

# Modelldokument (utkast)

Modelldokument avseende kalkylmodell för det fasta nätet



**Diarienummer**

24-12058

**ISSN**

1650-9862

**Post- och telestyrelsen**

Box 6101

102 32 Stockholm

08-678 55 00

[pts@pts.se](mailto:pts@pts.se)

[www.pts.se](http://www.pts.se)

# Innehåll

## Figurer V

## Tabeller VI

|           |                                                                            |           |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b>  | <b>Inledning.....</b>                                                      | <b>7</b>  |
| 1.1       | Bakgrund .....                                                             | 7         |
| 1.2       | Geomodellering och kostnadsmodellering – allmänna överväganden.....        | 8         |
| 1.3       | Tjänster, teknik och omfattning för de nät som ska beaktas i modellen..... | 10        |
| 1.4       | Modellstruktur och programmeringsmiljö.....                                | 11        |
| 1.5       | Modellpaket för tjänsten lokalt fysiskt tillträde .....                    | 12        |
| 1.5.1     | <i>Indata och utdata i modellpaketet.....</i>                              | <i>13</i> |
| 1.5.2     | <i>Guide för modellpaketet.....</i>                                        | <i>13</i> |
| <b>2.</b> | <b>Geomodellen.....</b>                                                    | <b>14</b> |
| 2.1       | Översikt .....                                                             | 14        |
| 2.2       | Indata.....                                                                | 15        |
| 2.2.1     | <i>Indata för geomodellen.....</i>                                         | <i>15</i> |
| 2.2.2     | <i>Klassificering av byggnader .....</i>                                   | <i>17</i> |
| 2.2.3     | <i>Definitionen av nätägarens täckningsområde .....</i>                    | <i>18</i> |
| 2.2.4     | <i>Efterfrågan på fiber .....</i>                                          | <i>19</i> |
| 2.2.5     | <i>Strukturella indataparametrar .....</i>                                 | <i>20</i> |
| 2.3       | Geobearbetning .....                                                       | 21        |
| 2.3.1     | <i>Uppdelning i upptagningsområden.....</i>                                | <i>21</i> |
| 2.3.2     | <i>Placering av nätnoder .....</i>                                         | <i>25</i> |
| 2.3.3     | <i>Vägtyper och förläggningstekniker .....</i>                             | <i>26</i> |
| 2.3.4     | <i>Att hitta nätvägar.....</i>                                             | <i>26</i> |

|           |                                                                   |           |
|-----------|-------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.4       | Bearbetning av geo-output.....                                    | 29        |
| 2.4.1     | <i>Ruttning</i> .....                                             | 30        |
| 2.4.2     | <i>Gatukorsning</i> .....                                         | 30        |
| 2.4.3     | <i>Kablar</i> .....                                               | 31        |
| 2.4.4     | <i>Mikrokanalisation</i> .....                                    | 33        |
| 2.4.5     | <i>Skarvning</i> .....                                            | 33        |
| 2.4.6     | <i>Brunnar</i> .....                                              | 35        |
| 2.4.7     | <i>FOS</i> .....                                                  | 35        |
| 2.4.8     | <i>ODF</i> .....                                                  | 35        |
| 2.5       | Utdataparametrar för geomodellen: nätkvantiteter .....            | 36        |
| <b>3.</b> | <b>Kostnadsmodell .....</b>                                       | <b>43</b> |
| 3.1       | Översikt .....                                                    | 43        |
| 3.2       | Nätkvantiteter.....                                               | 44        |
| 3.3       | Investeringsberäkning.....                                        | 44        |
| 3.3.1     | <i>Indataparametrar för investeringsberäkningen</i> .....         | 44        |
| 3.3.2     | <i>Ruttning</i> .....                                             | 51        |
| 3.3.3     | <i>Gatukorsning</i> .....                                         | 59        |
| 3.3.4     | <i>Mikrokanalisation</i> .....                                    | 60        |
| 3.3.5     | <i>Kablar</i> .....                                               | 63        |
| 3.3.6     | <i>Skarvning</i> .....                                            | 66        |
| 3.3.7     | <i>Brunnar</i> .....                                              | 67        |
| 3.3.8     | <i>FOS</i> .....                                                  | 68        |
| 3.3.9     | <i>ODF</i> .....                                                  | 69        |
| 3.3.10    | <i>Indirekta investeringar</i> .....                              | 70        |
| 3.3.11    | <i>Statligt stöd</i> .....                                        | 71        |
| 3.4       | Utdataparametrar från investeringsberäkningen.....                | 72        |
| 3.5       | Kostnadsberäkning.....                                            | 73        |
| 3.5.1     | <i>Indataparametrar för kostnadsberäkningen</i> .....             | 74        |
| 3.5.2     | <i>Annualisering av direkta och indirekta investeringar</i> ..... | 82        |

|                                                       |                                                                                            |            |
|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 3.5.3                                                 | OPEX.....                                                                                  | 84         |
| 3.5.4                                                 | Gemensamma kostnader.....                                                                  | 85         |
| 3.5.5                                                 | Total kostnad.....                                                                         | 85         |
| 3.5.6                                                 | Fördelning av kostnader mellan enfamiljshus och flerfamiljshus samt övriga byggnader ..... | 85         |
| 3.5.7                                                 | Inkrementell kostnad per aktiv linje till enfamiljshus .....                               | 87         |
| 3.5.8                                                 | Värdering av anläggningsinfrastruktur.....                                                 | 88         |
| 3.5.9                                                 | Beräkning av kostnader för backhaul genom svartfiber .....                                 | 88         |
| 3.5.10                                                | Beräkning av VULA-kostnader.....                                                           | 88         |
| 3.5.11                                                | Samlokaliseringstjänster.....                                                              | 93         |
| 3.6                                                   | Utdataparametrar från kostnadsberäkningen.....                                             | 96         |
| <b>Bilaga A – Detaljer om korsning av gator .....</b> |                                                                                            | <b>97</b>  |
| <b>Bilaga B – Förkortningar .....</b>                 |                                                                                            | <b>100</b> |
| <b>Bilaga C – Ordlista.....</b>                       |                                                                                            | <b>103</b> |

## Figurer

|                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------|----|
| Figur 1: Kalkylmodellens struktur                                  | 10 |
| Figur 2: Geomodellens modelleringssteg                             | 15 |
| Figur 3: Dubbel stjärntopologi för nät                             | 22 |
| Figur 4: Scenario A och B för gatukorsningar och tvåsidig ruttning | 31 |
| Figur 5: Aggregering av matarkablar                                | 33 |

## Tabeller

|                                                                                  |     |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabell 1: Indatamängder som används vid förbehandling och geografisk modellering | 16  |
| Tabell 2: Klassificering av byggnader                                            | 18  |
| Tabell 3: Beräkningsregler                                                       | 19  |
| Tabell 4: Strukturella indataparametrar för geomodelleringen                     | 21  |
| Tabell 5: Vägtyper, schakt- och förläggningstekniker                             | 26  |
| Tabell 6: Utdataparametrar från geomodelleringen, nätkvantiteter                 | 36  |
| Tabell 7: Indataparametrar för investeringsberäkningen                           | 45  |
| Tabell 8: Utdataparametrar från investeringsberäkningen                          | 73  |
| Tabell 9: Indataparametrar för kostnadsberäkningen                               | 75  |
| Tabell 10: Direkta investeringskategorier                                        | 83  |
| Tabell 11: Indirekta investeringskategorier                                      | 84  |
| Tabell 12: Utdataparametrar från kostnadsberäkningen                             | 96  |
| Tabell 13: Förkortningar                                                         | 100 |
| Tabell 14: Ordlista                                                              | 103 |

# 1 Inledning

## 1.1 Bakgrund

Enligt lagen (2022:482) om elektronisk kommunikation<sup>1</sup> kan Post- och telestyrelsen (PTS) ålägga operatörer med betydande marknadsinflytande (SMP) skyldigheter på grossistnivå för att lösa konkurrensproblem på marknaden, så kallad förhandsreglering (ex ante-reglering). Syftet är att skapa rättvisa och förutsebara villkor för alla marknadsaktörer, vilket i sin tur leder till bättre konkurrens och ett bredare utbud av prisvärda tjänster för slutanvändarna.

Enligt PTS:s analys av marknaden för lokalt grossisttillträde via en fast anslutningspunkt (marknad 1) i Europeiska kommissionens rekommendation<sup>2</sup> utgör varje nätägars fiberaccessnät som ansluter enfamiljshus en separat relevant marknad<sup>3</sup>.

