fiberkabel.

**Bild 2:** Nättopologi – stamnät, nationell nivå



### 5.3.2 Huvudnod

Huvudnoden är den centrala platsen för fiberanslutning. Till huvudnoder ansluts fördelningsnoder via fördelningsnätet. Underlaget för en huvudnod uppgår normalt till cirka 20.000<sup>9</sup> hushåll, företag, myndigheter, sjukhus, vårdcentraler, skolor och andra organisationer inom området<sup>10</sup>. Stora kommuner behöver således flera huvudnoder medan mindre kommuner sannolikt kan samverka med någon grannkommun om en huvudnod.

<sup>9</sup> Den höga koncentrationen av anslutningar som är möjlig i större tätbebyggda områden gör att riktvärdet för en huvudnod då är minst 30.000 hushåll, företag, myndigheter, osv.

<sup>10</sup> Här antas *en* fysisk anslutning per hushåll, företag, myndighet, osv.

Till huvudnoden bör man sträva efter att ansluta de nationella stamnäten. Svenska KraftKoms nationella nät, som nu byggs som ett led i statens IT-infrastruktursatsning, förutsätts bli anslutet till dessa huvudnoder.

Mellan huvudnoderna skall finnas fullständig redundans, dvs. en huvudnod är ansluten mot flera andra huvudnoder som tillsammans möjliggör alternativa transmissionsvägar. Mycket höga säkerhetskrav ställs på stamnätet och huvudnoderna.

I huvudnoden placeras även Internetoperatörernas aktiva utrustning. Kommuner med underlag för flera huvudnoder kan inledningsvis koncentrera sitt s.k. telehotell<sup>11</sup> till en av huvudnoderna, men förbereda för ett senare uppförande av fler huvudnoder.

### 5.3.3 Fördelningsnät

Fördelningsnätet sammanbinder huvudnoder med fördelningsnoder i en ort eller ett geografiskt avgränsat område.

I de kommuner som inte har underlag för en egen huvudnod bör minst en fördelningsnod vara ansluten till det nationella stamnätet.

### 5.3.4 Fördelningsnod

Fördelningsnoden är i första hand en passiv korskopplingspunkt på fibernivå inom området.

Fördelningsnoden bör dock byggas i samråd med operatörerna m.h.t. eventuell placering av aktiv utrustning. För att erhålla redundans bör anslutning av fördelningsnoden planeras så att den anslutas via två olika förbindelser till två olika huvudnoder.

Avståndet mellan fördelningsnoder varierar i förhållande till befolkningstätheten.

### 5.3.5 Anslutningsnät

Anslutningsnätet utgör anslutningen mellan fördelningsnod och anslutningsnod. Beroende på områdets karaktär (industriområde, flerbostadshusområde, villaområde, gles bebyggelse etc.) får anslutningsnätet olika struktur.

Anslutningsnätet består av ett antal slingor som, om möjligt, förbinder anslutningsnoder mot två fördelningsnoder.

### 5.3.6 Anslutningsnod

I anslutningsnoden placeras operatörens aktiva utrustning vilken ansluts till den enskilda fastigheten. Anslutningsnoden är överlämningspunkten i ett svartfibernet. Beroende på anslutningsnätets utformning kan anslutningsnod och fördelningsnod placeras i samma utrymme.

---

<sup>11</sup> Med telehotell avses ett gemensamt utrymme där operatörer kan placera sin aktiva utrustning (kommunikationsutrustning, servrar, m.m.).

För att erhålla redundans bör om möjligt anslutningsnoden anslutas via två olika förbindelser till två fördelningsnoder.

### 5.3.7 Fastighetsnät

Det nät som byggs inom en fastighet kallas fastighetsnät och utgör i regel den enskilda fastighetens egendom. Fastighetsnätet ansluts till anslutningsnoder. Ett fastighetsnät kan omfatta allt från ett nät inom ett hus, till nät inom flera hus och mellan dessa hus. Fastighetsnät behandlas inte i denna vägledning.

*Referens: Fastighetsnät för informationsöverföring – Generella kabelnät, svensk standard SS-EN 50 173.*

## 6 Visioner och krav på IT-infrastruktur

### 6.1 Nationell vision

Den kommunikationsarkitektur som används för Internet, dvs. IP-arkitekturen, är en av de drivande faktorerna för integrationen av tele-, data- och videokommunikation. Samtliga tjänster oavsett krav på bandbredd kommer att bäras av IP-baserade nät. Den nuvarande IT-infrastrukturen är optimerad för telefoni och måste till största delen ersättas med en ny infrastruktur anpassad för kommunikationsarkitekturen IP liksom den beräknade årliga fördubbling av trafiken som följer med utvecklingen av nya tjänster och att nya användare tillkommer.

IT-kommissionens vision om en framtidssäker infrastruktur i Sverige är att:

- Alla människor har en fast Internetanslutning på minst 5 Mbit/s verklig genomströmningskapacitet<sup>12</sup> inom Sverige 2005. 5 Mbit/s är ett startvärde och kapaciteten ska kunna fördubblas varje år.
- Sverige bör därför till 2005 ha byggt ett finmaskigt fiberoptiskt nät som finns tillgängligt för alla.
- Nätet skall vara teknik- och konkurrensneutralt samt öppet för samtliga operatörer, i syfte att alla genom fri konkurrens skall få tillgång till hög överföringskapacitet till ett lågt pris.

### 6.2 Nationella krav

#### 6.2.1 Nättopologi

Den nya nationella IT-infrastrukturen skall bestå av ett finmaskigt fibernät som erbjuder redundans och möjlighet till lastfördelning av trafiken. IT-infrastrukturen skall kunna utnyttjas av flera operatörer<sup>13</sup> samtidigt, dvs. operatörer skall ha tillgång till egna fiberpar för att kunna bygga sina egna nätstrukturer (t.ex. stjärn- eller ringnät). Detta innebär bl.a. att parallella nätstrukturer utnyttjar samma fiberkabel. För att klara detta krävs att den nationella fiberstrukturen byggs i form av ett rutnät mellan olika huvudnoder som utgör centra för lokala och regionala fibernät.

Kommunikationen bygger på IP, vilket innebär att informationen kan leta sig fram den bästa vägen i ett nät förutsatt att alternativa vägar erbjuds. Därför fordras det redundans mellan huvudnoder i kommuner och mellan kommuner.

---

<sup>12</sup> Med verklig genomströmningskapacitet avses den kapacitet (hastighet) som erhålls mellan de kommunicerande parterna, t.ex. mellan två användare eller mellan en användare och en server varifrån information hämtas.

<sup>13</sup> Med operatör avses Internetoperatör eller annan aktör som bygger aktiva nät med hjälp av fibernät. Exempel på annan aktör är ett företag eller myndighet som vill bygga det aktiva nätet för kommunikation mellan olika enheter.

Ett finmaskigt nät på nationell nivå kan se ut som stamnätet i bild 2 och ger möjlighet till decentralisering. I principen skall varje kommun inrätta en eller flera huvudnoder beroende på geografisk utbredning och det antal punkter som skall anslutas.

I huvudnoderna skall det även finnas plats för flera operatörer att placera aktiv utrustning. För att huvudnoderna skall fungera praktiskt krävs att de är neutrala platser, fysiskt skyddade och kan erbjuda integritet mellan olika operatörer.

Den ökande trafikmängden i näten kommer att kräva att utbyte av trafik på IP-nivå mellan Internetoperatörer sker på fler platser än i dag. Det kan också förväntas att näten kommer att fungera mer decentraliserat eftersom ett fåtal noder inte kan hantera de stora trafikvolymerna som kommer att genereras.

### 6.2.2 Samordning

Det är mycket viktigt att anslutning mellan huvudnoder samordnas mellan kommuner. Den nationella heltäckande redundanta fiberstrukturen är beroende av samverkan för att kunna utvecklas.

Samordning av förläggning av fiberkablar behöver genomföras mellan angränsande kommuner gemensamt med de nationella aktörer som bygger fibernät mellan huvudorter i landet.

Även den lokala och regionala strukturen är beroende av samverkan för att redundanta nät skall kunna realiseras kostnadseffektivt. I många fall kommer regional och lokal struktur, t.ex. kanaliseringen, att kunna sammanfalla med den struktur som krävs för stamnätet.

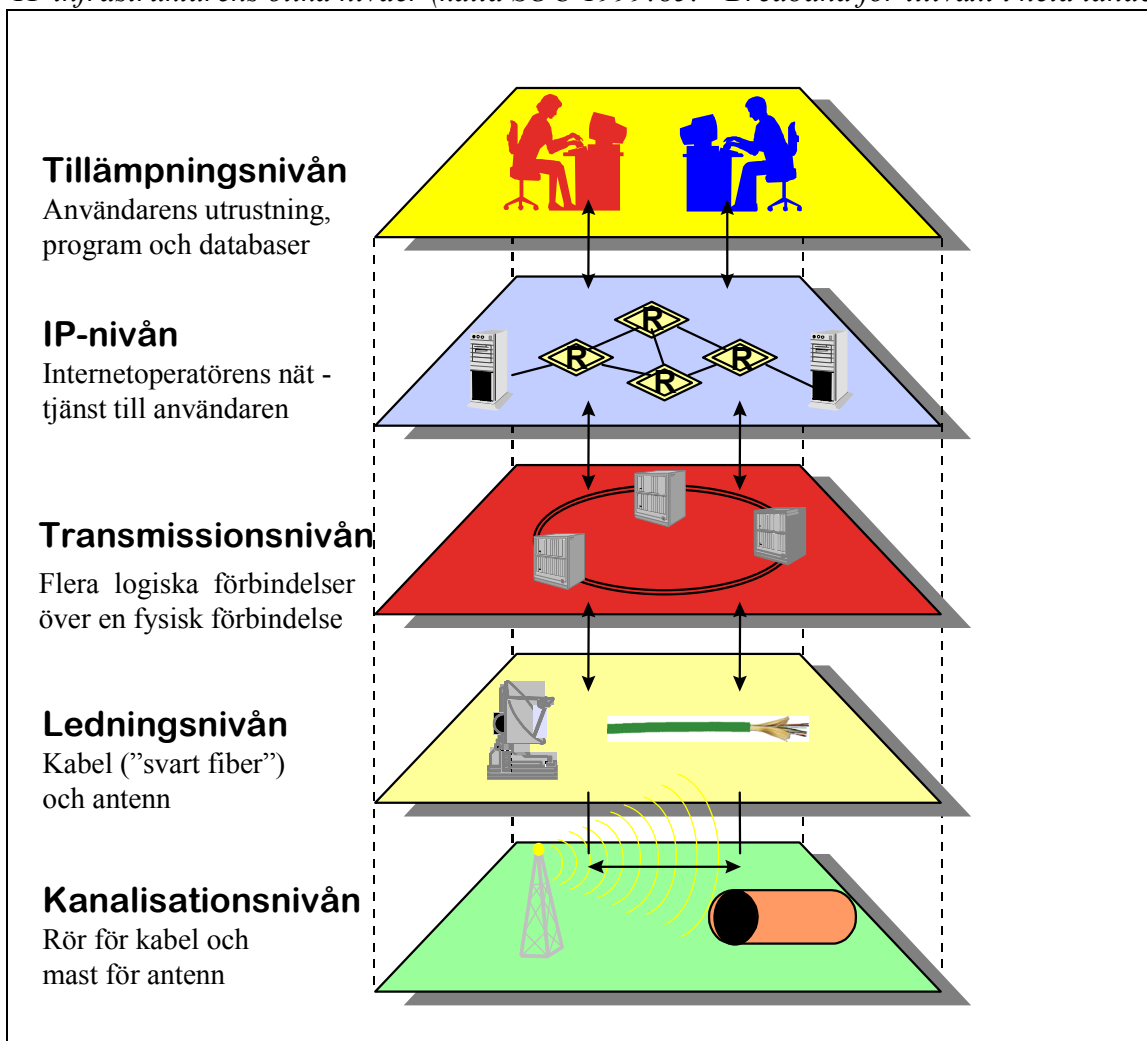
### 6.2.3 Enhetliga produkter

Med ett fibernät kan teknik- och konkurrensneutralitet erhållas. De produkter som kommunen tillhandahåller bör vara baserade på är uthyrning av kanalisering respektive svart fiber och tillhandahållande av utrymmen för aktiv utrustning dvs. telehotell. En kommun skall sträva mot att endast tillhandahålla produkter på de två lägsta nivåerna (kanalisering och svart fiber) enligt bild 3. En anpassning till lokala förutsättningar måste dock alltid göras. För den kommunala förvaltningens egna verksamhet är det dock tänkbart att kommunen själv driver det aktiva nätet.

För att operatörer praktiskt skall kunna bygga nationella kommunikationsnät med hjälp av hyrd svart fiber krävs dels enhetliga avtal, dels att en nätägare skall kunna återförsälja andra nätägares infrastruktur. Detta kräver ett samarbete mellan IT-infrastrukturägare på kommunal, regional och nationell nivå.

**Bild 3:**

*IT-infrastrukturens olika nivåer (källa SOU 1999:85: "Bredband för tillväxt i hela landet")*



## 6.3 Lokala krav

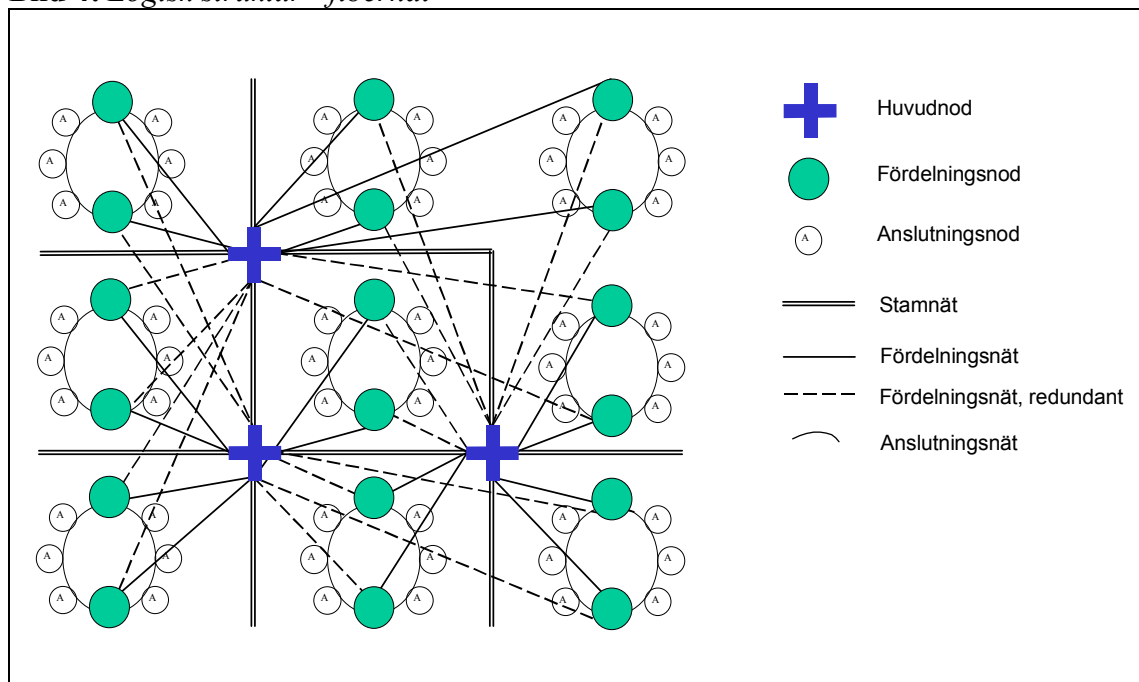
### 6.3.1 Nättopologi

Den lokala nätstrukturen skall möjliggöra för operatörer att kunna bygga aktiva kommunikationsnät med ring- eller stjärntopologi, beroende på vald systemlösning. Under varje huvudnod krävs fördelningsnoder för distribution av fiber till punkter där användare av nätet skall anslutas, dvs. till anslutningsnoder. I ett fullt utbyggt nät på lokal nivå är varje fördelningsnod ansluten till två huvudnoder respektive att varje anslutningsnod är ansluten till två fördelningsnoder. Redundans från anslutningsnoder till fördelningsnoder måste dock ses i ett längre perspektiv. I många fall kommer kanalisationen inledningsvis endast att ge möjlighet till redundant anslutna fördelningsnoder.