Mot denna bakgrund har PTS bedömt det vara motiverat att utveckla en ny kalkylmodell som kan beräkna kostnadsorienterade tillträdespriser.

PTS har gett WIK-Consult GmbH (WIK) i uppdrag att stödja PTS i utvecklingen av en ny kalkylmodell för att beräkna kostnader för följande tjänster:

- Lokalt fysiskt tillträde till enfamiljshus
- Virtual Unbundled Local Access (VULA) till enfamiljshus
- Samlokaliseringstjänster
- Transporttjänster för VULA

Utgångspunkten är att kalkylmodellen ska vara skalbar för att möta eventuella framtida skyldighetsbeslut och därmed användningsbar för olika geografiska marknader.

Principerna som ligger till grund för kalkylmodellen anges i modellreferensdokumentet (MRD). Denna modelldokumentation beskriver hur MRD:s

---

<sup>1</sup> Lagen om elektronisk kommunikation (LEK) genomför Europaparlamentets och rådets direktiv (EU) 2018/1972 av den 11 december 2018 om inrättande av en europeisk kodex för elektronisk kommunikation.

<sup>2</sup> Kommissionens rekommendation (EU) 2020/2245 av den 18 december 2020 om relevanta produkt- och tjänstemarknader inom sektorn för elektronisk kommunikation vilka kan komma i fråga för förhandsreglering i enlighet med Europaparlamentets och rådets direktiv (EU) 2018/1972 om inrättande av en europeisk kodex för elektronisk kommunikation.

<sup>3</sup> PTS utkast till marknadsanalys 2025-05-06, s. 85.

principer implementeras praktiskt i modellen samt vilken data som används. Modelldokumentationen beskriver också kalkylmodellens antaganden, struktur och funktionalitet.<sup>4</sup>

## 1.2 Geomodellering och kostnadsmodellering – allmänna överväganden

I Sverige finns runt 230 anmälningspliktiga nätägare. Endast ett mindre antal<sup>5</sup> av dessa nätägare kan komma att omfattas av SMP-skyldigheter. Av denna anledning är modellen utformad för att beräkna resultat för varje nätägare som kan komma att omfattas av sådana skyldigheter. Nätägarspecifik uppsättning indata används och att alla resultat lagras per nätägare.

Den modell som tas fram ska vara en BULRIC+-modell<sup>6</sup> för en hypotetiskt effektiv operatör för lokalt fysiskt och virtuellt tillträde till enfamiljshus, med beaktande av kostnadsbesparingar från samproduktion med flerfamiljshus, företag och andra interna och externa tjänster (se MRD principerna 1, 3, 4, 6 och 9).

Figur 1 visar modellstrukturen och dess grundläggande byggblock. BULRIC+-modellen för beräkning av kostnader för lokalt tillträde består av två huvudsakliga moduler:

- **Geomodell**, som används för att modellera nätet och härleda de nätkvantiteter som ligger till grund för kostnadsberäkningarna.
- **Kostnadsmodell**, som använder de modellerade nätkvantiteterna för att beräkna nätinvesteringar och kostnader samt härleda tjänstespecifika kostnader.

Modellen använder bland annat georefererade uppgifter om gator, byggnader och efterfrågan samt struktur-, investeringskostnads- och övriga kostnadsparametrar. Struktur- och kostnadsparametrar har bland annat samlats in från nätägare genom enkäter. Grundläggande uppgifter om efterfrågan baseras på nätägarnas

<sup>4</sup> Tillsammans med detta modelldokument finns ett utkast till kostnadsmodell som har publicerats av PTS för samråd i september 2026. Observera att detta utkast till kostnadsmodell har utvecklats som en generisk representation och inte återspeglar nätutbredning eller kostnadsstrukturen för någon specifik operatör. Följaktligen är alla indata, inklusive prisdata och kostnadsparametrar, illustrativa och baserade på hypotetiska antaganden.

<sup>5</sup> Operatörer med fler än 5 000 enfamiljanslutningar.

<sup>6</sup> Nedifrån-och-upp-modell för beräkning av långsiktig marginalkostnad, Kommissionens rekommendation (EU) 2024/539

inrapporterade uppgifter om anslutna byggnader och arbetsställen samt på PTS egna uppskattningar.

De modellerade fibernäten ska återspegla svenska förhållanden och vara förenliga med Robust Fiber-riktlinjerna<sup>7</sup> och relevanta krav som hänvisas till i MRD (se MRD princip 15). Nätutformningen har även diskuterats med relevanta intressenter och sakkunniga, bland annat Robust Fiber, nätägare och teknisk expertis som PTS har konsulterat. Där uppgifter har saknats har underlaget kompletterats med expertbedömningar.

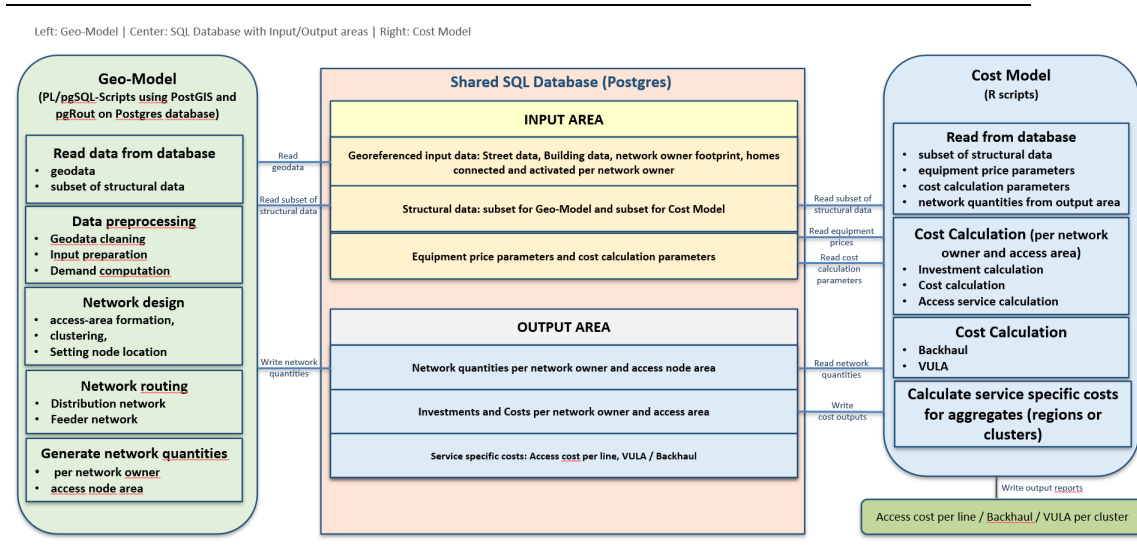
Modellens olika beräkningssteg och informationsflöden framgår också av Figur 1. Den tekniska lösningen omfattar strukturerad hantering av indata, mellanresultat och resultat, bland annat genom en databas. Databasen används som stöd för PTS interna hantering och bearbetning av modellunderlag och resultat och utgör inte i sig en del av modellens metodmässiga ansats.

**För tjänsten lokalt fysiskt tillträde tillhandahålls ett separat modellpaket med kostnadsmodellen implementerad i R för extern användning.** Modellpaketet använder de nätkvantiteter som har tagits fram genom geomodellen tillsammans med investerings- och kostnadsparametrar för att genomföra kostnadsberäkningarna. Geomodellens beräkningar ingår inte i modellpaketet. Modellpaketets innehåll, indata, utdata och användning beskrivs närmare i avsnitt 1.5.

---

<sup>7</sup> Robust fiber, Robust fiberanläggning. Länk: <https://robustfiber.se/https://robustfiber.se/>.

Figur 1: Kalkylmodellens struktur



Källa: WIK-Consult

### 1.3 Tjänster, teknik och omfattning för de nät som ska beaktas i modellen

I linje med slutsatserna i marknadsanalyser och skyldigheter ska modellen kunna beräkna kostnader för följande tjänster:

- Lokalt fysiskt tillträde till enfamiljshus
- Virtual Unbundled Local Access (VULA) till enfamiljshus
- Samlokalisering
- Transporttjänster för VULA

I modellen innebär skyldigheten om fysiskt tillträde att SMP-operatören tillhandahåller tillträde till den enskilda fiber per slutanvändare som ansluter till en accessnod.

Modellen ska beräkna kostnaden per abonnentanslutning (fysisk eller virtuell) till enfamiljshus, med beaktande av kostnadsbesparingar som uppstår till följd av samproduktion med andra tjänster (se MRD Princip 6).

VULA ger tillträdande operatörer virtuellt tillträde till fiber som ansluter slutanvändare till en nod som kan ha samma eller högre aggregeringsnivå än accessnoden. Modellen ska endast omfatta kostnadsberäkningen för **transporttjänsten** mellan

accessnoden och VULA-överlämningspunkten. Varje operatörs fullständiga corenät ska inte modelleras (se MRD Princip 7).

### **Geografisk omfattning (byggnader som ska beaktas)**

Den geografiska omfattningen av de modellerade fibernäten ska också omfatta andra byggnader än enfamiljshus, såsom flerfamiljshus, företag och offentliga byggnader som bedöms vara effektiva att ansluta. Syftet är att beakta effektivitetsvinster från samproduktion (Princip 9 i MRD).

### **Teknik**

Anslutningar till enfamiljshus ska modelleras baserat på FTTH P2P-teknik, med flexibilitet att i framtiden beakta PON-teknik (med splitters i accessnoden). Flerfamiljshus modelleras med en eller några få fiberanslutningar (inklusive reservkapacitet) per byggnad för att beakta effektivitetsvinster från samproduktion (se MRD Princip 8 och 9).

## **1.4 Modellstruktur och programmeringsmiljö**

### **Modellen är strukturerad i två sammanhängande moduler: geomodellen och kostnadsmodellen**

Geomodellen används för att härleda de nätkvantiteter som krävs för bedömningen genom att bearbeta geospaciala och strukturella indata och omsätta dem i en modellerad nätlayout. Resultaten som genereras i geomodellen är jämförelsevis stabila över tid.

Kostnadsmodellen bygger på de nätkvantiteter som genereras av geomodellen och använder dem för att beräkna investeringar, annuitetsberäknade kostnader, driftskostnader och tjänstespecifika kostnadsresultat. Till skillnad från geomodellen är denna modul mindre beräkningskrävande och förlitar sig i högre grad på indataparametrar som kan förändras, såsom priser och andra kostnadsantaganden. Den kan därför köras oftare, för känslighetstester och för uppdateringar efter förändringar i indata.

Geomodellen är byggd genom SQL- och PL/pgSQL-skript i PostgreSQL, inklusive PostGIS för geospacial bearbetning och pgRouting-funktioner för ruttningsuppgifter. Kostnadsmodellen är byggd och körs i R-miljö. Geomodelleringen ingår inte i det modellpaket som tillhandahålls externt. I modellpaketet tillhandahålls i stället de modellerade nätkvantiteter som krävs som indata till kostnadsmodellen.

Utdata från geomodellen utgörs i huvudsak av nätkvantiteter per nätägare, vilka överförs till kostnadsmodulen. Kostnadsmodulen använder R-skript för att värdera kvantiteter för att beräkna investeringar och kostnader för respektive marknad för nätägare som omfattas av SMP-skyldighet. Tjänstespecifika resultat kan härledas per upptagningsområde, per nätägare eller på någon annan grupperings- eller aggregeringsnivå som tillhandahålls i indata.

Det modellpaket som tillhandahålls externt omfattar i nuvarande version tjänsten lokalt fysiskt tillträde, som är en av de tjänster som uppdraget syftar till att modellera. Modellpaketet omfattar därmed inte samtliga tjänster som ingår i den övergripande modelleringen, utan är i denna version avgränsat till de beräkningar som avser lokalt fysiskt tillträde.

### Programmeringsmiljö

Geomodellen är byggd i PostgreSQL och utnyttjar tillägget PostGIS för avancerad geospatial bearbetning och tillägget pgRouting för att stödja nätverksruttningsalgoritmer. PostgreSQL valdes dels för sin robusthet och skalbarhet vid hantering av stora, dataintensiva arbetsbelastningar, dels för sitt starka stöd för komplexa spatiala operationer och sin transaktionella tillförlitlighet.

Som öppen källkod utgör PostgreSQL och dess tillägg en kostnadseffektiv och flexibel lösning som stämmer väl överens med PTS krav på transparent och anpassningsbar geomodellering. Parallellt implementeras kostnadsmodellen med R-skript för att beräkna kvantiteter, investeringar och kostnader för varje upptagningsområde som hör till SMP-reglerade operatörer. R är en programmeringsmiljö som används för statistisk analys, databearbetning och modellering. Dess omfattande ekosystem av paket stöder avancerad analys vilket gör det lämpat för komplexa, datadrivna tillämpningar.

## 1.5 Modellpaket för tjänsten lokalt fysiskt tillträde

För tjänsten lokalt fysiskt tillträde tillhandahålls ett separat modellpaket som innehåller en kalkylmodell implementerad i R. Modellpaketet använder modellerade nätkvantiteter tillsammans med investerings- och kostnadsparametrar för att beräkna investeringar, månatliga kostnader och kostnaden för lokalt fysiskt tillträde.

Geomodellens beräkningar ingår inte i modellpaketet. I stället tillhandahålls de modellerade nätkvantiteter som indata till kalkylmodellen. **Det modellpaket som tillhandahålls avser endast tjänsten lokalt fysiskt tillträde.**

Modellpaketet är konfigurerat för en fiktiv operatör med tre upptagningsområden och innehåller fiktiva nätkvantiteter samt fiktiva investerings- och kostnadsparametrar. Uppgifterna är framtagna för att illustrera modellens struktur, beräkningsflöde och

resultatredovisning och ska inte tolkas som uppgifter om en faktisk nätägare eller ett faktiskt fiberaccessnät.

### 1.5.1 Indata och utdata i modellpaketet

Modellens indata tillhandahålls i en Excel-arbetsbok. Arbetsboken innehåller uppgifter om nätägare och upptagningsområden, modellerade nät- och efterfrågekvantiteter för respektive upptagningsområde samt de investerings- och kostnadsparametrar som används i beräkningarna.

Nätkvantiteterna redovisas för två inkrement. Det ena inkrementet omfattar enfamiljshus, flerfamiljshus och övriga byggnader (SDU/MDU/NRO), medan det andra omfattar flerfamiljshus och övriga byggnader (MDU/NRO). De två inkrementen används för att beräkna den kostnad som hänförs till enfamiljshus.

Nätkvantiteterna omfattar bland annat uppgifter om efterfrågan, ruttlängder, fiber-, kabel- och mikroduktlängder samt nätkomponenter såsom distributionspunkter och brunnar. Investerings- och kostnadsparametrarna omfattar bland annat enhetspriser och tekniska parametrar som används för att beräkna investeringar och månatliga kostnader.

- **Indatafil:** model\_input\_fictive\_netowner.xlsx
- **Placering i modellpaketet:** local\_physical\_access/\_input

Modellens resultat exporteras till en formaterad Excel-arbetsbok med ett översiktsblad samt separata blad för nätkvantiteter, investeringar, månatliga kostnader och inkrementell kostnad per aktiv SDU-linje. De månatliga kostnaderna redovisas uppdelade på kapitalkostnad, driftskostnad, indirekt kapitalkostnad och gemensamma kostnader. Det slutliga resultatet redovisas som inkrementell månadskostnad per aktiv SDU-linje<sup>8</sup>.

- **Resultatfil:** model\_output\_fictive\_netowner.xlsx
- **Placering i modellpaketet:** local\_physical\_access/\_output

### 1.5.2 Guide för modellpaketet

Till modellpaketet hör en särskild modellguide som utgör den tekniska och praktiska dokumentationen för modellpaketet. Guiden beskriver installation och körning, indatans struktur, modellens beräkningsflöde och utdata samt modellpaketets fil- och kodstruktur och centrala funktioner.

<sup>8</sup> Denna flik innehåller beräkningen av "inkrementell kostnad per aktiv linje till enfamiljshus". Se avsnitt 3.4.7 för beskrivning av beräkningsstegen.

Modellguiden kompletterar modellreferensdokumentet (MRD) och modelldokumentet. Den beskriver hur modellpaketet används och hur vissa beräkningar är implementerade, men ersätter inte dokumentationen av modellens metodmässiga grund.