Internetoperatörernas och andra aktörers aktiva utrustning placeras i huvudnoder och i anslutningsnoder medan fördelningsnoder fungerar som korskopplingspunkter på fibernivå. En ideal uppbyggnad med redundans kan inte alltid genomföras av en enskild kommun. Därför fordras en samordning mellan kommuner för

att kunna erhålla den nationella strukturen i stamnätet och för att skapa redundanta anslutningar av fördelningsnoder enligt bild 4. Strukturen i bild 4, med direkta och redundanta förbindelser mellan huvudnoder och fördelningsnoder, är nödvändig för att kunna erbjuda produkten svart fiber för olika operatörers systemlösningar. I bild 4 visas anslutningsnätet med ringstruktur. I praktiken kommer anslutningsnätet att logiskt även kunna bestå av stjärnformade nät.

**Bild 4: Logisk struktur - fibernät**



### Kanalisation

För att kunna bygga generella fibernät krävs ett flexibelt kanalisationsystem som grund. Det räcker således inte att lägga ner kanalisationsrör (optorör) i samband med andra entreprenader. Kanalisationen är ett nätverk i sig som måste planeras för att kunna nyttjas effektivt. Kanalisationsnätet måste dimensioneras för att klara en 100 % anslutning av fastigheter. Kanalisationsnätet utgör den största kostnaden vid utbyggnad av fibernät, vilket gör att en planerad och strukturerad utbyggnad är mycket viktig.

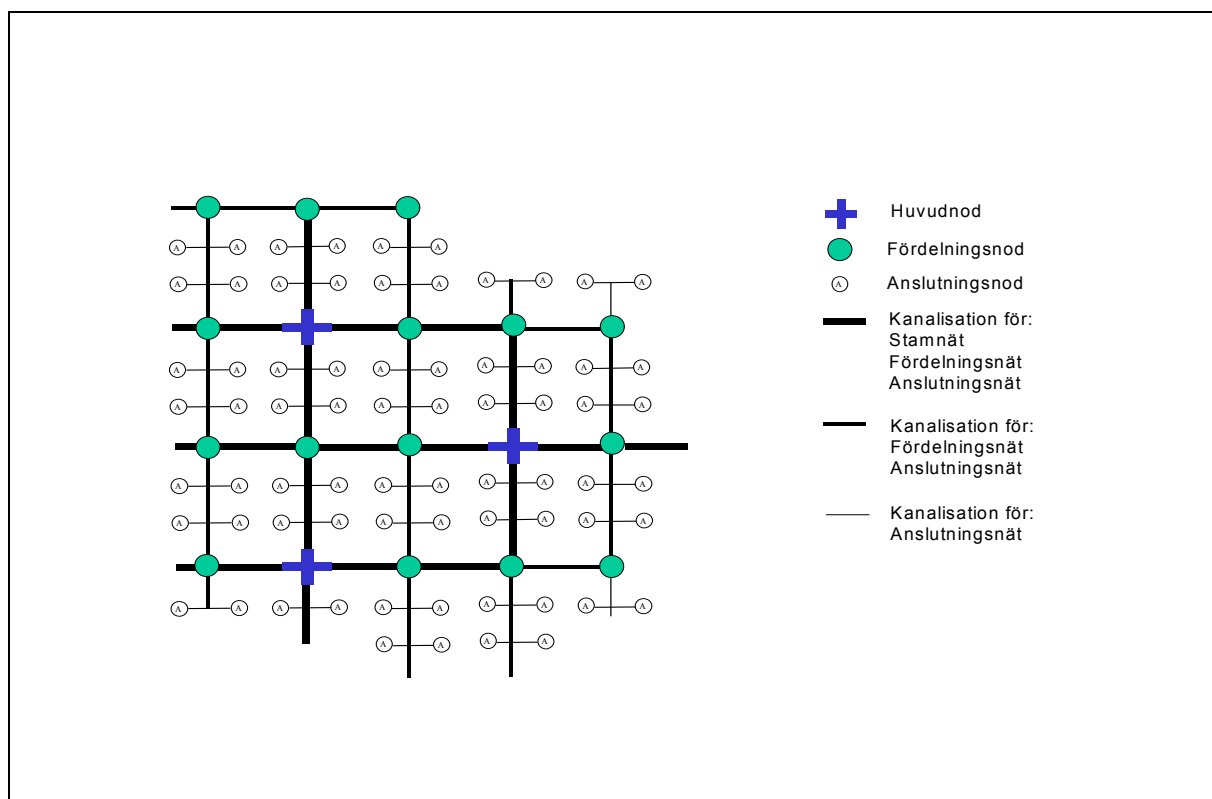
Ett generellt kanalisationsnät planeras genom att lägga ett rutnät som följer stadsplan och vägnät. Detta rutnät motsvarar den geografiska täckningen av ett fullt utbyggt kanalisationsnät.

Även för kanalisationsnätet kan man tala om stamnät, fördelningsnät och anslutningsnät i den betydelsen att det krävs olika många optorör för optokabelförläggningen i de olika delarna av ett lokalt eller regionalt nät. I de centrala delarna av nätstrukturen sammanfaller fibernätets stam-, fördelnings- och anslutningsnät varför det där krävs fler optorör. Kanalisationen förstärks därför i de centrala delarna med fler antal optorör mellan huvudnoder. Något färre optorör

förläggs längre ut i nätet mellan fördelningsnoder och minst antal optorör förläggs mellan fördelningsnoder och anslutningsnoder. Se bild 5.

Genom att i förväg planera kanalisationen som beskrivs ovan, är det möjligt att hela tiden veta hur många optorör som behövs vid samförläggning med andra entreprenader, utan att man därför känner till den exakta tidsplanen för utbyggnad av fibernätet. Det är också möjligt att se vilka vinster som kan göras genom att utöka en entreprenad och på så sätt erhålla redundans eller att ett område kan anslutas tidigare.

**Bild 5:** Struktur för kanalisationsnät



### 6.3.2 Sammanfattning av krav på teknisk lösning

En sammanfattning av kraven på den tekniska lösningen är:

- Nät skall planeras som generella nät, inte som funktionsnät baserade på en viss teknisk kommunikationslösning för en eller ett begränsat antal operatörer.
- Planera och bygg ett generellt kanalisationsnät som grund för ett fibernät.
- Planera och bygg ett generellt redundant fibernät som grund för operatörernas olika behov av aktiva kommunikationsnät.

### 6.3.3 Samordning

Med ett målnät för kanalisation som grund finns goda förutsättningar för att få en effektiv strukturerad utbyggnad inom en kommun eller region. Den enskilt viktigaste faktorn för att snabbt och kostnadseffektivt kunna bygga ett strukturerat



nät är samordning mellan gräventreprenader. Det är nödvändigt att inrätta en funktion inom kommunen som bevakar samtliga gräventreprenader och som samordnar förläggning av kanalisation i enlighet med målnätet.

Denna funktion måste också bevaka entreprenader som passerar kommungränser. Detta är en viktig förutsättning för att anslutning mellan huvudnoder och i förlängningen att ett nytt stamnät skall komma till stånd. Samordning med Svenska Kraftkom och andra fiberentreprenörer är också nödvändig. Genom att samordna med de statliga och privata entreprenader som planeras respektive pågår kommer även stora delar av de sträckor som sammanbinder orter i en kommun eller region att kunna få en snabbare och mer kostnadseffektiv utbyggnad.

## 7 Programhandling för IT-infrastruktur

### 7.1 Allmänt

Ett kommunalt eller regionalt nät är många parters angelägenhet och kräver ett genomarbetat beslutsunderlag för att kunna genomföras. Det är viktigt att i beslutsunderlaget skilja på vision och mål. De mål som sätts upp bör vara baserade på konkreta utbyggnadsplaner, kostnader och beräknade intäkter.

För att få ett nät som är framtidssäkert och en ekonomiskt bra satsning för kommunen eller regionen, krävs en god planering. Det man inte tänker igenom innan tvingas man ofta i all hast besluta om mitt under pågående installation. Detta kan medföra att det inte finns tid för att utvärdera och välja den fördelaktigaste handlingsvägen. Därför bör ett målnät fastställas för kommunen (regionen) vilket gör att små utbyggnadsetapper som utförs i ett tidigt skede passar in i det slutliga nätet. Målnätet kommer sannolikt att utvecklas och förändras med tiden, men genom att tidigt försöka se strukturen erhålls stabilitet i planeringen.

### 7.2 Förstudie

För att kunna förbereda utbyggnad av ny IT-infrastruktur krävs en analys av befintliga tillgångar samt vilket behov av ny struktur som finns. Man bör inledningsvis genomföra en förstudie som behandlar följande:

- Befintliga nät och om dessa kan nyttjas i en framtida struktur.
- Hur uppfylls visionen om ett nät med hög genomströmningskapacitet, dvs. med startvärdet 5 Mbit/s trafikgenomströmning och med möjlighet till en fördubbling varje år.
- Speciella behov att erhålla kommunikation med hög överföringskapacitet hos nya företag, operatörer, innehållsleverantörer, kommuninvånare, vårdsektorn m.fl. Här bör man beräkna minst 5 Mbit/s per anställd.
- Antalet Internetoperatörer och andra aktörer<sup>14</sup> som initialt och på sikt kommer att etablera sig och vill ha tillgång till svart fiber och utrymme för aktiv utrustning i telehotell.
- Utbyggnad hos grannkommuner.
- Hur blir kommunen en del av den nationella IT-infrastrukturen.
- Hur kan samordning med grannkommuner och olika regionorganisationer genomföras.
- Hur kan tidigare investeringar integreras i den nya infrastrukturen.

Förstudien dokumenterar behovet av utbyggnad av IT-infrastruktur.

Utgående från förstudien utvecklas sedan en programhandling. Arbetet med en programhandling bör ske i samråd med representanter för olika intressen inom kommunen och regionen (bostadsföretag, föreningsliv, företagare m.fl.).

---

<sup>14</sup> Exempel på annan aktör är ett företag eller myndighet som själv vill bygga det aktiva nätet för kommunikation mellan olika enheter.

## 7.3 Vision och syfte

I programhandlingen beskrivs kommunens (regionens) visionen gällande IT-infrastrukturen. Den vision som diskuteras i avsnitt 6 kombineras med de visioner som t.ex. varje kommun har om tillväxt och utveckling.

Den nya IT-infrastruktur kan skapa nya möjligheter och visioner för utveckling av kommunen som helhet. Det gäller att se möjligheterna före svårigheterna. Kommunens mål med IT-infrastrukturens utveckling på fem års sikt bör beskrivas.

Programhandlingen syftar till att:

- Lägga upp riktlinjer och avgränsningar för IT-infrastrukturen, organisation, ekonomi, tider m.m.
- Dokumentera visioner och krav.
- Utgöra beslutsunderlag.
- Fastställa målnätet.

Nedan ges förslag på vad en programhandling kan innehålla i form av en checklista med rubriker och vad som bör behandlas under respektive rubrik. Checklistan vänder sig till en kommun men kan även användas för en region.

## 7.4 Checklista för programhandling

### 7.4.1 Information

Information om hur en utbyggnad av IT-infrastruktur skall ske är ett viktigt steg, alla har ännu inte sett vidden av den nya IT-infrastruktur som byggs. Begriplig information gör det lättare för människor att förstå och acceptera den nya teknikens möjligheter. Det är också viktigt att de instanser i kommunen som blir berörda av de arbeten som skall utföras blir informerade på ett tidigt skede.

Här anges några exempel på intressegrupper:

- Kommuninvånare.
- Företag.
- Bostadsföretag.
- Föreningsliv.
- Kommunal förvaltning.
- Landsting.
- Länsstyrelse.
- Grannkommuner.
- Operatörer.
- Markägare.

### 7.4.2 Marknad

#### **Marknadsöversikt för tele- och datakommunikationsmarknaden**

En översiktlig analys bör göras av marknaden för tele- och datakommunikation och hur den påverkar kommunen/regionen samt vilka möjligheter den ger.

## **Regional marknad**

Uppskatta regionens potential:

- Vilka speciella behov av kommunikation har hushållsmarknad, företag, myndigheter, sjukhus och andra organisationer på kort och lång sikt utöver 5 Mbit/s som startvärde.
- Vilka olika kundgrupper finns.
- Vilken trafikvolym eller behov av IT-infrastruktur kan de olika segmenten generera.
- Vilket utbud av tjänster finns.
- Potential för Internetoperatörer respektive för tjänste- och innehållsleverantörer.

### 7.4.3 Strategier

#### **Marknadsstrategi**

Vilka kundgrupper skall prioriteras vid en utbyggnad. Var och när skall produkter erbjudas till olika kundgrupper.

#### **Pris- och produktstrategi**

Prissättning av produkter bör vara kostnadsbaserad. Beräkna hur prissättning påverkas av avskrivningstider, intäkter från operatörer och hur medel skall fördelas till mindre kommersiellt attraktiva områden.

De produkter som bör övervägas är:

- Kanalisation.
- Svart fiber.
- Telehotell.

Prissättningen bör vara sådan att när ca 75 % av befintliga fiber är uthyrda anläggs ytterligare fiberresurser.

#### **Distributionsstrategi**

Beskriv hur försäljning skall ske av produkter och vilka samarbeten som eventuellt är nödvändiga för att få en fungerande organisation.

#### **Driftstrategi**

Det bör nog utvärderas hur drift och underhåll för den nya IT-infrastrukturen skall förvaltas. Operatörer kommer att ställa krav på organisation med 24-timmarsservice. En sådan organisation kräver stora resurser och kan sannolikt bli för kostsam för en mindre kommun. Samordning av drift och underhåll mellan kommuner kommer i de flesta fall att bli nödvändig. Detta gäller både om driften sköts i egen regi eller läggs ut på entreprenad.

Generellt bör inte en ny organisation byggas upp i kommunal regi om det finns kommunala eller privata bolag som kan ansvara för drift och marknadsföring av fiberprodukter.

Högre tillgänglighet kräver mer av driftorganisationen men baseras till stor del på en bra utformning av nätet. En nätutformning med redundanta vägar i stamnät och fördelningsnät kan med god planering uppnås utan extra investeringar för anläggningen. Full redundans i anslutningsnäten kräver större investeringar men kan kraftigt reduceras med god planering. Med redundans i fibernätet kan operatörens aktiva utrustning själv koppla om till reservförbindelse och reparation av kablar kan göras under dagtid, vilket kraftigt sänker kostnaderna för underhållsorganisationen.

De driftgarantier man avser ge för produkten svart fiber är alltså mycket beroende av nätutformningen. En hög tillgänglighet i de delar av nätet som inte är redundant uppbyggt är starkt beroende av att kabelbrott kan lagas med mycket kort varsel.

#### *Övervakning*

Nyttan och beroendet av de stora trafikmängder som kommer att genereras över det framtida fibernätet gör att kravet på tillförlitlighet är mycket stor. Övervakning av tillgängligheten i fibernät kan bli aktuellt med tanke på behovet av en hög tillförlitlighet. Detta gör att den som ansvarar för fibernätet i praktiken kommer att ha kontakter med operatörernas drift- och övervakningsorganisationer.

För att kunna vara en trovärdig leverantör av svart fiber måste man kunna erbjuda operatörer tydliga garantier på till exempel inställetid, nertid och tillgänglighet på månads-, kvartals- eller årsbasis. Vissa operatörer kommer att efterfråga högre tillgänglighet än den som kan garanteras i en organisation som enbart har verksamhet under dagtid.

Övervakning av fibernät kan enkelt göras genom att ett fiberpar per optokabel avsätts för larm. Aktiv utrustning kan då generera larm i realtid om fibernätet drabbas av avbrott. (Mer avancerad och dyrare utrustning kan även ge larm om kabeln utsätts för fysisk påverkan utan att förbindelsen bryts.) På detta sätt kan den ansvariga organisationen för driften av fibernät påbörja arbetet med att avhjälpa felet innan operatörerna eskalerar larm från sina övervakningssystem.

#### *Kostnader*

Kostnader för och krav på drift av IT-infrastruktur är ofta förbisedda i utvärdering och planering av nya nät. Även marknadsföring, försäljning, administration och kontinuerlig utbildning är kostnader som skall bäras av befintliga fiberprodukter.

Att driva en organisation med jour eller beredskap under 24 timmar/dygn, 365 dagar/år kräver många (8-10 st.) personer för att kunna hålla ett rullande schema med rimlig periodicitet samt för att täcka upp för semestrar, sjukdom m.m.

### 7.4.4 Målsättningar

#### **Kvalitetsmål**

Utgående från vald inriktning och strategi enligt föregående avsnitt skall följande anges:

- Den kvalitet och tillgänglighet på nät som skall finnas initialt och på 4-5 års sikt.

- Den service och tillgänglighet på produkter (kanalisation, svart fiber, telehotell) som skall finnas initialt och på 4-5 års sikt.