- **Modellguide:** `model_guide_local_physical_access.html`
- **Placering i modellpaketet:** `local_physical_access/_run_model_guide`

## 2. Geomodellen

### 2.1 Översikt

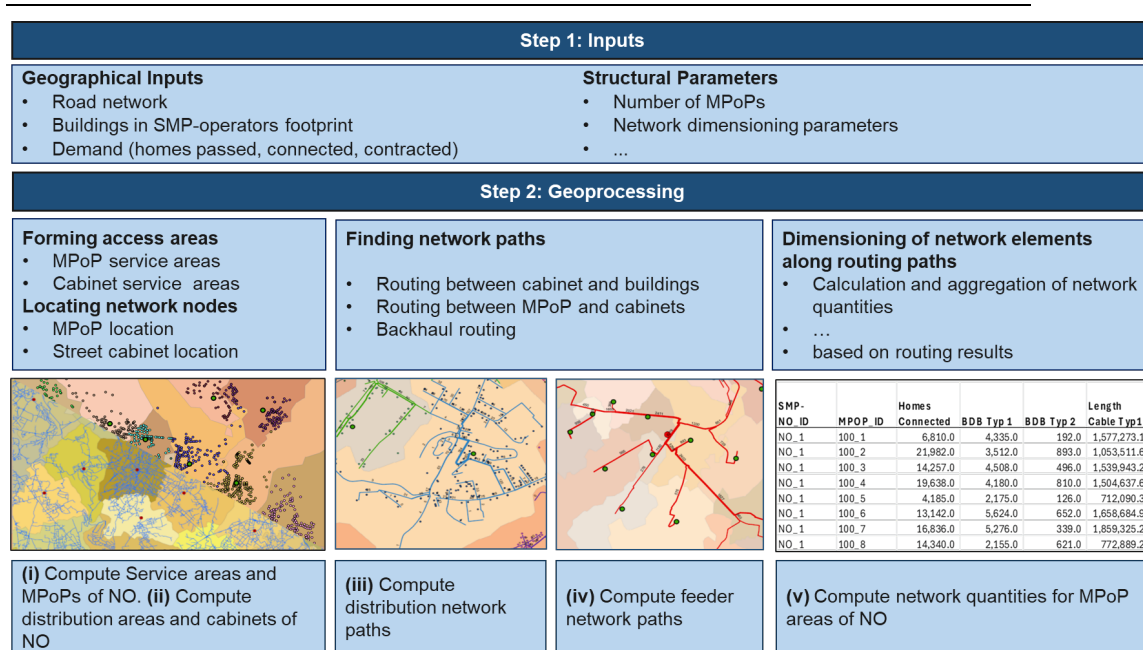
Figur 2 ger en översikt över de olika steg som ingår i geomodellen. I ett första steg samlas data in och förbereds. Här kan två typer av indata särskiljas:

- Georefererade data såsom vägnät, byggnadsplacering, samt marktäckningsdata, se avsnitt 2.2.1.
- Strukturparameterindata såsom nätdimensionering, FOS-storlekar, samt kabelstorlekar, se avsnitt 2.2.5.

Därefter avgränsar geobearbetningssteget upptagningsområdena, placerar nätnoderna och skapar de nätvägar som behövs för att bygga ett effektivt accessnät per upptagningsområde (MPoP) per nätägares (NO). Detta steg upprepas för alla upptagningsområden och för alla nätägare som omfattas av SMP-reglering.

Det tredje steget tar fram kvantiteter genom att dimensionera och aggregera nätelementen längs ruttningstvägarna för varje upptagningsområde hos varje nätägare.

Figur 2: Geomodellens modelleringssteg



Källa: WIK-Consult

## 2.2 Indata

Geomodellen bygger på geografiska data, uppgifter om byggnader och nätägare samt tekniska strukturparametrar. Indata bearbetas före nätmodelleringen för att skapa det geografiska modellunderlaget.

Förbehandlingen omfattar tre huvudsakliga steg. Först klassificeras byggnader efter typ. Därefter fastställs den geografiska omfattningen av respektive modellerat nät och efterfrågan på fiber beräknas

per byggnad. Det bearbetade underlaget används tillsammans med modellens strukturparametrar för ruttning och dimensionering av fibernäten.

### 2.2.1 Indata för gemodellen

De centrala geografiska indatamängderna i geomodellen är byggnadsdata (GEO-01) och vägnätsdata (GEO-02). Tillsammans anger de var anslutningsefterfrågan är lokaliserad och vilka geografiska sträckningar som kan användas för att ansluta byggnaderna till det modellerade nätet.

Byggnadsdata (GEO-01) kommer från Lantmäteriet och innehåller uppgifter om byggnadernas geografiska läge och byggnadsändamål. Uppgifterna används för att lokalisera efterfrågan och utgör grund för både klassificering av byggnader och geografisk avgränsning av de nät som ska modelleras.

Vägnätsdata (GEO-02) baseras på Trafikverkets Nationella vägdatabas (NVDB). Eftersom fiberaccessnät ofta förläggs längs befintlig väginfrastruktur används vägnätet för att etablera möjliga förbindelser mellan byggnader och nätets noder. Det utgör därmed grunden för modellens geografiska ruttning.

Byggnadsinformationen kompletteras med uppgifter om arbetsställen (DEM-01) och hushåll (DEM-02). Dessa används tillsammans med byggnadsdata för att klassificera byggnader och beräkna efterfrågan på fiber. PTS sammanställer uppgifterna till ett bearbetat modellunderlag (MOD-01) som används i den fortsatta modelleringen.

För att avgränsa de nät som ska modelleras används uppgifter om nätägarnas geografiska utbredning (NET-01) och om vilka nätägare som omfattas av modelleringen (NET-02). Därutöver används kompletterande geografiska data om marktäcke (GEO-03), naturvårdsområden (GEO-04) och öar (GEO-05) i den geografiska bearbetningen.

Tabell 1 ger en samlad översikt över indatamängderna, deras källa och huvudsakliga användning. Referens-ID används i de efterföljande avsnitten för att tydliggöra vilka datamängder som ingår i respektive bearbetningssteg.

Tabell 1: Indatamängder som används vid förbehandling och geografisk modellering

| ID     | Typ                            | Datamängd     | Källa                    | Användning                                                                                                                                                                   |
|--------|--------------------------------|---------------|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| GEO-01 | Geografiska grunddata          | Byggnader     | Lantmäteriet             | Anger byggnadernas geografiska läge och byggnadsändamål. Används för lokalisering av efterfrågan, klassificering av byggnader och geografisk avgränsning av modellerade nät. |
| GEO-02 | Geografiska grunddata          | Vägnät        | Trafikverket, NVDB       | Utgör modellens huvudsakliga ruttningsnät och används för att etablera möjliga förbindelser mellan byggnader och nätets noder.                                               |
| DEM-01 | Klassificering och efterfrågan | Arbetsställen | Statistiska centralbyrån | Används vid klassificering av byggnader och beräkning av efterfrågan från verksamheter.                                                                                      |

| ID     | Typ                            | Datamängd                            | Källa                                 | Användning                                                                                                                            |
|--------|--------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DEM-02 | Klassificering och efterfrågan | Hushållsdata                         | Skatteverket                          | Används som underlag för PTS uppskattning av antal hushåll per byggnad.                                                               |
| MOD-01 | Bearbetat modellunderlag       | Byggnader, hushåll och arbetsställen | PTS                                   | Sammanför byggnads-, hushålls- och arbetsställdata och används vid klassificering av byggnader och beräkning av efterfrågan.          |
| NET-01 | Nätavgränsning                 | Nätägarnas geografiska utbredning    | PTS                                   | Används som geografiskt underlag för att fastställa omfattningen av respektive modellerat nät.                                        |
| NET-02 | Nätavgränsning                 | SMP-operatörer                       | PTS                                   | Identifierar de nätägare som omfattas av modelleringen.                                                                               |
| GEO-03 | Kompletterande geodata         | Marktäcke                            | Lantmäteriet                          | Används som underlag för klassificering av mark- och vägförhållanden.                                                                 |
| GEO-04 | Kompletterande geodata         | Naturvårdsområden                    | Naturvårdsverket                      | Används för att identifiera geografiska områden, bland annat naturreservat och nationalparker, som är relevanta för geobearbetningen. |
| GEO-05 | Kompletterande geodata         | Öar                                  | PTS baserat på data från Lantmäteriet | Används för att identifiera öar i den geografiska bearbetningen.                                                                      |

### 2.2.2 Klassificering av byggnader

Modellen skiljer mellan enfamiljshus (single dwelling units, SDU), flerfamiljshus (multi-dwelling units, MDU) samt icke-bostäder och andra byggnader (non-residential and other buildings, NRO).

Åtskillnaden mellan byggnadstyperna är central för modelleringen. Fiberaccessnät som ansluter enfamiljshus utgör enligt PTS marknadsanalys en separat relevant marknad.<sup>9</sup> Enligt princip 6 i MRD ska modellen beräkna kostnaden per abonnentanslutning, fysisk eller virtuell, till SDU. Enligt princip 9 ska den geografiska omfattningen samtidigt beakta effektivitetsvinster från samproduktion. De modellerade näten omfattar därför även MDU och NRO i den utsträckning dessa ingår i det effektiva nät som modelleras.

<sup>9</sup> PTS utkast till marknadsanalys 2026-03-20, s. 113-114

Tabell 2: Klassificering av byggnader

| Byggnadskategori | Klassificeringsregel                                                                                                                                                   |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| SDU              | Byggnader med ett eller två hushåll vars byggnadsändamål inte är flerfamiljshus, industri eller samhällsfunktion, samt byggnader med angivet byggnadsändamål bostäder. |
| MDU              | Byggnader med tre eller fler hushåll vars byggnadsändamål inte är industri eller samhällsfunktion, samt byggnader med angivet byggnadsändamål flerfamiljshus.          |
| NRO              | Företags-, industri- och offentliga byggnader som inte klassificeras som SDU eller MDU.                                                                                |

Källa: Definitioner enligt MRD avsnitt 3.1.1.

Klassificeringen baseras på byggnadsdata (GEO-01), arbetsställdata (DEM-01) och hushållsdata (DEM-02), se Tabell 2. Uppgifterna sammanställs av PTS i det bearbetade modellunderlaget MOD-01, där varje byggnad kan tilldelas relevant byggnadskategori och tillhörande uppgifter om hushåll och arbetsställen.

Byggnadskategorin används därefter som grund för beräkningen av efterfrågan på fiber enligt avsnitt 2.2.4.

### 2.2.3 Definitionen av nätägarens täckningsområde

För varje nätägare fastställs den geografiska omfattningen av det nät som ska modelleras, i enlighet med princip 1 i MRD om att varje operatör modelleras som en hypotetiskt effektiv operatör. Med *täckningsområde* avses den geografiska utbredningen av nätägarens nät som ligger till grund för modelleringen.

Enligt princip 10 i MRD omfattar täckningsområdet de byggnader som nätägaren faktiskt har anslutit (*homes connected*). Byggnader som kan passeras av nätet men som inte är anslutna (*homes passed*) ingår inte i avgränsningen.

Den geografiska omfattningen ska samtidigt beakta effektivitetsvinster från samproduktion, i enlighet med princip 9 i MRD. Det modellerade nätet begränsas därför inte till anslutningar till SDU utan omfattar även anslutna MDU och NRO när dessa delar infrastruktur med det modellerade nätet och därmed bidrar till ett effektivt nät.

Avgränsningen baseras på uppgifter om nätägarnas geografiska utbredning (NET-01) och de nätägare som omfattas av modelleringen (NET-02), se Tabell 1. Uppgifterna kombineras med det bearbetade byggnadsunderlaget (MOD-01) för att identifiera de byggnader som ingår i respektive modellerat nät.

Finansieringsformen påverkar inte om en ansluten byggnad ingår i det modellerade täckningsområdet. Byggnader vars anslutning helt eller delvis har finansierats med statligt stöd ingår därför på samma sätt som andra anslutna byggnader.

Statligt stöd beaktas i stället vid fastställandet av modellens kostnadsbas, i enlighet med princip 12 i MRD. För att undvika överkompensation justeras kostnadsbasen för relevanta stödbelopp i den utsträckning stödet har finansierat investeringar som ingår i modellen. Hanteringen av statligt stöd beskrivs närmare i avsnitt 3.3.11.

#### 2.2.4 Efterfrågan på fiber

Det modellerade VHCN-nätet dimensioneras utifrån den efterfrågan som en hypotetisk effektiv operatör förväntas möta inom respektive modellerat nät. Efterfrågan beräknas per byggnad och uttrycks som det antal fibrer som krävs för att ansluta de hushåll och arbetsställen som ingår i byggnaden.

Beräkningen utgår från det bearbetade modellunderlaget (MOD-01), som innehåller uppgifter om byggnadskategori, hushåll och arbetsställen. Efterfrågan påverkar nätdimensioneringen, lokaliseringen av nätnoder, ruttningen och kabeldimensioneringen.

Beräkningen skiljer mellan SDU, MDU och NRO eftersom byggnadstyperna omfattas av olika tekniska antaganden. Enligt MRD Princip 8 ska SDU anslutas via FTTH P2P. I den aktuella modellversionen ansluts MDU enligt ett fibre-to-the-building-antagande (FTTB) där hushållens fiberbehov aggregeras i byggnaden. Arbetsställen behandlas individuellt, med ett högre fiberbehov för större arbetsställen.

Tabell 3: Beräkningsregler

| Byggnadskategori | Tekniskt antagande                                                                                                                                                                                | Beräkning av efterfrågan                                                                                                                                         |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| SDU              | Varje hushåll och arbetsställe tilldelas en fiber. Arbetsställen med minst 20 anställda tilldelas två fibrer.                                                                                     | Antal hushåll + antal arbetsställen med färre än 20 anställda + 2 × antal arbetsställen med minst 20 anställda. Minst 1 fiber per byggnad.                       |
| MDU              | Hushållens efterfrågan aggregeras enligt ett FTTB-antagande där 16 hushåll delar på en fiber. Arbetsställen behandlas individuellt och arbetsställen med minst 20 anställda tilldelas två fibrer. | Antal hushåll / 16, avrundat uppåt, + antal arbetsställen med färre än 20 anställda + 2 × antal arbetsställen med minst 20 anställda. Minst 1 fiber per byggnad. |
| NRO              | Varje arbetsställe tilldelas en fiber. Arbetsställen med minst 20 anställda tilldelas två fibrer.                                                                                                 | Antal arbetsställen med färre än 20 anställda + 2 × antal arbetsställen med minst 20                                                                             |

| Byggnadskategori | Tekniskt antagande | Beräkning av efterfrågan              |
|------------------|--------------------|---------------------------------------|
|                  |                    | anställda. Minst 1 fiber per byggnad. |

De parametervärden som används i beräkningen är tekniska modellantaganden och kan ändras mellan modellversioner. Om en FTTH P2P-topologi i framtiden tillämpas även för MDU behöver efterfrågan i stället beräknas utifrån individuella fiberanslutningar till hushållen.

Det beräknade fiberbehovet per byggnad används tillsammans med vägnätet (GEO-02) och övriga relevanta geografiska underlag vid den efterföljande ruttningen och dimensioneringen av nätet.

### 2.2.5 Strukturella indataparametrar

Utöver modellens datamängder används ett antal strukturella parametrar som styr geomodellens nätutformning, dimensionering och optimering. Parametrarna utgör tekniska modellantaganden och används bland annat för dimensionering av nätkomponenter, optimering av ruttning samt beräkning av kabelbehov, skarvar och brunnar.

Enligt princip 15 i MRD ska nätutformningen baseras på tekniska principer som återspeglar svenska förhållanden. Modellens tekniska utformning ska även vara förenlig med Robust Fiber-riktlinjerna och andra relevanta krav.

**Följande huvudsakliga kategorier av strukturella indataparametrar används i geomodellen:**

- **FOS-kapacitet:** omfattar kapacitetsgränser för olika typer av FOS och används vid tilldelning av byggnader till FOS.
- **Ruttning och optimering:** omfattar kostnadsviktningsfaktorer för olika vägtyper, faktor för delad ruttning samt parametrar som används för att optimera valet mellan gatukorsningar och ruttning på gatans mindre sida.
- **Kabeldimensionering:** omfattar reservkapacitet och reservlängd för kablar samt maximal kabellängd i matningssegmentet. Parametrarna används vid val av kabeltyp, beräkning av kabellängder och beräkning av behovet av skarvförbindelser.
- **Brunnar:** omfattar maximal ruttningslängd mellan brunnar och används för att beräkna antalet brunnar i matningssegmentet.

En fullständig sammanställning av de strukturella parametrar och parametervärden som används i geomodellen redovisas nedan i Tabell 4: Strukturella indataparametrar för geomodelleringen.