#### **Leverans- och utbyggnads mål**

Ange hur nätet skall byggas ut initialt och på 4-5 års sikt.

#### **Ekonomiska mål**

Beskriv när och för vilka delar kostnadstäckning skall uppnås. Vilka satsningar skall göras utöver detta på t.ex. områden som är mindre kommersiellt attraktiva.

#### **7.4.5 Organisation**

För att driva ett fibernät krävs såväl administrativ som operativ personal. Utgående från vald inriktning och strategi enligt avsnitt 7.4.3 beräknas vilka interna och externa resurser som krävs för administration, marknad och drift. Lägg speciellt stor vikt vid driftspolicy och vad som krävs av en organisation för att uppfylla operatörers krav på tillgänglighet.

#### **7.4.6 Ekonomi och förutsättningar**

Ekonomiska resultat och de förutsättningar som ligger till grund för en planerad utbyggnad presenteras i en intäkts- och kostnadsanalys. Denna analys ligger sedan till grund för hur utbyggnad skall prioriteras inom kommunen.

En grundläggande förutsättning är att optokabel med sin långa tekniska livslängd på 30-40 år kan ha långa avskrivningstider (20 år eller mer), vilket möjliggör långsiktig planering. Detta till skillnad mot den korta avskrivningstiden för aktiv utrustning (cirka 3 år) som kräver mer kortsiktig återbetalning och gör att aktiva nät lämpar sig sämre för kommunal verksamhet. För den kommunala förvaltningens egen verksamhet är det dock tänkbart att kommunen själv driver det aktiva nätet.

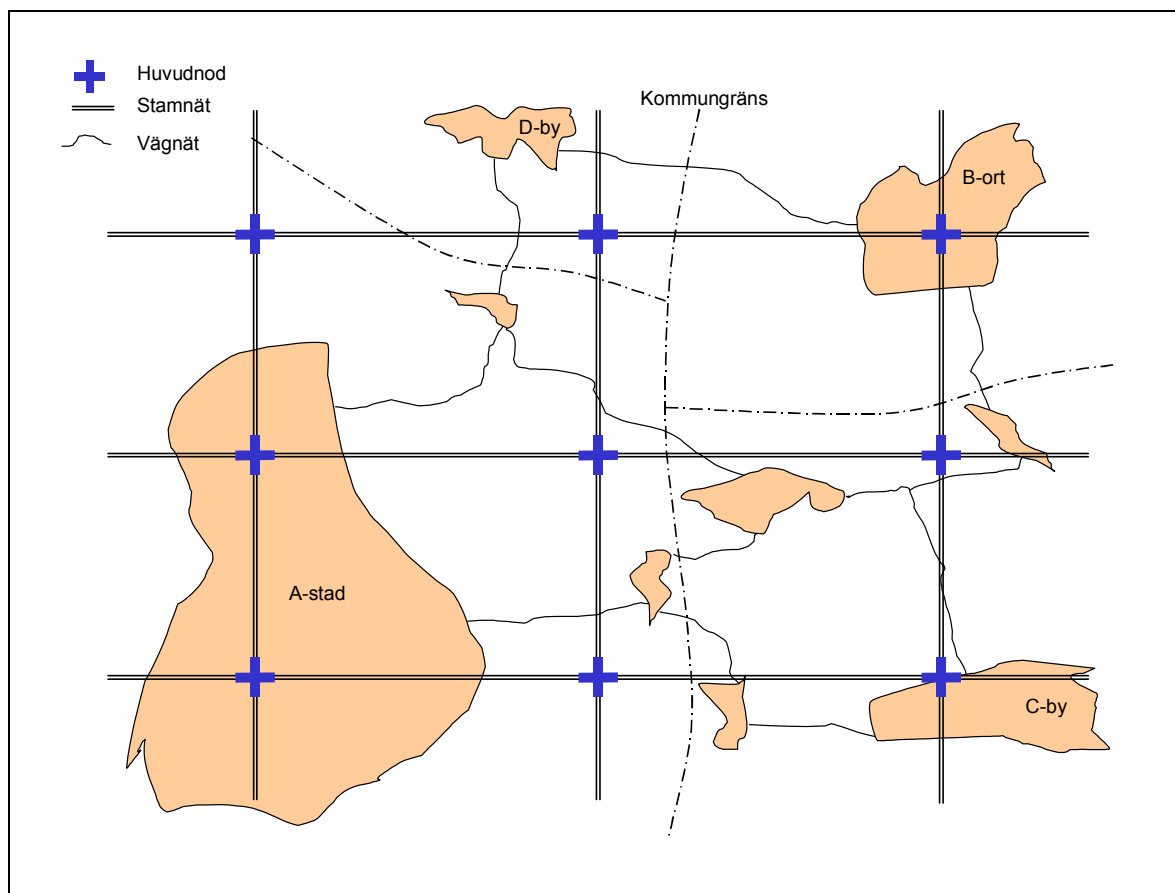
#### **7.4.7 Utbyggnadsplan**

Beskriv befintligt nät, målnät och den utbyggnadsplan för IT-infrastrukturen som ligger till grund för investeringarna i en intäkts- och kostnadsanalys. Med målnät som grund görs prioritering av områden och anslutningar som sedan blir underlag för en etappindelning av utbyggnaden. I detta skede görs endast en grov systemlösning där huvudnoder bestäms och fördelningsnoder ges preliminära placeringar.

#### **Stamnät**

För att planera en nätstruktur med full redundans mellan i första hand huvudnoder måste bilden av målnätet tas fram. Bilderna 6-12 är ett exempel på hur man kan överföra den teoretiska nätstrukturen till en fiktiv geografisk karta.

**Bild 6:** *Stamnät - generell logisk struktur*



Vid placering av huvudnoder bör följande beaktas:

- Ett ungefärligt riktvärde är en huvudnod per 20.000<sup>15</sup> hushåll, företag, myndigheter, sjukhus, vårdcentraler, skolor och andra organisationer inom området<sup>16</sup>.
- Samplanering med grannkommuner om befolkningsunderlag för huvudnod saknas.
- Hänsyn måste tas till geografiska avstånd.
- Samhällets struktur, befolkningstäthet, strategisk placering m.m.
- Lokaler som är lämpliga och kan upplåtas för noder.

En bra utgångspunkt är att tänka sig ett optimalt rutnät med huvudnoder och stamnät över det aktuella området enligt bild 6. Detta rutnät anpassas efter hur huvudnoder kan placeras i området.

Varje kommunhuvudort kommer att anslutas till Svenska KraftKom nationella nät. Den nod som skall skapas för detta ändamål är en bra utgångspunkt för ett

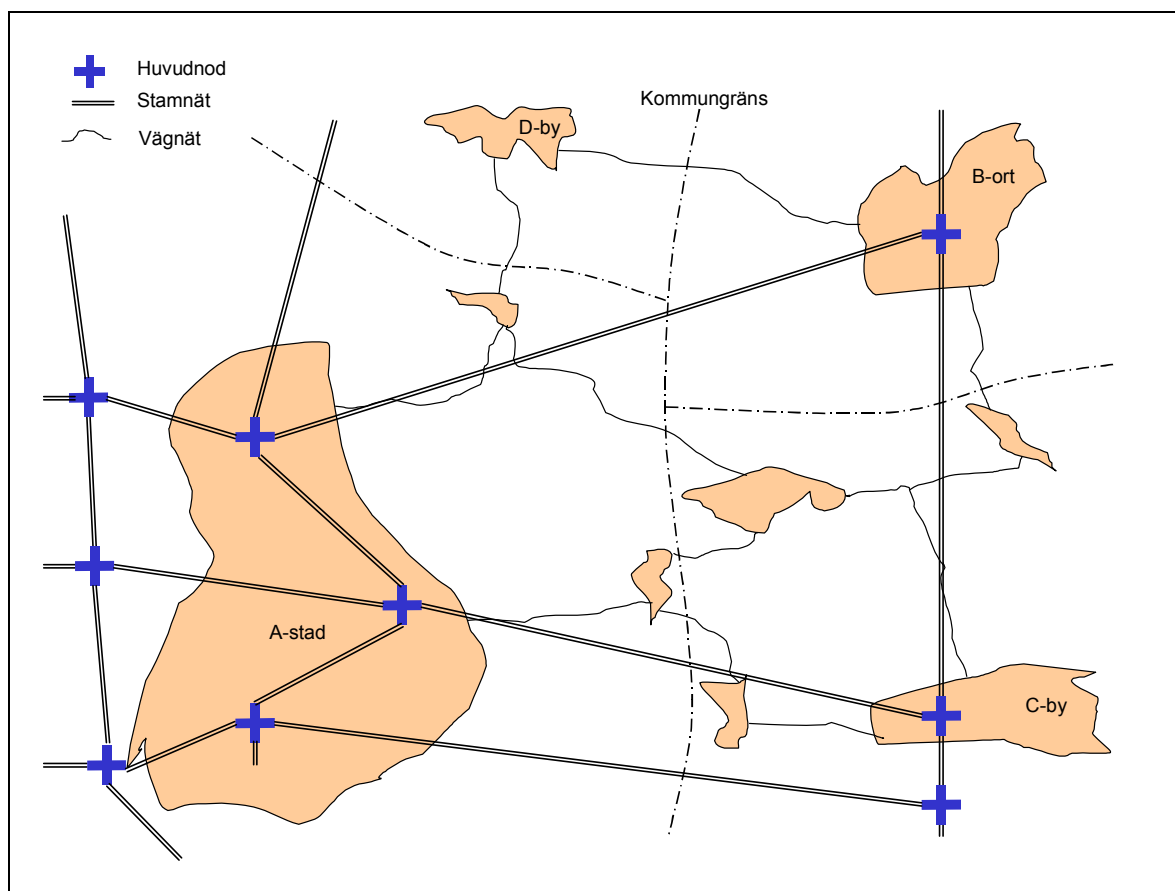
<sup>15</sup> Den höga koncentrationen av anslutningar som är möjlig i större tätbebyggda områden gör att riktvärdet för en huvudnod då är minst 30.000 hushåll, företag, myndigheter, osv.

<sup>16</sup> Här antas *en* fysisk anslutning per hushåll, företag, myndighet, osv.

kommunalt eller regionalt fibernät. Denna nod kan bli en huvudnod alternativt en fördelningsnod beroende på det antal anslutningar som den skall försörja.

I de fall man endast har underlag för *en* huvudnod eller *en* fördelningsnod i en kommun respektive i en ort bör dessa delas upp i två fysiska noder. Detta bör åtminstone göras så att åtskillnad erhålls inom samma byggnad med separata intag för kablar och kanalisation. Genom att redan vid planeringen av näten beakta detta kan stora kostnader sparas i och med att fördelningsnoder respektive anslutningsnoder ansluts redundant inom orten. Detta gäller speciellt när det är långa avstånd mellan orter.

**Bild 7:** *Stamnät - anpassad logisk struktur*



I detta exempel antas att fyra kommuner avser att samordna IT-infrastrukturbyggnaden i regionen. Huvudnoder placeras på lämpliga platser enligt följande resonemang (se bild 7):

- I A-stad finns cirka 80.000 hushåll, företag, myndigheter, osv. vilket gör att det bör finnas tre huvudnoder i tätorten (dvs. cirka 30.000 anslutningar per huvudnod m.h.t. att A-stad är ett större tätbebyggt område).
- I B-ort finns cirka 15.000 hushåll, företag, osv. och avståndet till närmaste stad med underlag för en huvudnod är mer än 10 km. Detta gör att det är mer ekonomiskt att förlägga en huvudnod i kommunens huvudort, dvs. i B-ort, än att förlänga fibernätet via ett antal fördelningsnoder till en annan huvudnod.



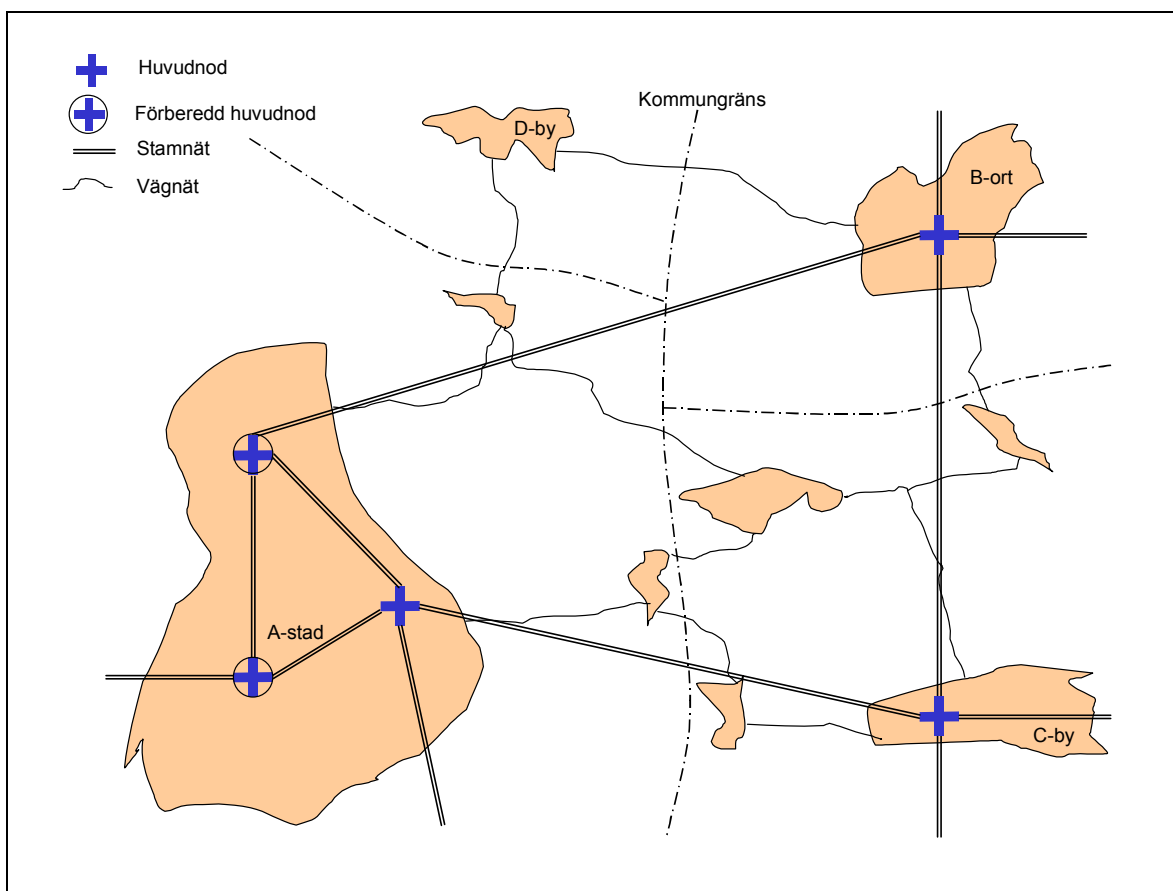
- C-by har cirka 6.000 hushåll, företag, osv. och kommunen som helhet har cirka 15.000 hushåll. I C-by placeras en huvudnod för kommunen. Befolkningens mängden i kommunen motiverar i princip en huvudnod. Dessutom finns ett antal mindre orter inom kommunen som närmast ansluts till huvudorten.
- I D-by finns cirka 3.000 hushåll, företag, osv. D-by som är kommunhuvudort kommer att anslutas till Svenska KraftKom nät men D-bys och kommunens storlek motiverar inte en huvudnod. I detta exempel kommer D-by att anslutas till regionens nät via en fördelningsnod (se bild 9).

A-stad har underlag för tre huvudnoder. En av dessa punkter kommer att ansluta till Svenska Kraftkoms nät och kommer initialt att bli den mest strategiska punkten i kommunens nät. Av kostnadsskäl byggs inte samtliga tre punkter som fullständiga huvudnoder med telehotell och anslutning till fyra andra huvudnoder.

De tre huvudnoderna i A-stad ses som en helhet och anslutningar mot andra huvudnoder fördelas mellan de tre. Inom A-stads kommun kommer fibernätet att byggas som om alla tre vore huvudnoder. Den slutliga strukturen för stamnätet blir då enligt bild 8 med tre huvudnoder i regionen och med två stycken förberedda huvudnoder i A-stad.

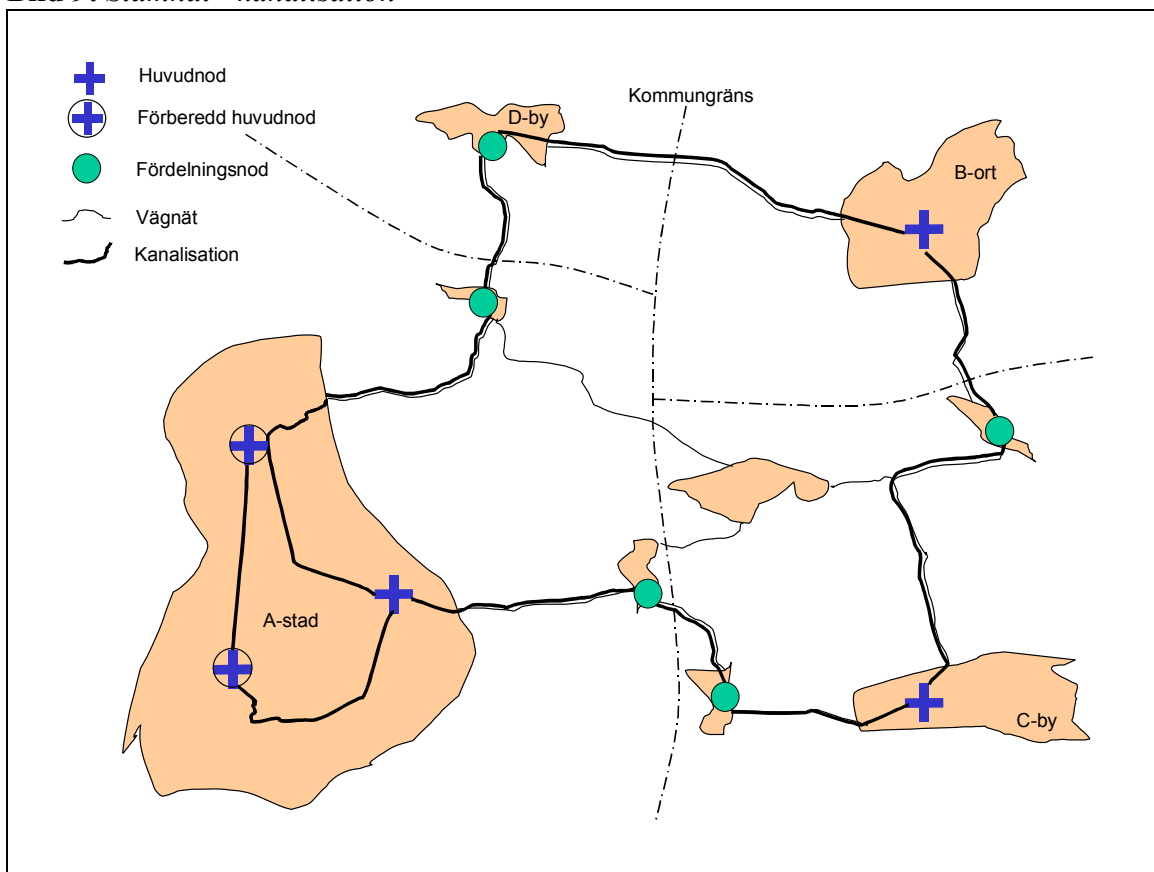
Utformningen av s.k. förberedd huvudnod varierar från fall till fall. En förberedd huvudnod används för optisk korskoppling och i ett första skede inte som telehotell. Utrymme bör om möjligt från början reserveras för den senare kompletteringen med telehotell.

**Bild 8:** *Stamnät - slutlig logisk struktur*



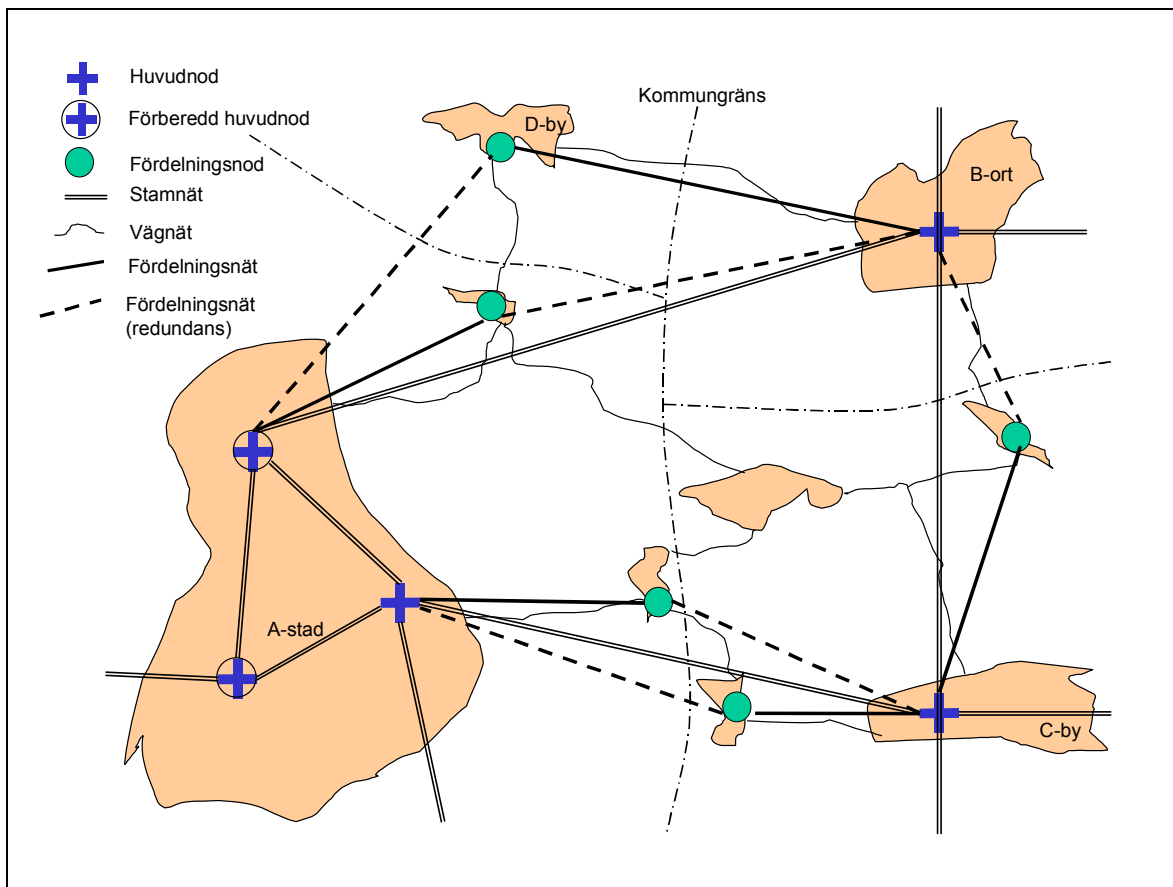
Huvudnodens placering i respektive kommun bestäms samtidigt som den tänkta fysiska sträckningen för kanalisation planeras. I detta exempel kan de tre huvudnoderna anslutas via fysiskt separata vägar genom att följa vägnätet enligt bild 9. I bild 9 visas även de fördelningsnoder som kommer att kunna anslutas i och med att stamnät och fördelningsnät sammanfaller (lokalt kommer även anslutningsnäten att sammanfalla för vissa sträckor).

**Bild 9:** *Stamnät - kanalisation*



I bild 10 visas det logiska stamnätet mellan huvudnoder samt den del av det logiska fördelningsnätet som kan skapas i den kanalisation som visas i bild 9. Samtliga fördelningsnoder ansluts redundant till två huvudnoder. Vid glest bebyggda områden kommer fördelningsnät och stamnät i vissa fall att fysiskt kunna använda samma optokabel mellan huvudnoder. Genom samordning mellan kommuner kan regionen få ett redundant nät även för mindre orter som befinner sig mellan huvudnoder.

**Bild 10:** *Stamnät och fördelningsnät – logisk struktur*

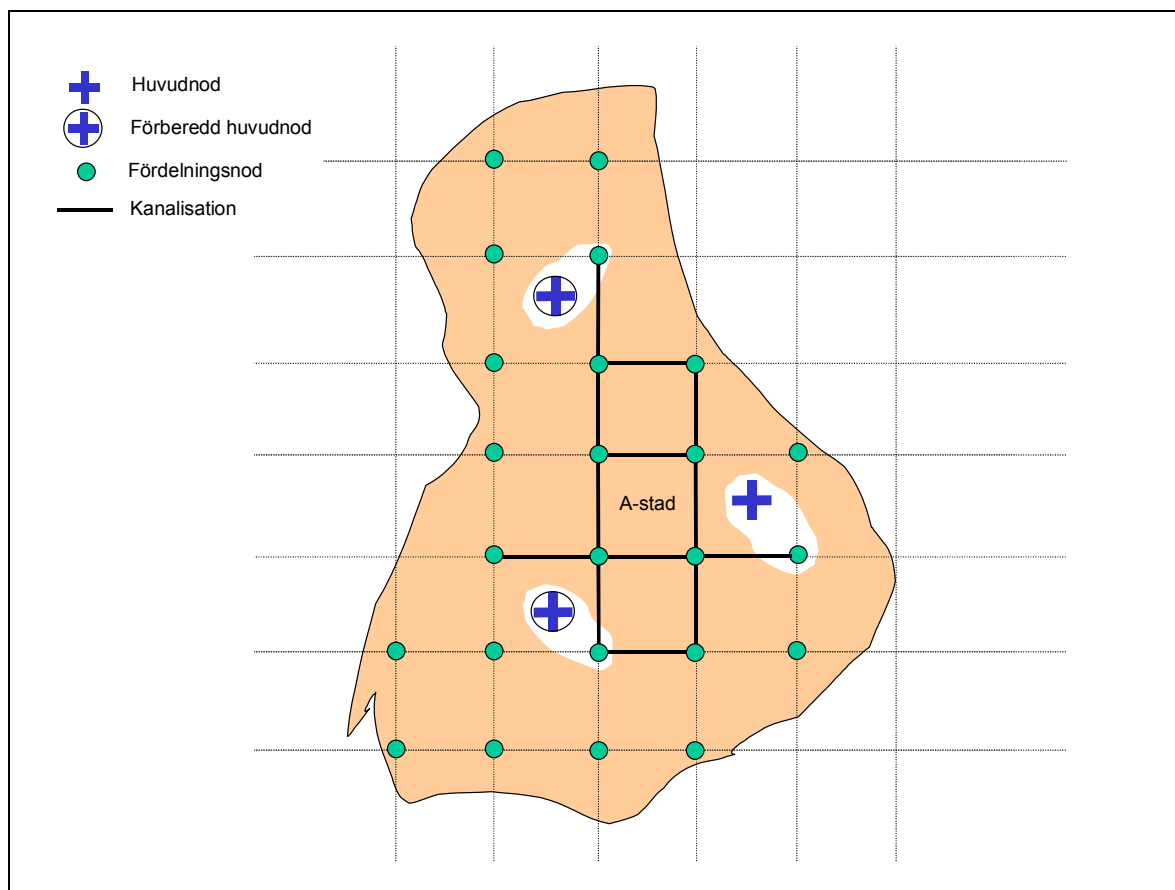


## Fördelningsnät

Fördelningsnoder inom tätort placeras i ett optimalt rutmönster enligt bild 11 där linjerna mellan fördelningsnoderna symboliserar kanalisationsvägar i ett fullt utbyggt nät. I bild 11 är ett antal fördelningsnoder prioriterade att byggas ut i etapp 1. Kanalisationen för etapp 1 byggs då enligt planerad struktur. Kanalisationen följer de vägar och andra förutsättningar som finns på aktuell ort. Det är viktigt att denna struktur finns som ett slutmål och att den överförs till verkliga förhållanden när utbyggnaden blir aktuell.

Av rittekniska skäl är huvudnod respektive förberedd huvudnod placerad skild från kanalisationen (se icke skuggat område i bild 11). I praktiken sammanfaller placeringen med platsen för fördelningsnoden.

**Bild 11:** Fördelningsnoder generell struktur och kanalisation för prioriterade noder

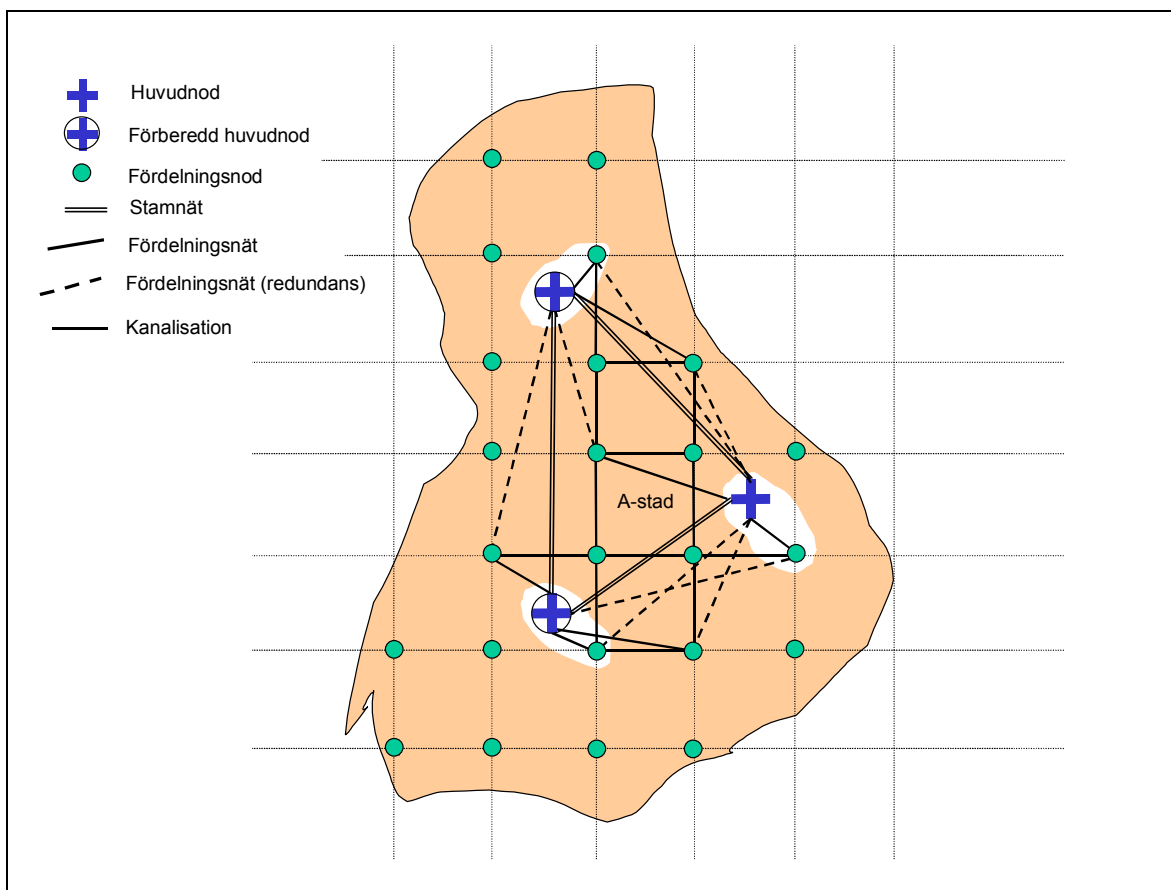


De prioriterade fördelningsnoderna ansluts med fiber till två olika huvudnoder. Fördelningsnoderna kommer vid en komplett utbyggnad att vara logiskt anslutna till huvudnoderna enligt bild 12. Kanalisationens struktur gör att fiberkablarna mellan fördelningsnod och huvudnod inte kan gå den kortaste vägen i alla lägen. Det är dock viktigt att inte optimera kanalisationen efter den första utbyggnads-etappen. Genom att gå strukturerat till väga kommer den fortsatta utbyggnaden att kunna dra stor nytta av tidigare etapper och därigenom kunna utföras till en mycket lägre total kostnad.

Av rittekniska skäl är huvudnod respektive förberedd huvudnod placerad skild från kanalisationen (se icke skuggat område i bild 12). I praktiken sammanfaller placeringen med platsen för fördelningsnoden.

**Bild 12:**

*Logiskt fibernät för huvudnoder och prioriterade fördelningsnoder samt kanalisation för prioriterade noder*



## 8 Systemhandling för IT-infrastruktur

### 8.1 Syfte

När beslut väl har fattats om att bygga en IT-infrastruktur skall den tekniska nivån på nätet fastställas. Underlaget för detta sammanställs i en systemhandling där de tekniska kraven på nätets olika delar framgår. Tekniska krav kan vara kostnadsdrivande, därför är det väsentligt att systemhandlingen får ett långsiktigt och hållbart perspektiv. Att byta eller blanda materiel och metoder är oftast inte lönsamt.