Tabell 4: Strukturella indataparametrar för geomodelleringen

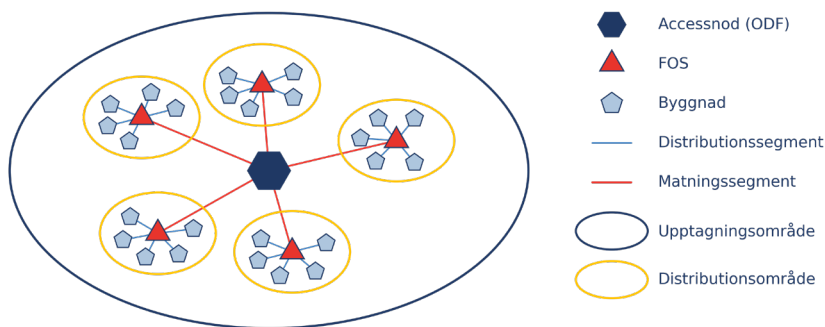
| Indatavariabel                           | Värde  | Enhet   | Användning av data                                                                      |
|------------------------------------------|--------|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| FOS storlek typ 1                        | 24     | fibrer  | Tilldelning av byggnader till FOS                                                       |
| FOS storlek typ 2                        | 48     | fibrer  | Tilldelning av byggnader till FOS                                                       |
| kostnadsviktningsfaktor vägtyp 1         | 3      | faktor  | Optimering av routningskostnader                                                        |
| kostnadsviktningsfaktor vägtyp 2         | 1      | faktor  | Optimering av ruttningskostnader                                                        |
| kostnadsviktningsfaktor vägtyp 3         | 2      | faktor  | Optimering av ruttningskostnader                                                        |
| kostnadsviktningsfaktor vägtyp 4         | 1      | faktor  | Optimering av ruttningskostnader                                                        |
| kostnadsviktningsfaktor vägtyp 5         | 1      | faktor  | Optimering av ruttningskostnader                                                        |
| kostnadsviktningsfaktor vägtyp 6         | 1      | faktor  | Optimering av ruttningskostnader                                                        |
| kostnadsviktningsfaktor vägtyp 7         | 1      | faktor  | Optimering av ruttningskostnader                                                        |
| kostnadsviktningsfaktor vägtyp 8         | 1      | faktor  | Optimering av ruttningskostnader                                                        |
| kostnadsviktningsfaktor vägtyp 9         | 1      | faktor  | Optimering av ruttningskostnader                                                        |
| kostnadsviktningsfaktor vägtyp 10        | 1      | faktor  | Optimering av ruttningskostnader                                                        |
| faktor för delad ruttning                | 0.25   | faktor  | Optimering av ruttningslängder                                                          |
| kostnad per gatukorsning                 | 10,000 | SEK     | Optimering av gatukorsningar jämfört med ruttning på mindre sida (distributionssegment) |
| kostnad per meter ruttning (mindre sida) | 1,000  | SEK / m | Optimering av gatukorsningar jämfört med ruttning på mindre sida (distributionssegment) |
| reservkapacitet kablar                   | 10     | %       | Tilldelning av kabeltyper                                                               |
| reservlängd kablar (distribution)        | 3      | m       | Beräkning av kabellängder                                                               |
| maximal längd på kablar (matning)        | 6000   | m       | Beräkning av antal skarvförbindelser                                                    |
| maximal ruttningslängd mellan brunnar    | 800    | m       | Beräkning av antal brunnar                                                              |

## 2.3 Geobearbetning

### 2.3.1 Uppdelning i upptagningsområden

En dubbel stjärnstruktur används för att härleda den logiska nättopologin, vilket visas i Figur 3. Detta anses vara den normala utbyggnadsstrukturen för fiberaccessnät i Sverige.

Figur 3: Dubbel stjärntopologi för nät



Källa: WIK-Consult

Dubbel stjärntopologi innebär att man skiljer mellan distributionsnät och matningsnät, med FOS och lokala accessnoder som hierarkiska nätnoder.

- Distributionsnätet definieras av anslutningen av byggnader till FOS.
- Matningsnätet definieras av att alla FOS:ar inom ett lokalt upptagningsområde ansluts till den lokala accessnoden.

#### Accessnodernas upptagningsområden

Syftet med geomodelleringen är att härleda effektiva kostnader för lokalt tillträde. Genomsnittskostnaden per linje beror på hur en nätägares totala täckningsområde delas in i accessnodernas upptagningsområden. Med ett mindre antal upptagningsområden blir antalet kunder per område större, vilket är mer värdefullt för en tillträdande operatör, men det leder sannolikt till högre kostnad per linje om en suboptimal storlek på upptagningsområde väljs.

Enligt princip 13 i MRD ska PTS använda en scorched earth-metodik baserad på de faktiska anslutningarna hos varje nätägare.

#### Geografisk avgränsning av nätägarnas upptagningsområden

Bottom-up-modellering av nätåtkomst är beroende av individuella upptagningsområden. Genom användning av specifika algoritmer och med beaktande av tekniska regler utförs nätruttning och kvantifiering av tillgångar för att fastställa lägsta kostnad för att ansluta kunderna till nätet. Den geografiska avgränsningen av upptagningsområden är därför en förutsättning.

Processen för att skapa upptagningsområden (dvs. geografisk avgränsning) belyser övergången från rådata till ett optimerat nät av upptagningsområden. Processen kan beskrivas i följande fem steg:

### 1. Förbehandling av data

Förbehandlingen börjar med att relevanta byggnader identifieras och att de geografiska gränserna etableras. Byggnader filtreras enligt marknadsparametrar och efterfrågekriterier. Polygoner genereras utifrån vägnätet för att säkerställa att kluster följer fysiska gränser såsom gator och korsningar. Byggnader som inte faller inom definierade kvarter (s.k. orphans) identifieras för att säkerställa fullständig datatäckning.

### 2. Geometrioptimering ("Splitting")

Överdimensionerade kluster delas upp för att motverka geografisk ineffektivitet. Kluster utvärderas med avseende på alltför stor yta eller linjär utsträckning. Dessa oproportionerligt stora kluster återförs till individuella datapunkter för efterföljande omklustring, vilket främjar naturlig gruppering i senare steg.

### 3. Fuzzy Clustering (FCM)

Detta steg fastställer det optimala antalet och de optimala lägena för tjänstenoder. Matematisk testning av olika klusterantal  $K$  genomförs för att identifiera den mest effektiva balansen mellan avstånd och antal noder. En Fuzzy C-Means-algoritm justerar iterativt klustercentroider mot områden med hög efterfrågan, vilket möjliggör sk fuzzy membership innan slutliga tilldelningar görs.

### 4. Topologisk uppdelning

Kluster förfinas ytterligare för att motsvara lokal väginfrastruktur. Primära kluster delas upp om de separeras av icke sammanhängande vägsegment. Mindre områden med otillräckligt antal byggnader eller för låg efterfrågan integreras med närliggande livskraftiga kluster för att säkerställa operativ effektivitet.

### 5. Validering, rensning och slutlig tilldelning

Det avslutande steget ger geografisk utdata. Redundanta geometrier elimineras där kluster överlappar i betydande grad.

Varje upptagningsområde delas upp i flera distributionsområden. Distributionsnätet definieras av anslutningen av varje byggnad till dess tilldelade FOS.

För att avgränsa distributionsområden tillämpas en klustringsalgoritm. Denna process tilldelar de enskilda byggnaderna inom varje upptagningsområde till ett distributionsnät. För att vara exakt utförs klustringen inte med byggnadspunkterna utan med byggnadernas fästpunkter på närmaste vägsegment. Dessa är de vinkelräta projektionerna av byggnaderna till deras närmaste vägsegment.

Modellen grupperar enskilda byggnader i distributionsområden med hjälp av en k-Means Spatial Clustering-algoritm (PostGIS-funktionen ST\_ClusterKMeans. Klustringen baseras på byggnadernas efterfrågan på fiber och möjliggör en liten och en stor kapacitetsstorlek för FOS:ar. Tanken är att få klusterstorlekarna att stämma överens med FOS-storlekarna (24 och 48). Klusterparametern k, som definierar antalet kluster som ska härledas, beräknas som

$$k = \text{antalet fibrer i upptagningsområdet} / \text{storlekstyp för FOS (typ 1 = 24 eller typ 2 = 48)}.$$

Detta leder till en uppdelning av byggnaderna i upptagningsområdet i k kluster med ett genomsnittligt antal fibrer motsvarande målkapacitetsstorleken. k-means-klustering fungerar så att den bygger k kluster (partitioner av mängden byggnadspunkter) genom att minimera summan av kvadrerade avstånd inom varje kluster. Detta begränsar inte hur många punkter ett kluster får innehålla. Den grupperar punkter som ligger nära varandra i ett kluster och beroende på den geografiska fördelningen av punkterna får man vanligtvis stora kluster i täta områden och mycket små kluster i utspridda eller mindre täta områden. Det genomsnittliga antalet punkter (byggnader) i ett kluster över alla kluster kommer att motsvara målstorleken (24/48), eftersom k valdes för att uppfylla denna begränsning. Tanken är alltså att börja med fler kluster (liten målstorlek 24) för att bättre fylla de små klustren och därefter dela upp de stora kluster som uppstår i denna första klustringsprocess till storlekar som stöder maximal FOS-storlek (48). Algoritmen är snabb och har fördelen att den grupperar geografiskt närliggande punkter tillsammans i ett kluster och ger rimliga resultat i de flesta fall.