Utifrån systemhandlingen skall såväl interna som externa projektörer kunna genomföra detaljprojektering av de utbyggnadsetapper som beslutas. Detta säkerställer att en jämn kvalitet erhålls i olika utbyggnadsetapper. Dessutom erhålls en homogen lösning och intentionerna med målnätet kan uppnås.

Systemhandlingen syftar till att fastställa följande:

- Definitioner.
- Omfattning och krav för kanalisation och fiber.
- Standard för nodrum.
- Säkerhetsnivåer.
- Dokumentationsprinciper.

De riktlinjer som beskrivs i detta avsnitt utgör generella rekommendationer. En anpassning till lokala förutsättningar måste alltid göras.

Vid upphandling av entreprenörer och materiel bör underlag för upphandling upprättas enligt AMA. Upphandlingsunderlaget utgår från de i systemhandlingen fastställda nivåerna och tas fram under projekteringen.

*Referens: AMA (Allmänna Material och Arbetsbeskrivningar), utges av Svensk Byggtjänst.*

### 8.2 Kanalisation

#### 8.2.1 Allmänt

Med kanalisation menas här anläggning av optorör och brunnar i vilka optokablarna senare skall förläggas.

Vid uppbyggnad av fibernät utgör den enskilt dyraste delen själva schaktningen och förläggningen av kanalisation. Det är därför viktigt att man vid schaktning och förläggning har god framförhållning vad gäller framtida behov.

Vid val av kanalisationsstråk skall hänsyn tas till den framtida strukturen för respektive nät. Kanalisation för stamnät, fördelningsnät och anslutningsnät dimensioneras separat, men skall förläggas i samma kanalisationsstråk så långt det är möjligt.

Mängden kanalisation är beroende av antalet kablar. Generellt gäller att en optokabel förläggs per optorör.

Hänsyn skall även tas till framtida utbyggnadsplaner både vad avser fastigheter, vägar, cykelbanor etc. Därigenom kan dels storleken på kanalisationen bedömas korrekt, dels kan kanalisationsstråken placeras så att framtida omdragningar undviks.

Förutom kanalisation för det aktuella behovet av optokabel erfordras kanalisation för framtida behov. I det fall man beslutar att hyra ut kanalisation till externa nätbyggare eller operatörer, påverkar även detta dimensioneringen. Erfarenheten har hittills visat att nyanläggning av kanalisation ofta har underdimensionerats både i antal optorör och brunnar.

Vid planering för kanalisation i stamnät, fördelningsnät och anslutningsnät skall alltid minst ett optorör finnas i reserv.

### 8.2.2 Kanalisation för stamnät

Mellan huvudnoderna i stamnätet bör man sträva efter att förlägga obrutna fiber-optiska kablar. För att förbinda själva huvudnoderna en väg krävs i regel endast en optokabel, dvs. ett optorör. I samband med en successiv utbyggnad av stamnäten med anslutningar mot andra kommuner samt för att ge utrymme till olika operatörer kommer behovet av fiber och därmed mängden kablar och kanalisation att öka i framtiden.

Ett absolut minimum av kanalisation för stamnät är 2 st. optorör. För att tillgodose samtliga ovanstående behov erfordras dock ytterligare kanalisation.

Man bör eftersträva att utnyttja samma kanalisationsstråk även för fördelningsnäten och anslutningsnäten.

### 8.2.3 Kanalisation för fördelningsnät

Ett fördelningsnät förbinder en fördelningsnod med två huvudnoder. Mellan huvudnod och fördelningsnod förläggs minst 2 st. optorör.

I många fall kommer kanalisationen från flera fördelningsnoder att sammanfalla i ett och samma kanalisationsstråk. Dessutom kan det finnas behov av att utnyttja samma kanalisationsstråk för anslutningsnäten.

### 8.2.4 Kanalisation för anslutningsnät

Anslutningsnäten förbinder anslutningsnoderna med fördelningsnoderna. Från anslutningsnoden utgår även förbindelse till varje enskild fastighet. Mellan skarvbrunnarna i anslutningsnäten bör minst 2 st. optorör förläggas.

Vid dimensionering av kanalisation i anslutningsnät bör hänsyn även tas till att förbindelserna från anslutningsnoden till varje enskild fastighet kan utnyttja samma kanalisationsstråk, vilket påverkar mängden kanalisation avsevärt.



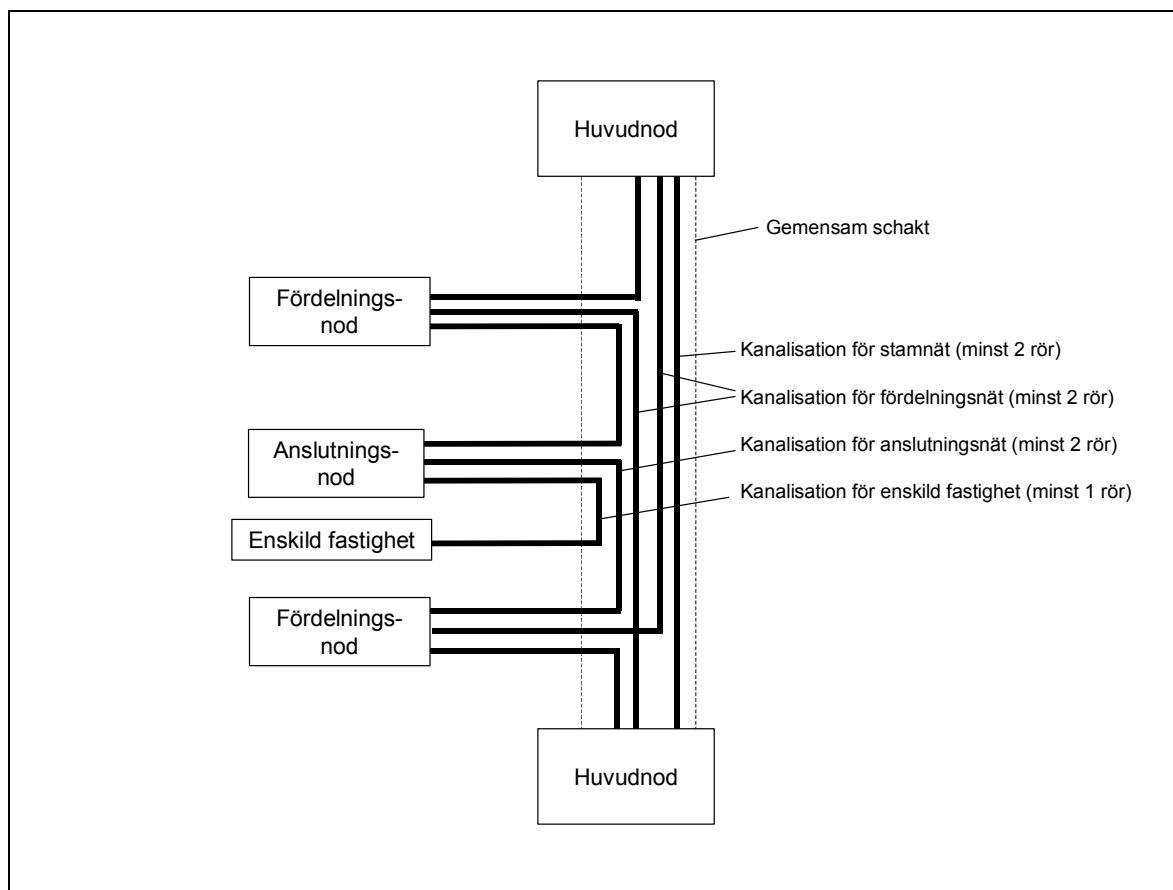
### 8.2.5 Kanalisation för enskilda fastigheter

Eftersom det av ekonomiska skäl är väsentligt att samförläggning av kanalisation sker, skall även kanalisation för enskilda fastigheter beaktas vid projektering. Detta berör i första hand kanalisation för villabebyggelse. Kanalisation för att nå samtliga villor i ett område kan vara omfattande och kräver noggrann projektering.

Av bild 13 framgår att kanalisationen på vissa sträckor kan samförläggas i ett schakt. Det är av stor vikt att planera kanalisationen så att man täcker det behov som finns inom överskådlig framtid. På detta sätt kan en enskild fastighetsägare få tillgång till IT-infrastrukturen till en rimlig kostnad. Ansvar för enskild kanalisation för anslutning av enskild fastighet eller villa (dvs. ett ”horisontellt” fastighetsnät) bör samordnas av kommunen.

Observera att bild 13 visar kanalisationen mellan två huvudnoder. Varje huvudnod skall anslutas redundant via separat kanalisation till två närliggande huvudnoder (se avsnitt 8.3.2 och 8.5.4).

**Bild 13:** *Kanalisation - samförläggning*



## 8.3 Optokabel

### 8.3.1 Allmänt

Mängden optokabel och antal fiber i respektive optokabel i de olika typstråken väljs med utgångspunkt från följande kriterier:

- Mängd befintlig kanalisation.
- Typ av nät (stamnät, fördelningsnät, anslutningsnät).
- Antal användare.
- Möjlig eller förväntad penetration i området.
- Hur många Internetoperatörer som verkar i området.
- Uthyrning av svart fiber till Internetoperatörer, företag och andra organisationer som bygger aktiva nät.
- Antal nodpunkter i respektive nät.
- Var aktiv utrustning placeras.
- Graden av redundans i näten.
- Om en kabel samnyttjas för stamnät och fördelningsnät respektive fördelningsnät och anslutningsnät.

Generellt gäller att om befintlig kanalisation skall utnyttjas måste en noggrann bedömning göras hur den bäst används. Om antalet befintliga optorör är litet krävs att en optokabel med många fiber förläggs för att utnyttja kanalisationen maximalt.

### 8.3.2 Optokabel i stamnät

I stamnätet skall det finnas en direkt redundans mellan närliggande huvudnoder. Det innebär att det från en huvudnod skall vara möjligt att nå de närmast placerade huvudnoderna utan att passera en annan nods aktiva utrustning. Optokablarna bör förläggas obrutna mellan huvudnoderna för att därigenom erhålla hög driftsäkerhet. Optokablarna för stamnätet till olika huvudnoder skall ligga i separat kanalisation.

Antal fiber mellan huvudnoderna i stamnätet inom en kommun bör i ett första skede inte understiga 96 st per optokabel (optorör). Vid långa avstånd mellan huvudnoder i olika kommuner kan antalet fiber eventuellt vara lägre om det motiveras av stora skillnader för fiberkostnaden.

### 8.3.3 Optokabel i fördelningsnät

En fördelningsnod skall ansluta till en huvudnod och skall planeras för att ha redundant anslutning till en annan huvudnod. Optokablarna bör förläggas obrutna från respektive huvudnod till fördelningsnoden. Alternativt förläggs en optokabelslinga med 2 – 3 st. fördelningsnoder där behovet för respektive fördelningsnod bryts ur. Detta blir vid långa avstånd ett billigare men mer sårbart alternativ.

Antalet fiber i fördelningsnätet påverkas av följande parametrar:

- Antal anslutningsnoder som ansluter mot respektive fördelningsnod.

- Antal operatörer<sup>17</sup> som har behov av förbindelser i fördelningsnätet.
- Uthyrning av svart fiber till andra aktörer.

Antal fiber till respektive fördelningsnod bör i ett första skede dock inte understiga 96 st. per optokabel (optorör).

Antalet fiber när fördelningsnätet ansluter glest bebyggda områden kan variera och i många fall i ett tidigt skede vara mindre än 96 st.

### 8.3.4 Optokabel i anslutningsnät

I anslutningsnätet bör det finnas minst 96 st. fiber i de slingor som utgår från fördelningsnoderna. Anslutningsnätet bör förläggas i slingor mellan två fördelningsnoder för att erhålla redundans. Antalet anslutningsnoder i en slinga bör anpassas så att det totala behovet blir maximalt 96 st. fiber i varje slinga.

Antalet fiber i anslutningsnätet kan variera och påverkas av följande:

- Antal anslutningsnoder som ansluts till slingan.
- Antal operatörer som har behov av förbindelser i anslutningsnätet.
- Uthyrning av svart fiber till andra aktörer.
- Behovet hos de användare som finns längs slingan (typ av företag m.m.).

## 8.4 Nodrum

### 8.4.1 Allmänt

Ett nodrums utformning beror på var i nätet det är placerat. De mest kvalificerade nodrummen både vad avser storlek och säkerhet är de som är avsedda för huvudnoderna.

Möjligheten att placera aktiv kommunikationsutrustning i fördelningsnoder bör också planeras. Detta beroende på att vissa operatörer i dag bygger nät på detta sätt, vilket gör att fördelningsnoden bör ha tillgång till elkraft m.m. Genom att i ett tidigt skede även planera för detta utrymmesbehov i fördelningsnoderna kan framtida kompletteringar ske utan dyra ombyggnader. I praktiken kan även samlokalisering ske av huvudnod, fördelningsnod och anslutningsnod.

Systemhandlingen bör för respektive typ av nodrum fastställa:

- Utrymmesbehov.
- Skyddsklasser avseende inbrott och brand.
- Krav på larm (fukt, inbrott, brand, rök, strömavbrott), se avsnitt 8.5.3.
- Kravnivåer på miljö (värme, kyla, ventilation).
- Avbrottsfri kraft respektive reservkraft.

---

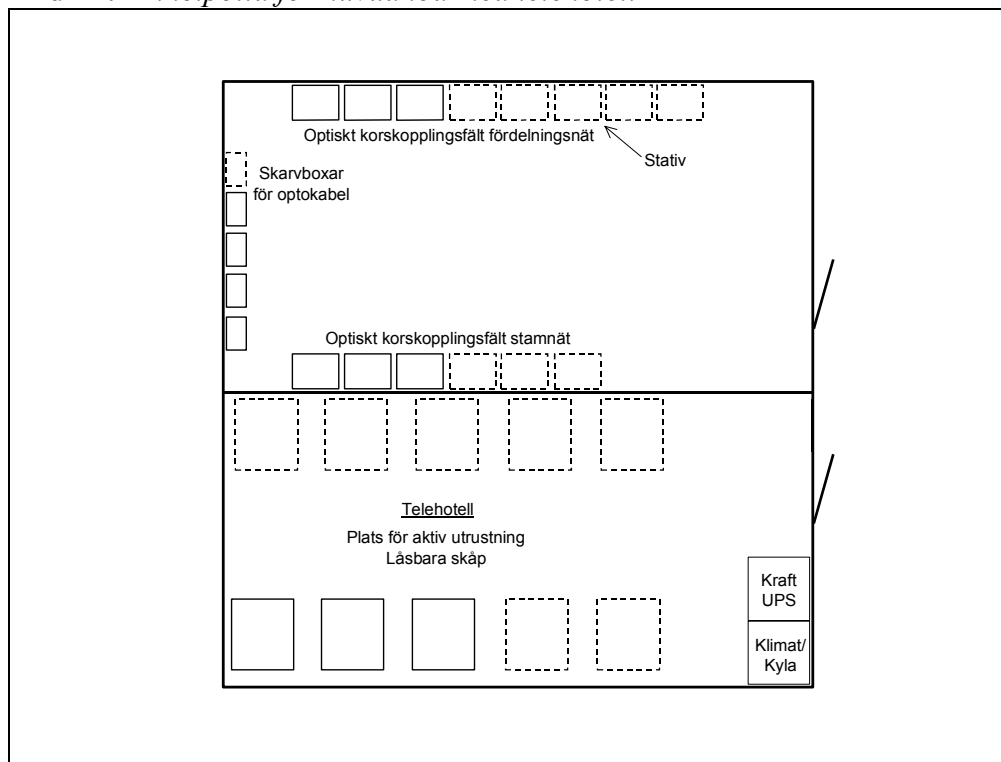
<sup>17</sup> Med operatör avses Internetoperatör eller annan aktör som bygger aktiva nät med hjälp av fibernät. Exempel på annan aktör är ett företag eller myndighet som vill bygga det aktiva nätet för kommunikation mellan olika enheter.

Rekommendationerna för nodrum är här generella och måste anpassas till de förutsättningar som gäller i det aktuella projektet.

#### 8.4.2 Huvudnod

Nodrummet för en huvudnod skall vara byggt på sådant sätt att en mycket hög driftsäkerhet kan garanteras.

**Bild 14:** Principbild för huvudnod med telehotell



Nodrummets storlek skall omfatta all materiel för den optiska korskopplingen och även aktiv utrustning för olika operatörer. Dessutom skall utrymme finnas för framtida expansion.

Nodrummet skall vara försett med kylanläggning samt mekaniskt inbrottskydd minst klass 2 enligt RUS 200:3 (se avsnitt 8.5.3).

I nodrummet skall det finnas en gemensam UPS (kortvarig batteribackup) med avbrottsfri kraft för en viss tid (minst 30 minuter). Hur lång tid beror på hur driftsorganisationen ser ut samt vilka åtgärder som ska vidtas vid ett kraftbortfall. Reservkraftaggregat skall finnas för en veckas drift utan tillsyn.

Nodrummet bör förses med ett inpasseringssystem som helst bör vara loggningsbart.

Operatörsutrustningen bör placeras i ett separat utrymme (telehotell) nära den optiska korskopplingen.

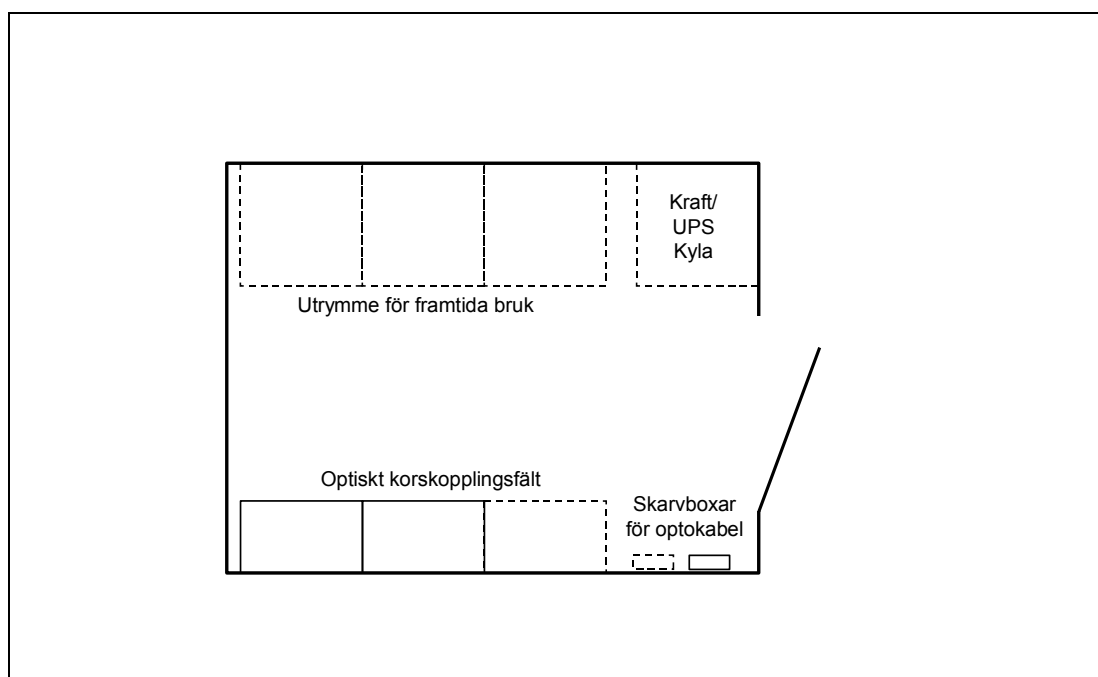
Olika klasser av huvudnoder med avseende på sårbarhets- och driftsäkerhetsynpunkt bör bestämmas på länsnivå eller på nationell nivå.

### 8.4.3 Fördelningsnod

Utrymmet bör vara försett med ett system för inpasseringskontroll. Om aktiv utrustning placeras i noden skall utrymmet kunna förses med avbrottsfri kraft (UPS) samt kylaggregat. Säkerhetsnivån för inbrott/skadegörelse samt brand skall fastställas.

Möjligheten att placera aktiv kommunikationsutrustning i fördelningsnoder bör också planeras eftersom vissa operatörer i dag bygger nät på detta sätt, vilket gör att fördelningsnoden bör ha tillgång till egen elkraft m.m.

**Bild 15:** Principbild för fördelningsnod



### 8.4.4 Anslutningsnod

Anslutningsnoden utgör den plats där förbindelser utgår till varje enskild användare i IT-infrastrukturen och omfattar både passiva komponenter och aktiv utrustning. Anslutningsnodens fysiska utrymmeskrav beror på mängden användare som skall ansluta till noden. Anslutningsnoden i ett mindre villaområde kan omfatta endast ett stativ placerat i ett låsbart skåp, medan anslutningsnoden i ett större bostadsområde storleksmässigt kan motsvara en fördelningsnod.

## 8.5 Säkerhet

### 8.5.1 Allmänt

Ett fibernät skall byggas på sådant sätt att så hög driftsäkerhet som möjligt uppnås. Med driftsäkerhet menas att nätet från början är uppbyggt så att eventuella avbrott genom skadeverkningar eller olyckor märks så lite som möjligt för användaren. Om ett avbrott trots allt sker på en förbindelse skall åtgärder kunna genomföras snabbt och enkelt.

För att uppnå en hög driftsäkerhet krävs att nätet har:

- En enhetlig struktur.
- Skydd mot skadegörelse, inbrott och brand.
- Redundans.
- Hög tillgänglighet.

Av systemhandlingen bör följande framgå:

- Lägsta krav på säkerhetsnivåer.
- Tillgänglighetskrav.
- Särskilda krav på redundans för vissa platser/användare.

### 8.5.2 Enhetlig struktur

En enhetlig struktur medför att nätet är lätt att bygga ut, underhålla och reparera. Reparationer kan genomföras snabbt och enkelt eftersom alla delar med samma funktion är uppbyggda på ett likartat sätt.

### 8.5.3 Skydd mot skadegörelse, inbrott och brand

Nivån på de skyddsåtgärder som bör vidtagas för att motverka skadegörelse, inbrott och brand, skall i första hand tas fram i samverkan med det försäkringsbolag som skall försäkra IT-infrastrukturen.

Nätets olika delar skall vara skyddade mot skadegörelse och obehörigt intrång. Nodrum etableras enligt fastställd nivå på inbrottskydd, men även brunnar, kabelskåp och förläggingsvägar bör skyddas. Kabelskåp bör förses med låsbara dörrar. Brunnar skall förses med låsbara lock. Förläggingsvägar skall väljas så att största möjliga skydd erhålls. Vid passering av kanalisationsstråk eller kablar genom byggnader bör dessa förläggas i optorör av metall för att förhindra skadegörelse.

*Referenser: Mekaniskt inbrottskydd RUS 200:3, 1994.*

*Projektering och installation av Inbrottslarmanläggning RUS 130:6, oktober 1999.*

*Regler för automatisk brandlarmanläggning RUS 110:5, 1992.*

*Ovanstående dokument utges av Försäkringsförbundet.*

### 8.5.4 Redundans

Redundans erhålls genom att det finns flera alternativa förbindelsevägar mellan två punkter. Redundans är särskilt viktig mellan huvudnoderna i stamnätet. När redundanta förbindelsevägar byggs mellan huvudnoder är det viktigt att kablarna för de alternativa vägarna inte förläggs i samma schakt för att inte noden ska slås ut om t.ex. kabeln grävs av. Varje huvudnod skall därför ha två olika kabelvägar in till nodrummet. Även för noderna i fördelnings- och anslutningsnäten bör detta eftersträvas.

### 8.5.5 Tillgänglighet

Med tillgänglighet menas nätets tillgänglighet för att överföra kommunikation. I systemhandlingen bör det framgå vilken tillgänglighet nätet minst skall ha, dvs. hur långa avbrottstider som högst kan accepteras.

## 8.6 Mätning och provning

För att erhålla rätt kvalitetsnivå utförs mätning och provning för att verifiera att ställda krav på transmissionsegenskaper i ett nät uppfylls, både vad avser själva optokabeln som genomförda skarvar och kontakteringar.

Mätning och provning sker i huvudsak genom två mätförfaranden, dels OTDR-mätning, dels sträckdämpningsmätning (dB-mätning). OTDR-mätning ger ett kvitto på att varje del av fiberförbindelsen är felfri. Sträckdämpningsmätning ger det noggrannaste värdet på fiberförbindelsens totala dämpning från ändpunkt till ändpunkt.

För varje mätförfarande kan olika metoder användas. För att kunna jämföra mätresultat från olika mätningstillfällen är det viktigt att mätmetoden specificeras och dokumenteras.

Av en systemhandling bör det framgå vilka värden och nivåer som ska gälla för det specifika nätet. Genom detta uppnås att samma krav ställs på nätets olika delar oavsett när nätet projekteras eller byggs upp. Dessutom underlättar det vid en teoretisk beräkning för möjligheterna att ansluta transmissionsutrustning på en viss fibersträcka.

Systemhandlingen bör fastställa:

- Gränsvärden för dämpning och reflektion i kablar, skarvar och kontaktdon.
- Vilka typer av instrument som skall användas vid mätningarna.
- Vilka mätmetoder som skall tillämpas för de olika mätningarna.
- Hur mätresultaten skall dokumenteras och redovisas.

## 8.7 Kontroll och besiktning

Kontroll och besiktning bör utföras regelbundet under uppbyggnadsfasen av en av beställaren utsedd kontroll- och besiktningsman. Kontroller genomförs under arbetets gång medan besiktningar genomförs vid i förväg fastställda tidpunkter eller skeenden i uppbyggnadsfasen.

Genom en kombination av mätningar och provningar samt kontroller och besiktningar säkerställs att fibernätets kvalitetsnivå blir den rätta. Samtidigt upptäcks eventuella brister på ett tidigt stadium vilka då kan åtgärdas relativt enkelt.

Den som skall genomföra kontroll och besiktning skall besitta mycket goda kunskaper och erfarenheter av dels kabelförläggning, dels fiberoptisk installations- och mätteknik.

I en systemhandling bör följande specificeras:

- Vad som ska kontrolleras.
- När kontroller och besiktningar ska genomföras under utbyggnaden.
- Kompetenskrav på kontrollant och besiktningsman.

## 8.8 Märkning

Märkning har till uppgift att möjliggöra fysisk identifiering av varje enskild komponent och del i fibernätet så att framtida installationer, drift och underhåll kan utföras rationellt och säkert. För detta krävs ändamålsenlig, samordnad och enhetlig märkning med en unik identifiering av såväl nodpunkter som optorör, brunnar och kablar förlagda i mark.

Märkningen skall överensstämma med, samt vara ett komplement till, upprättad dokumentation och bör kunna hanteras i ett elektroniskt dokumentationsprogram.

I systemhandlingen bör riktlinjer finnas för hur de olika nätdelarna och komponenterna skall märkas i det aktuella nätet. Märkning bör utföras direkt i samband med förläggning och installation.

Systemhandlingen bör fastställa följande:

- Nomenklatur för märkning av nodrum, kanalisation, kablar etc.
- Nomenklatur för märkning av enheter i nodrum såsom stativ, boxar, aktiv utrustning etc.
- Riktlinjer för hur märkning ska utföras (typ av märkbrickor etc.).

## 8.9 Dokumentation

Redan i inledningsskedet av planeringen och projekteringen för en IT-infrastruktur är det av största vikt att en enhetlig dokumentationsstruktur fastställs. Dokumentationen bör följa svensk standard (se referens sist i detta avsnitt).

Dokumentationen kan utgöras av ritningar och tabeller som visar de olika komponenternas placering och anslutningar. Det kan vara till mycket stor hjälp att utnyttja ett särskilt databasbaserat registreringsprogram för dokumentation av nätets innehåll vad avser kablar, fibrer, kopplingar m.m.

Följande bör dokumenteras:

- Kanalisation och förläggningssvägar.
- Optokablar (typ av kabel och antal fiber per kabel).
- Korskopplingsfält.
- Skarvar.
- Termineringar.
- Nodrum (typ, beläggning).
- Nyttjade fiberpar.



I systemhandlingen bör följande framgå:

- Vilka delar i nätet som ska dokumenteras (nodrum, kanalisation, kablar etc).
- På vilket sätt de olika delarna ska dokumenteras.
- Vilka programvaror och andra hjälpmedel som ska användas.
- På vilket sätt dokumentationen ska redovisas och lagras/arkiveras.
- Vilka som ska ha tillgång till dokumentationen.

*Referens: Registrering för interna tele- och datanät, svensk standard SS 455 12 00.*

## 9 Projektering

### 9.1 Allmänt

Vid etablering av ett fibernät är det mycket väsentligt att det byggs upp på ett strukturerat och enhetligt sätt i alla dess delar. För att erhålla likformighet krävs att förutsättningarna är fastställda i systemhandlingen. Dessa förutsättningar utgör grundläggande ingångsvärden för detaljprojekteringen.

En noggrann och förutseende tidsplanering är avgörande för om projekteringen och senare installationen blir lyckad. Hänsyn måste tas för tidsåtgång till framtagande av beslut och inhämtande av synpunkter i remisser m.m.

*Referens: "Optokabelnät" EBR-publikation B 14.00.*

### 9.2 Kompetens

De personer som skall projektera fibernät bör ha mycket goda erfarenheter dels vad avser kabelförläggning i mark och byggnader, dels kompetens inom optofiberteknik.

Kompetensen inom optofiberteknik bör ha inhämtats genom bl.a.:

- Grundläggande utbildning i optofiberteknik.
- Utbildning och erfarenhet av hantering och förläggning av fiberoptisk kabel.
- Utbildning och erfarenhet av skarvning och mätning av fiberoptisk kabel.

### 9.3 Handlingar

De handlingar som bör tas fram under projekteringsfasen är:

- Förläggningsritningar för kanalisation.
- Beskrivningar som omfattar:
  - Hantering och förläggning av optokabel.
  - Skarvning och kontaktering av optokabel.
  - Mätning och provning av optofiberinstallationer.
  - Registreringsförfarande.

Delar av dessa handlingar kan ingå som delar av systemhandlingen enligt avsnitt 8.

### 9.4 Materiel och installationsmetoder

#### 9.4.1 Allmänt

Den materiel med vilket fibernät byggs omfattar allt från kanalisation och kablar till stativ och utrustningar i nodrum. Ofta finns det flera olika valmöjligheter och tillvägagångssätt för de installationer som skall genomföras. Valet av specifik materiel och metod beror oftast på lokala förutsättningar i de aktuella näten.

Viktigt är dock att näten byggs upp konsekvent och strukturerat i hela dess omfattning.

Nedan följer en sammanställning av vissa valmöjligheter beträffande olika material och metoder för uppbyggnad av fibernät.

#### 9.4.2 Kanalisation

Kanalisationen består av optorör och brunnar, alternativt kabelskåp. Vid planering av kanalisationsmängd bör hänsyn tas till behov från andra intressenter än de som direkt har med fibernätet att göra för att erhålla samförläggningensvinster.

Vid samtliga schaktningar inom en kommun bör optorör för fibernätet förläggas enligt den övergripande planen framtagna i programhandlingen/systemhandlingen, även om området där schaktning förekommer inte direkt är aktuellt för att ansluta mot fibernätet vid schaktningstillfället.

Före beslut om schaktning bör andra alternativa tillvägagångssätt för framdragning och förläggning av kanalisation undersökas. Dessa kan utgöras av:

- Befintliga dagvatten- och avloppsledningar.
- Befintliga uttjänade gasledningar.
- Befintlig kanalisation med större dimensioner.

Brunnar används för i stort sett tre olika ändamål, dels för att slinga kabel, dels för att skarva kabel, dels för att användas som dragbrunn i samband med förläggning. En och samma brunntyp kan användas för alla tre ändamålen. På platser där utrymmet i marken är begränsat kan som ett alternativ kabelskåp användas.

I tätbebyggda områden med många fastigheter som ska anslutas krävs att skarvbrunnarna placeras relativt tätt med cirka 200 m avstånd. I mindre tätbebyggda områden kan avståndet mellan skarvbrunnarna vara betydligt längre.

En slingbrunn placeras där man vet att en omdragning av stråket kommer att ske i framtiden. Att slinga ett antal meter kabel i en lämpligt placerad brunn medger en viss flexibilitet vid mindre framtida förändringar av kabelsträckningen. Ett exempel på detta är framtida utbyggnad av rondeller längs en trafikled där man i dag inte vet rondellernas exakta läge.

#### 9.4.3 Tekniska krav på kanalisation

De optorör i vilka optokablarna förläggs skall vara av lågfriktionstyp, dvs. ha en invändig yta som minimerar friktionen i rören vid förläggning av optokabel. För mycket korta kabelsträckor kan rör av annan typ användas.