Följande tvåstegsmetod tillämpas för avgränsningen av distributionsområden i varje upptagningsområde:

- Klustering mot målstorlek: Den första klustringen syftar till en genomsnittlig klusterstorlek på 24 anslutna fibrer (FOS storlek typ 1). Eftersom k-Means Spatial Clustering-algoritmen inte har några begränsningar för maximal klusterstorlek kan vissa kluster vara små (en fiber/byggnad) eller ganska stora (betydligt mer än 24 fibrer). Därför behövs en andra omklustering med en maxbegränsning.

- Klustring med maxbegränsning: Kluster som överstiger en kapacitet på 48 fibrer (FOS storlek typ 2) omklustras iterativt. Uppdelningen av större kluster minskar den totala genomsnittliga klusterstorleken.

Valet mellan att skapa mindre eller större distributionsområden avgör huvudsakligen kostnadsfördelningen mellan matningssegment och distributionssegment (små distributionssegment ger dyrare matningssegment) snarare än de totala nätkostnaderna.

### 2.3.2 Placering av nätnoder

#### *Placering av accessnoderna*

Placeringen av accessnoderna per upptagningsområde är ytterligare en förutsättning för att härleda kvantiteter av nättillgångar. Placering av accessnoden bör ske med hänsyn till effektivitet. Det rekommenderas därför att accessnoden placeras centralt för att minimera längden på nätvägar och kablar, särskilt de som ingår i matarnätet.

Baserat på den förberäknade placeringen av FOS:ar inom nätägarens upptagningsområde härleder en algoritm det viktade geografiska centrumet för FOS:arna i varje upptagningsområde. FOS:arnas lägen viktas i sin tur med antalet fibrer som är anslutna till dem.

I ett sista steg ersätts centrumets geokoordinat med läget för den närmaste FOS:en för att uppnå en mer realistisk och optimerad placering.

#### *Lokalisering av FOS*

För att definiera startpunkterna för ruttningen i distributionsnätet bestämmer modellen läget för varje FOS. För varje FOS-kluster beräknas FOS:ens exakta läge geometriskt:

1. **Första steget beräknar det geometriska centrumet:** Modellen beräknar det viktade geografiska centrumet (geometrisk centroid) för alla byggnadslägen inom ett kluster, viktat med efterfrågan på fiber. Även här baseras förfarandet på byggnadernas fästpunkter och inte på själva byggnadslägena.
2. **Andra steget beräknar närmaste byggnad:** Det beräknade centrumet kopplas till närmaste fästpunkt<sup>10</sup> för en byggnad. FOS:en placeras vid byggnadens koordinatsnäppning med kortast avstånd till den geometriska tyngdpunkten. Detta görs för att förhindra att nätet ruttas till en punkt som

<sup>10</sup> **fästpunkt** (eller *snapping*) är en funktion som placerar punkter, linjer och områden exakt. Funktionen kopplar objekt automatiskt i närliggande punkter eller linjer. Detta görs så att kartdata blir mer noggranna och man undviker små mellanrum eller oönskad överlappning mellan objekt.

inte alls är ansluten till väginfrastrukturen, eftersom denna punkt endast representerar byggnadernas tyngdpunkt inom ett distributionskluster. Denna procedur säkerställer att FOS:en placeras framför en byggnad inom nätägarens täckningsområde.

### 2.3.3 Vägtyper och förläggningstekniker

Vägnätet klassificeras i tio vägtyper utifrån väg- och markförhållanden. För varje vägtyp görs ett modellantagande om vilken schakt- och förläggningsteknik som tillämpas. Klassificeringen används även vid optimering av ruttningsvägar och ligger till grund för beräkningen av investeringskostnader för ruttningsvägar, eftersom olika vägtyper och förläggningstekniker är förknippade med olika kostnader.

Kopplingen mellan vägtyp, beskrivning och schakt- och förläggningsteknik redovisas i Tabell 5.

Tabell 5: Vägtyper, schakt- och förläggningstekniker

| Vägtyp    | Beskrivning                                    | Schakt- och förläggningsteknik |
|-----------|------------------------------------------------|--------------------------------|
| Vägtyp 1  | Vägar genom skyddade områden                   | Grävning genom skyddat område  |
| Vägtyp 2  | Asfalterade vägar utan grönytor                | Grävning i asfalt              |
| Vägtyp 3  | Asfalterade statliga vägar                     | Grävning i ytterslänt          |
| Vägtyp 4  | Asfalterade vägar                              | Grävning i ytterslänt          |
| Vägtyp 5  | Vägar med oasfalterade ytterslänter            | Plöjning i ytterslänt          |
| Vägtyp 6  | Vägar med ytterslänter på öar                  | Grävning i ytterslänt          |
| Vägtyp 7  | Vägar i villaområden med grönytor              | Plöjning i grönyta             |
| Vägtyp 8  | Grusvägar                                      | Plöjning                       |
| Vägtyp 9  | Asfalterade vägar i villaområden utan grönytor | Grävning i asfalt              |
| Vägtyp 10 | Vatten- och färjerutter                        | Kabelförläggning i vatten      |

### 2.3.4 Att hitta nätvägar

Kärnan i geomodellen är bestämningen av effektiva ruttningsvägar. Modellen beräknar ruttningen för en tvåstjärnig logisk nättopologi. Uppgiften är att hitta de

kortaste vägarna från varje byggnad till den tillhörande FOS (distributionsruttning) och från varje FOS till den tillhörande accessnoden (matningsruttning) längs gatunätet.

Optimeringsmålet är att minimera den totala ruttningskostnaden. För att uppnå realistiska ruttningsvägar som speglar verkliga byggrestriktioner och synergier tillämpar modellen en viktad kostnadsmatris på gatusegmenten och främjar dessutom delad ruttning.

En modifierad Dijkstra-algoritm används för att hitta de kortaste vägarna mellan två noder. Dijkstra-algoritmen är en algoritm för att hitta kortaste vägar mellan noder (byggnad till FOS, FOS till accessnod) i en viktad graf, som till exempel kan representera ett vägnät. Vikten i detta sammanhang är vanligtvis längden på en gata i vägnätet eller restiden för att färdas längs gatan, eller något annat typiskt icke-negativt kostnadsmått.

Två modifieringar tillämpas. Den första består i att ändra kostnadsvikten för varje segment från längd till ett kostnadsviktat längdmått. Användning av ett kostnadsviktat längdmått för varje gatusegment i ruttningsnätet resulterar i de billigaste nätvägarna (till skillnad från de kortaste nätvägarna om längden är kostnadsvikten). Vidare gör modifiering av kostnadsvikterna i ruttningsnätet att matningsruttningen stimuleras att återanvända gatusegment som redan ingår i den optimala vägen för distributionsruttningen. Den andra modifieringen innebär att det blir enklare att dela nätvägar under ruttningsproceduren.

**Kostnadsviktningsfaktorer:** Baserat på de attribut som definieras i GIS-gatulagret multipliceras längden på varje vägsegment med en gatutypsspecifik viktningsfaktor för att gynna billigare vägsegment i den optimala vägen:<sup>11</sup>

- **Vägtyp 1:** faktor = 3 (skyddat område).
- **Vägtyp 3:** faktor = 2 (statlig väg).
- **Alla andra vägar:** faktor = 1 (standardmässig bygginsats).

Bakgrunden till denna viktningsmetod är att undvika skyddade områden eller statliga vägar jämfört med alla andra vägar, eftersom schaktning och kabelläggning måste uppfylla högre standarder, vilket gör dessa sträckor väsentligt dyrare. Algoritmen skulle därför acceptera 3 km vägar med standardmässig bygginsats för att spara 1 km väg klassificerad som skyddat område.