Beroende på var och hur optorören förläggs kan rörens mekaniska uppbyggnad skilja sig åt. Optorör för direktförläggning i mark skall ha sådan godstjocklek och dimension att de tryckbelastningar som förekommer inte skadar optorör och kabel. Optorör som förläggs i befintliga rör av större dimension (s.k. subrör) kan ha en klenare godstjocklek. Vid förläggning i dagvattenledningar är det viktigt att optorören klarar den mekaniska nötning som kan förekomma beroende på vatten-

mängder samt att skarvar är absolut vattentäta. Rör i avloppsledningar måste förutom den mekaniska nötningen även motstå angrepp från gaser och föroreningar som kan förekomma.

Vid förläggning av kanalisation direkt i mark skall gällande anvisningar och riktlinjer följas.

Direkt i samband med förläggning bör optorören märkas i ändpunkterna för att underlägga senare identifiering. Vid förläggning av flera optorör i samma schakt är det till mycket stor hjälp om optorören dessutom är märkta längs med hela dess längd med en färgbeteckning, siffra, bokstav eller liknande. Detta underlättar inte minst om ytterligare skarvbrunnar placeras längs med kanalisationen i ett senare skede.

*Referens: "Kabelförläggning max 145 kV", EBR-standard KJ 41:99.  
Publikationen omfattar även förläggning av kanalisation för optokabel.*

#### 9.4.4 Optokabel

En mängd olika typer av optokablar finns att tillgå vad avser kablarnas mekaniska uppbyggnad:

- Spårkabel, kabeln är uppbyggd av en hård kärna med spår i vilka optorör med fiber ligger. Har en hög hållfasthet.
- Ribbonkabel, kabeln är uppbyggd av en hård kärna med spår i vilka fibern ligger i band (ribbon). Denna kabel rymmer många fiber och medger ett rationellt skarvningsförfarande.
- Loose-tube kabel, fibern ligger i rör direkt under kabelmanteln, ett billigare alternativ till spårkabeln.
- Inomhuskabel, är avsedd för inomhusbruk med avseende på brandskydds krav.
- Utomhuskabel, långsvattentät kabel för utomhusbruk.
- Sjökabel, avsedd för förläggning i vatten.

Det är väsentligt att man väljer rätt kabel för rätt miljö och för den avsedda förläggningsmetoden.

Fibern i optokabeln skall vara singelmodfiber (SM) och avsedd för våglängds-multiplexering.

#### 9.4.5 Förläggningsteknik

Vid förläggning av optokabel i befintliga rör finns flera olika tillvägagångssätt. Om optorören är av lågfriktionstyp är som regel den mest effektiva metoden blåsing av optokabel. Även andra metoder såsom spolning och dragning kan användas, men de metoderna är oftast dyrare och för med sig vissa olägenheter (spolning medför t.ex. att vattenmassor måste tas om hand).

I regel skall varje optokabel läggas i ett eget optorör. Om flera kablar läggs i samma optorör är risken stor att klämskador uppstår vilka kan orsaka en förhöjd dämpning efter en tid. Vid varje brunn eller kabelskåp samt i ändpunkter skall

kabeln slingas för möjliggöra senare skarvnings- och inkopplingsarbeten. I brunnar bör kabeln slingas cirka 20 m, i ändpunkter cirka 10 m.

I samband med förläggningen är det mycket viktigt att optokablarna märks för att senare kunna identifieras vid skarvarbetet.

Vid val och förläggning av kablar inomhus skall gällande standarder och anvisningar följas.

*Referens : ”Kabelförläggning i byggnader”, svensk standard SS 424 14 38.*

## 9.5 Projektering av stamnät

Då stamnätet utgör den vitala delen i IT-infrastrukturen ställs det mycket höga krav på säkerhet. Från varje huvudnod skall det finnas redundanta fysiska direktförbindelser till flera andra huvudnoder i nätet. Med direktförbindelse menas att optokabeln inte får vara avgrenad på sträckan mellan två huvudnoder. Detta kan dock vara oekonomiskt att genomföra vid förläggning i glest bebyggda områden. I dessa fall är det väsentligt att definiera vilka optorör respektive spår i kabeln som skall vara direktförbindelser mellan huvudnoder.

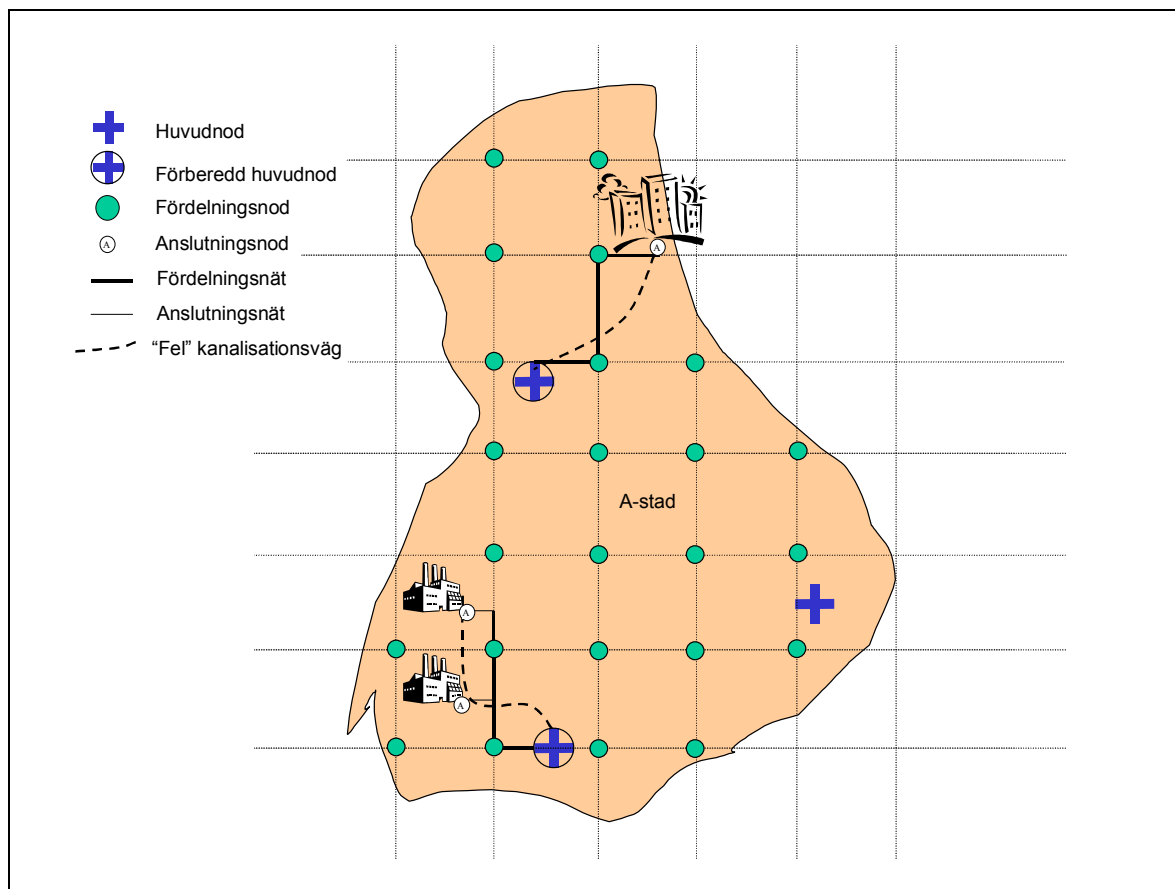
Hur den övergripande planeringen av stamnätet bör ske beskrivs i avsnitt 7.4.7, Utbyggnadsplan, Stamnät.

## 9.6 Projektering av fördelningsnät

Vid projektering av fördelningsnät är det viktigt att förläggningssvägarna väljs med tanke på framtida användare och nya anslutningar. Hänsyn bör tas till nya och planerade bostads- och industriområden vid placering av skarvbrunnar för att därigenom slippa förlägga nya kablar till de kommande områdena.

Det är viktigt att inte upprätta punkt-till-punkt-förbindelser för enskilda anslutningspunkt när planeringen för ett strukturerat nät har påbörjats. Den streckade linjen i bild 16 anger den enklaste och kortaste vägen för en tänkt förbindelse. När en förbindelse skall upprättas där kanalisation måste förläggas, bör man planera kanalisationens sträckning så att den kan ansluta till planerade noder. Även om en nod inte skall etableras i närtid, så gäller det att kanalisationen kommer så nära den tänkta platsen som möjligt. Rutnätet skall överföras till verkliga (möjliga) kanalisationsstråk.

**Bild 16:** Planering av kanalisation och fördelningsnoder i fördelningsnät



Fördelningsnoder som ligger långt från huvudorten (och huvudnoden) bör anslutas redundant till huvudort i annan kommun (se bild 9, D-by).

När det t.ex. i gles bebyggelse blir långa avstånd (större än 10 km) mellan huvudnoder och fördelningsnoder är det inte ekonomiskt att i ett första skede av utbyggnaden representera varje anslutningsnod (via fiberanslutning) i en huvudnod. I dessa fall kan en fördelningsnod med avseende på fibernätets struktur fungera som en huvudnod och som telehotell för respektive operatörs transmissionsutrustning. Detta innebär att kostnaden för fiberkablar som används i fördelningsnätet kommer att reduceras. Målet bör dock vara att utöka antalet fiber i takt med operatörernas behov.

## 9.7 Projektering av anslutningsnät

Anslutningsnätets uppbyggnad beror på karaktären av området i vilket det skall byggas (företagsområden, flerbostadshusområden, villaområden etc.) samt antalet användare som ska anslutas. I anslutningsnätet är det ännu större behov än i fördelningsnätet av att kanalisering planeras för framtida anslutningar.

Anslutningsnoderna bör om möjligt knytas samman i en slinga till fördelningsnoderna. Om detta inte är möjligt bör mängden optorör eventuellt ökas för att ta hänsyn till framtida anslutningar. I ett slingformat anslutningsnät finns alltid möjlighet att nå en nod från två olika håll.

För dimensionering av anslutningsnätet bör 96 st. fiber förläggas i slingan för anslutningsnätet, under respektive områdestyp framgår vilken mängd fiber som bör skarvas ut till respektive anslutningsnod. Antalet fiber i en slinga måste anpassas till de anslutningar som blir aktuella längs en slinga. Med 96 st. fiber i en kabel bör antalet och typerna av områden längs denna anslutningsslinga vara anpassad för detta antal fiber.

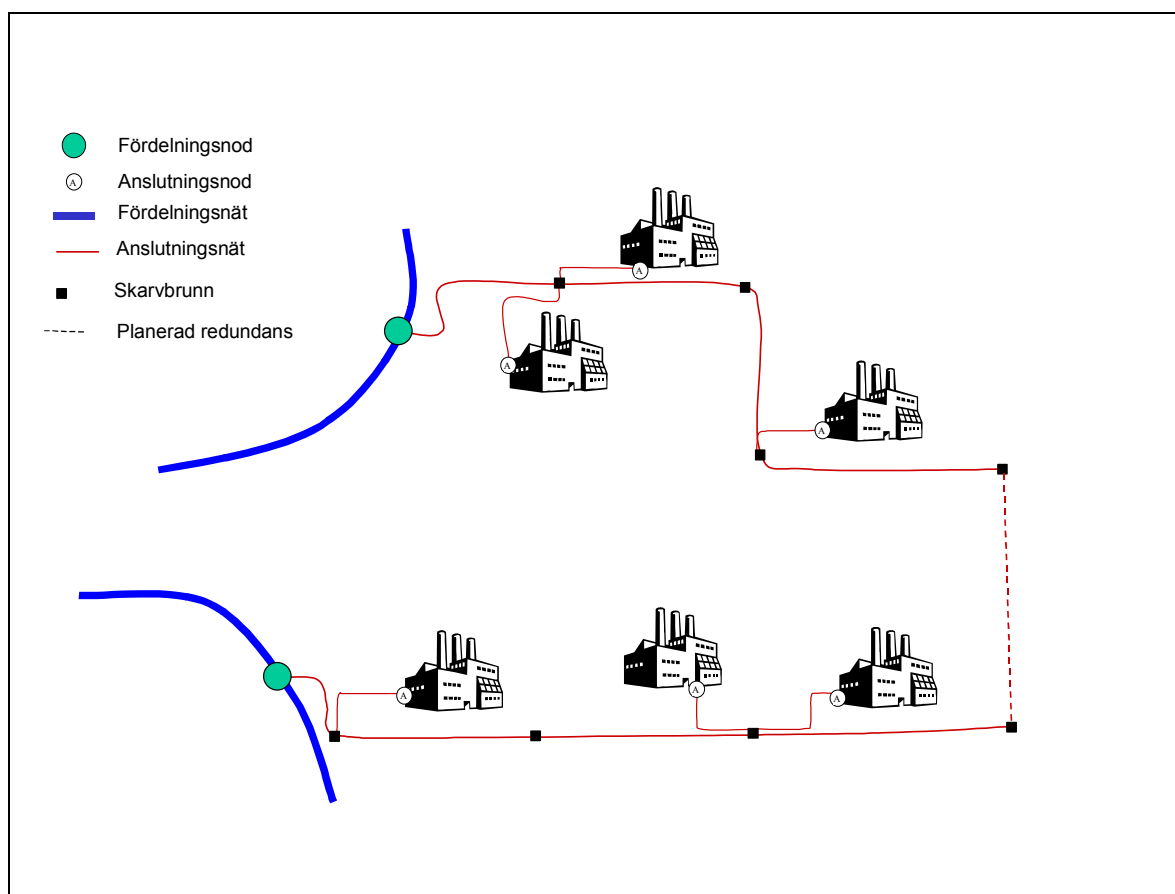
För de typer av områden som beskrivs i de följande avsnitten föreslås att minst 8 st. fiber ansluts till respektive anslutningsnod. Detta antal grundar sig på att det initialt skall kunna anslutas 4 st. operatörer.

### 9.7.1 Företagsområden

Anslutningsnätet inom ett företagsområde<sup>18</sup> bör byggas med redundans så långt ut mot användaren som möjligt. Anslutningsnoden placeras normalt inom fastigheten.

Från en anslutningsnod hos ett företag eller annan organisation med betydande kommunikationsbehov bör två olika anslutningsvägar alltid etableras till två separata fördelningsnoder. Skarvpunkten är den skarvbox eller motsvarande där optofibern förgrenas till respektive fastighet.

**Bild 17:** Anslutningsnät för ett företagsområde. Gäller även vid anslutning av andra organisationer såsom myndigheter, sjukhus, vårdcentraler och skolor



Minst 8 st. fiber bör förläggas per anslutningsnod. En anpassning till lokala förutsättningar måste ske i varje enskilt fall.

<sup>18</sup> Gäller även vid anslutning av andra organisationer såsom myndigheter, sjukhus, vårdcentraler och skolor.



Följande faktorer kan exempelvis öka behovet av fiber:

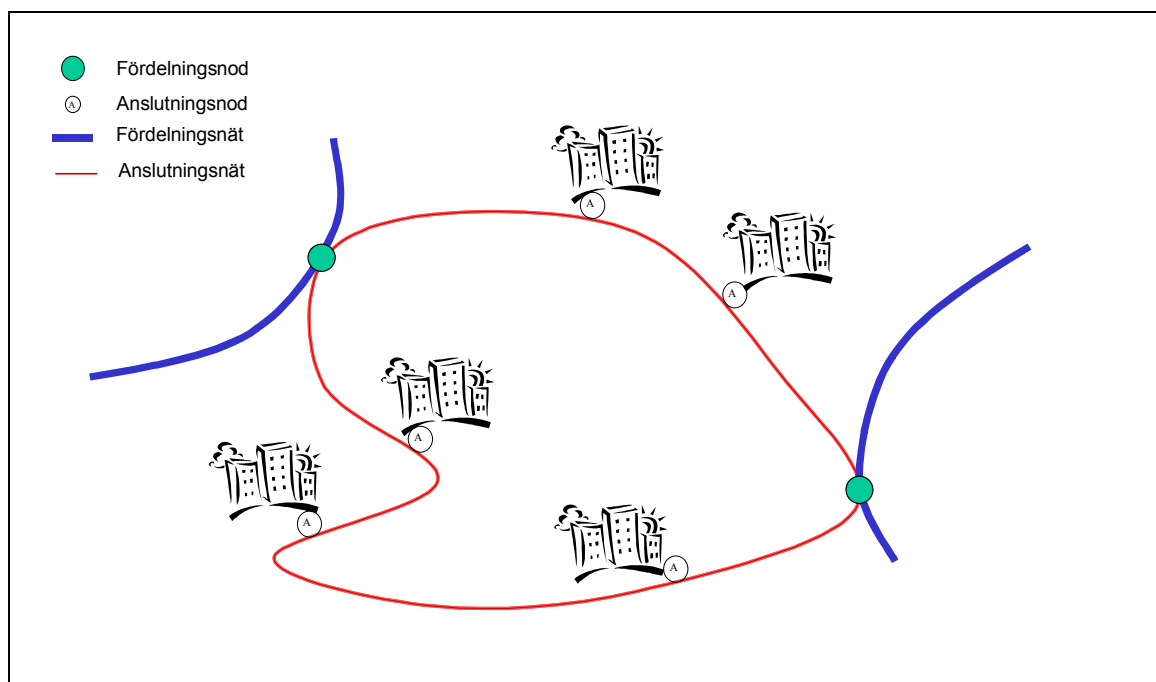
- Typ av organisation, eventuellt behov av svart fiber till andra organisationsenheter inom orten.
- Antal företag och andra organisationer inom fastigheten (exempelvis företags hotell där varje företag kan behöva en exklusiv anslutning).

### 9.7.2 Flerbostadsfastigheter

I flerbostadsområden placeras anslutningsnoden i respektive fastighet eller i större områden i den fastighet där fastighetsnätets områdesnod är placerad. I dessa områden är det oftast möjligt att gå in med anslutningsnätet i fastigheten vilket gör att skarvbrunnar här inte behövs. Skarvbrunnar kan naturligtvis bli aktuella även i dessa områden. Anslutningsnätet skall om möjligt ansluta mot två fördelningsnoder.

Minst 8 st. fiber bör förläggas per anslutningsnod för flerbostadshus.

**Bild 18:** Anslutningsnät för ett flerbostadsområde



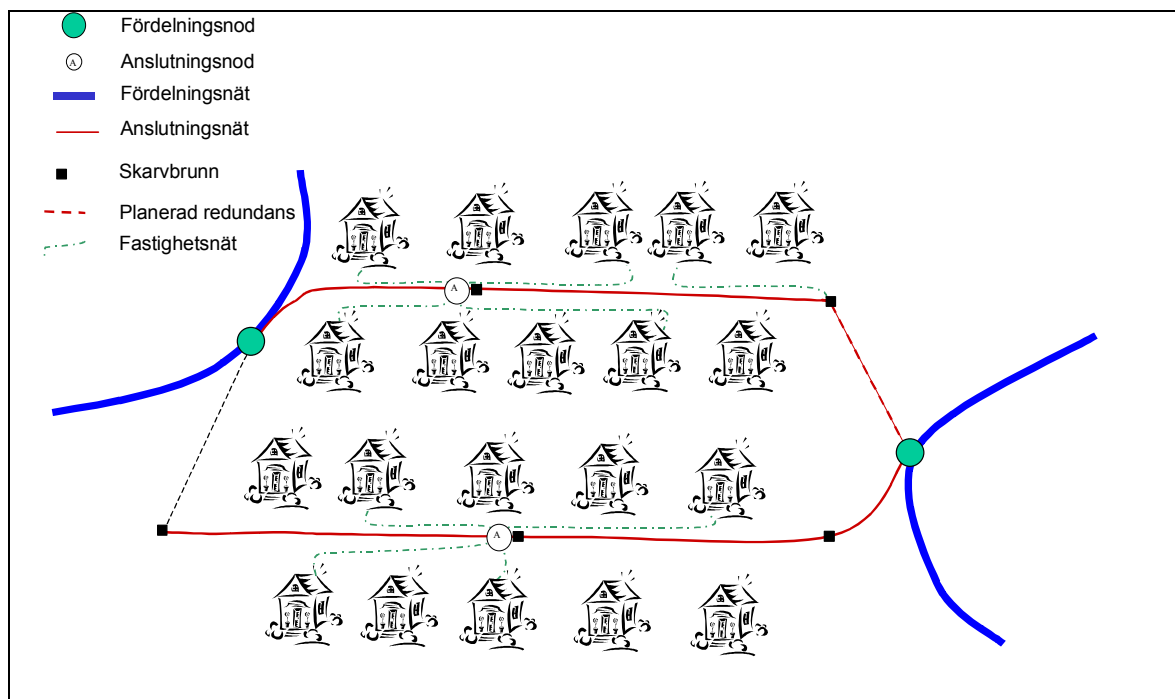
### 9.7.3 Villaområden

På lämpliga platser i villaområden placeras anslutningsnoder till vilka i storleksordningen 75-100 st. villor ansluts. Anslutningsnoden ansluts om möjligt till två olika fördelningsnoder. Mellan anslutningsnoden och varje enskild fastighet etableras punkt-till-punkt-förbindelser. Att erhålla full redundans hela vägen ut till varje användare i villaområden är i dagsläget mycket kostsamt.

Riktvärden för villaområden är:

- 75-100 st. villor ansluts till en anslutningsnod.
- 8 st. fiber per anslutningsnod för villor.

**Bild 19:** Anslutningsnät för ett villaområde



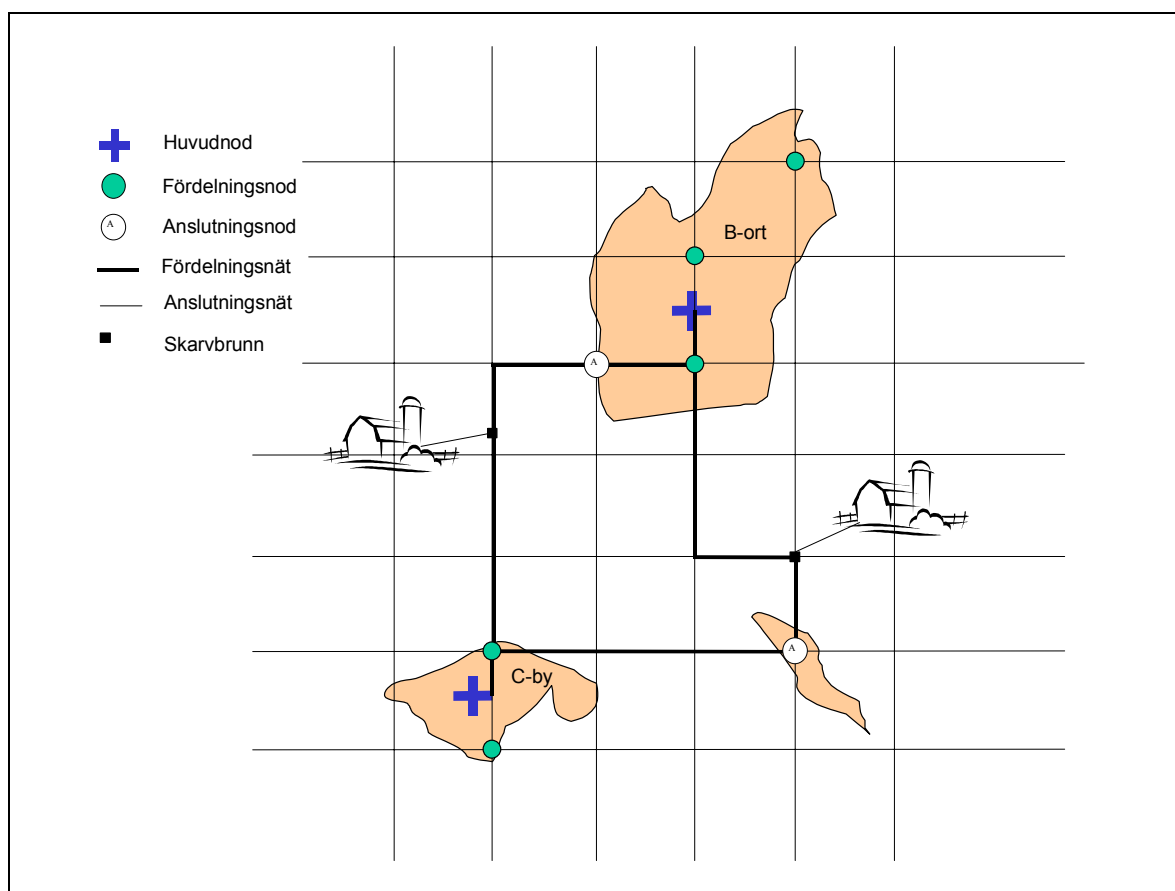
### 9.7.4 Gles bebyggelse

Bild 20 visar den möjlighet som finns att ansluta enskilda fastigheter i gles bebyggda områden i samband med att stamnät eller fördelningsnät byggs mellan noder. För att detta skall vara ekonomiskt intressant måste presumtiva anslutningspunkter beaktas vid planering av kanalisation och kabelförläggning i gles bebyggda områden. För att förbereda ytterligare anslutningar kan kabel slingas i mark alternativt i skarvbrunn.

Anslutning av fastigheter i gles bebyggda områden måste anpassas till:

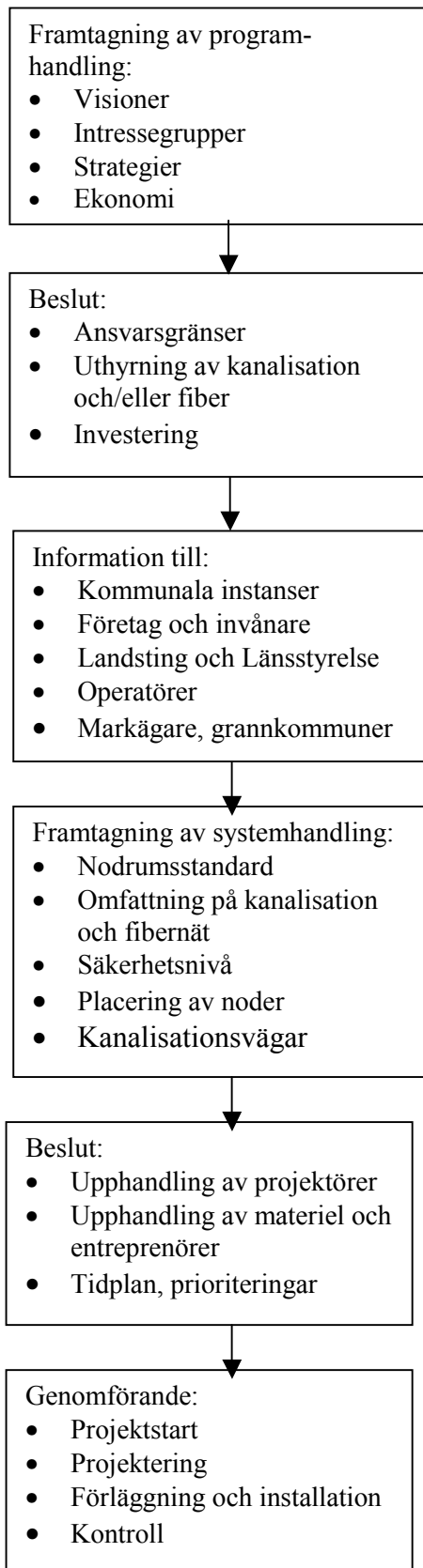
- Geografisk placering.
- Avstånd till fördelningsnod.

**Bild 20:** Anslutning av enskilda fastigheter i gles bebyggda områden



## Utvecklingsgången för IT-infrastrukturen

Här återges översiktligt de moment som finns beskrivna i tidigare avsnitt.



## Ordförklaring

aktiv utrustning	Med aktiv utrustning avses här operatörernas kommunikations-utrustning, servrar m.m.
AMA	Allmänna Material och Arbetsbeskrivningar, utges av Svensk Byggtjänst.
asymmetrisk kommunikation	Innebär att överföringskapaciteten är högre i riktning till användaren, än från användaren.
bandbredd	Vid digital informationsöverföring anges bandbredden, dvs. överföringskapaciteten, i bitar per sekund, bit/s. Bandbredden motsvarar mängden information som överförs per tidsenhet.
bit	Binär siffra, kan vara antingen 0 eller 1.
bit/s	Bit per sekund. Måttenheter vid dataöverföring.
bredband	Vad som avses med bredband varierar. I denna vägledning innebär bredband 5 Mbit/s och däröver.
EBR	Sveriges elleverantörer.
e-post	Elektronisk post. Överföring av meddelande med hjälp av datorer där meddelandet kan läsas vid valfri tidpunkt.
fysisk nät	Den faktiska placeringen av kanalisering och fiberoptokabel.
GSM	Global System for Mobile communications.
Internet	Globalt datornät med IP som kommunikationsprotokoll.
Internetoperatör	Operatör som levererar Internettjänst till användare.
IP	Internet Protocol, kommunikationsprotokoll som handhar adressering och vägval för datapaket i Internet och i andra IP-baserade nät.
IP-arkitekturen	Se kommunikationsarkitektur.
kanalisation	Anläggning av optorör och brunnar i vilka fiberoptokablar skall förläggas.
kbit/s	Kilobit per sekund: 1.000 bit/s.
kommunikationsarkitektur	En kommunikationsarkitektur omfattar bl.a. protokoll för olika tillämpningar, transport av data och övervakning, globalt unika nätadresser, stödsystem för översättning mellan logiska och fysiska nätadresser. För Internet används IP-arkitekturen.
LMDS	Local Multipoint Distribution Service, mikrovågsbaserat radiosystem för fast access.
logiskt nät	Ett logiskt nät definieras av kommunikationsvägen mellan noder. Operatören skapar (konfigurerar) det logiska nätet i den aktiva utrustningen.
Mbit/s	Mega bit per sekund: 1.000.000 bit/s.
nod	En knutpunkt i ett kommunikationsnät.

nättopologi	Det geometriska utseendet, formen och läget av ett näts kablar (kabelförläggning) och noder.
operatör	Internetoperatör eller annan aktör som bygger aktiva nät med hjälp av fibernät. Exempel på annan aktör är ett företag som vill bygga det aktiva nätet för kommunikation mellan olika företagsenheter.
OTDR	Optical Time Domain Reflectometer. Optisk reflektometer.
protokoll	En uppsättning regler för att ett datorprogramms växelspel med andra program ofta placerade i annan dator.
redundans	Redundans innebär här att det finns alternativa förbindelser.
router	Dator som väljer väg för och vidarebefordrar datapaket i ett IP-nät.
server	Datorprogram som tillhandahåller gemensamma servicefunktioner i ett datornät, t.ex. datalagring och e-postkommunikation. Server, serverdator, är en dator med ett eller flera serverprogram.
STUPI	Svensk Teleutveckling & Produktinnovation AB.
SUNET	Svenska universitetsdatanätet.
svart fiber	Svart fiber är optisk fiber utan kommunikationsutrustning, dvs. nätägaren ger båda ändarna av förbindelsen i form av fiberanslutning till operatören utan mellanliggande utrustning.
Svenska KraftKom	Helägt dotterbolag till Svenska Kraftnät.
symmetrisk kommunikation	Innebär att överföringskapaciteten är lika hög till respektive från användaren.
telehotell	Med telehotell avses ett gemensamt utrymme där operatörer kan placera sin aktiva utrustning (kommunikationsutrustning, servrar m.m.).
topologi	Geografisk utformning.
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System, tredje generationens system för mobil kommunikation.
UPS	Uninterruptable Power Supply. Avbrottsfritt kraftaggregat.
webb	World Wide Web, funktion på Internet eller på ett intranät som medger att man enkelt kan hämta sammanlänkad information i form av text, bild och ljud.
våglängsmultiplexering	Teknik för att överföra flera signaler samtidigt över en optisk fiber.

## Referenser

AMA (Allmänna Material och Arbetsbeskrivningar), utges av Svensk Byggtjänst.

Bredband för tillväxt i hela landet, SOU 1999:85, betänkande från IT-infrastrukturutredningen (kommittédirektiv 1998:07, Kommunikationsdepartementet).

Fastighetsnät för informationsöverföring – Generella kabelnät, svensk standard SS-EN 50 173.

Framtidssäker IT-infrastruktur för Sverige, SOU 1999:134, delbetänkande från IT-kommissionen.

Infrastrukturprogram för bredbandskommunikation, delbetänkande från bredbandsutredningen, 2000-04-03 (kommittédirektiv 2000:04, Näringsdepartementet).

Kabelförläggning i byggnader, svensk standard SS 424 14 38.

Mekaniskt inbrottsskydd RUS 200:3, 1994, utges av Försäkringsförbundet.

Optokabelnät, EBR-publikationen B 14.00.

Projektering och installation av Inbrottslarmanläggning, RUS 130:6, oktober 1999, utges av Försäkringsförbundet.

Registrering för interna tele- och datanät, svensk standard SS 455 12 00.

Regler för automatisk brandlarmanläggning, RUS 110:5, 1992, utges av Försäkringsförbundet.