**Delad ruttning:** För att simulera de synergier som uppstår när samma sträcka används för att ansluta flera byggnader använder modellen en dynamisk kostnadsjustering. När ett vägsegment har använts av en rutt reduceras dess

<sup>11</sup> Se avsnitt 2.2.5 Strukturella indataparametrar för kostnadsviktningsfaktorer.

kostnad i ruttningsmatrisen till 25 % (faktor 0,25) av dess fysiska väglängd (s.k. history bonus). Detta uppmuntrar efterföljande rutter att följa befintliga sträckor i stället för att öppna nya. Värdet på faktorn härleds från relationen mellan kabelkostnader och ruttningskostnaden (schakt). I detta fall motsvarar en meter kabeldragning i genomsnitt 25 procent av kostnaden för ruttning av en meter. Detta är en grov uppskattning och används, liksom viktningsfaktorerna per gatutyp, endast för optimering vid vägvalet, dvs. under själva ruttningsproceduren. För att härleda ruttningskvaniteterna används de faktiska längderna på gatusegmenten i beräkningarna.

### *Distributionssegment*

Distributionssegmentet förbinder varje byggnads enskilda efterfrågan med deras tilldelade FOS. I nätruttningen används den punkt som uppstår genom den vinkelräta projektionen av byggnaden på vägnätet (fästpunkt) som startpunkt för ruttningen i stället för själva byggnaden.

Modellen beräknar den kortaste vägen från varje byggnads fästpunkt till dess tilldelade FOS.

- Algoritmen itererar genom alla byggnaders fästpunkter inom ett distributionsområde.
- Efter varje beräknad väg markeras de använda vägsegmenten och deras kostnad reduceras ("history bonus") för nästa byggnads fästpunkt. Detta säkerställer att kablar samlas i gemensamma sträckor när de närmar sig FOS:en i en stjärntopologi. För att utnyttja denna optimering maximalt ordnas byggnaderna i stigande ordning vid ruttningen enligt deras avstånd till respektive FOS.

### *Matningssegment*

Matningssegmentet ansluter FOS:arna i ett upptagningsområde till den centrala accessnoden.

Ruttningen ansluter varje FOS till ODF<sup>12</sup> med hjälp av fästpunkterna för ruttningen .

- Synergi med distributionssegmentet: Innan matningsruttningen börjar uppdateras en kostnadsmatris som representerar längderna på vägsegment för att underlätta användningen av vägar som ingår i den optimala vägen i ruttningen av distributionssegmentet. Segment som används i distributionslagret reduceras till 25 % (faktor 0,25) av sin fysiska väglängd.

<sup>12</sup> Optical Distribution Frame (optisk fördelningsram eller fiberpanel). Se avsnitt 2.4.8.

- Resultat: Matningskablar kommer att prioritera sträckor som redan används av distributionskablar, vilket minimerar den totala längden av nya sträckor som krävs. Ruttningsalgoritmen ansluter därefter varje FOS till ODF och uppdaterar samtidigt kostnadsmatrisen dynamiskt på samma sätt som i distributionssegmentet. FOS:arna ruttas också i stigande ordning beroende på det euklidiska avståndet till ODF.

#### *Ruttning på en eller två sidor*

Ruttningsalgoritmen som beskrivs ovan beräknar vägen längs vägnätet, eller mer exakt i mitten av vägen (vägens centrumlinje). För att möjliggöra kabelläggning på båda sidor av gatan tillämpas dock en särskild efterbehandlingsberäkning inom distributionssegmentet, baserad på den distributionsruttning som beskrivits ovan. I grund och botten är alternativen att rutta på ena sidan och förutse gatukorsningar för byggnader på den andra sidan, eller att schakta helt eller delvis på båda sidor av gatan när det finns byggnader på båda sidor. Eftersom dessa beräkningar ingår i särskilda efterbehandlingssteg beskrivs härledningen av de resulterande ruttningenslängderna och längderna för gatukorsningar i avsnitt 3.3.3.

## **2.4 Bearbetning av geo-output**

Steget bearbetning av geo-output tar fram de utgående kvantiteterna genom att dimensionera och aggregera nätelementen längs ruttningsvägarna för varje upptagningsområde hos varje nätägare.

Geomodelleringen genererar följande kvantiteter:

- Efterfrågeegenskaper (antal byggnader, antal anslutna bostäder och företag, antal fibrer (se avsnitt 2.2.4.))
- Antal nätnoder: accessnoder (se avsnitt 2.4.8) och FOS:ar (se avsnitt 2.4.7).
- Kabelantal och kabellängder per kabeltyp (se avsnitt 2.4.3).
- Ruttning (antal gatukorsningar, ruttningslängder (huvudsida och mindre sida) för distribution och matning samt delade längder) (se avsnitten 2.4.1 och 2.4.2).
- Antal skarvar inomhus (ODF), utomhus vid FOS:ar och i brunnar (se avsnitt 2.4.5).
- Antal brunnar (se avsnitt 2.4.6).

## 2.4.1 Ruttning

### *Ruttningskvantiteter*

Bestämningen av infrastrukturella kvantiteter baseras på summan av de vägsegment som utgör de optimala sträckorna, såsom de fastställs av ruttningsprocedurerna. Modellen aggregerar dessa längder per gatutyp eftersom investeringskostnaderna skiljer sig åt beroende på gatutyp, och kvantiteterna måste återspegla denna uppdelning för att investeringar i ruttning ska kunna beräknas.

För distributionssegmentet beräknar modellen längden på de vägsegment som används för att ansluta byggnader till respektive FOS. Beräkningen skiljer mellan segment som används enbart för distributionssegmentet och sådana som delas med matningssegmentet.

Ruttningslängden för distributionssegmentet beaktar också ruttningslängder på den mindre sidan vid kabelläggning på två sidor.

För matningssegmentet beräknar modellen längden på de vägsegment som används för att ansluta FOS:ar till ODF.

En central fördelningsregel gäller för delade segment. När distributions- och matningsrutter använder samma vägsegment delas kostnaderna. Den specifika andel som tilldelas distributions- respektive matningssegmentet beror på antalet aktiva fibrer från respektive nätsegment ( $F_r^{\text{dist}}$ ,  $F_r^{\text{feed}}$ ) som använder det aktuella gatusegmentet. Formellt kan delningsfaktorn för distributions- och matningsnäten för varje delat vägsegment  $r$  uttryckas som

$$f_{\text{distr}}^{\text{shared}} = \left( \frac{F_r^{\text{dist}}}{F_r^{\text{dist}} + F_r^{\text{feed}}} \right),$$

$$f_{\text{feed}}^{\text{shared}} = \left( \frac{F_r^{\text{feed}}}{F_r^{\text{dist}} + F_r^{\text{feed}}} \right).$$

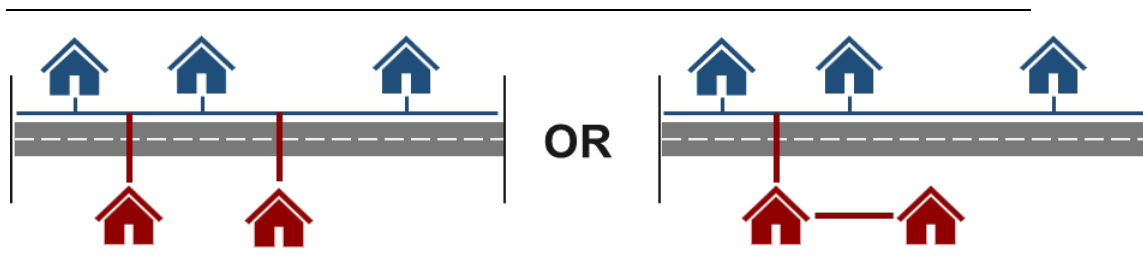
## 2.4.2 Gatukorsning

Ruttningsalgoritmen som beskrivs ovan beräknar vägen längs vägnätet, eller mer exakt i mitten av vägen (vägens centrumlinje). För att möjliggöra kabelläggning på båda sidor av gatan tillämpas dock en särskild efterbehandlingsberäkning inom distributionssegmentet, baserad på distributionsruttningen.

Figur 4 visar de alternativ som beaktas i modellen. I grund och botten är alternativen att rutta på ena sidan och förutse gatukorsningar för byggnader på den andra sidan, eller att schakta helt eller delvis på båda sidor av gatan när det finns byggnader på båda sidor. Den vänstra delen av Figur 4. visar situation A där varje byggnad på sidan

med färre byggnader (kallad mindre sida) korsas över till sidan med fler byggnader (huvudsidan), vilket innebär en gatukorsning per byggnad på den mindre sidan.

Figur 4: Scenario A och B för gatukorsningar och tvåsidig ruttning



Källa: WIK-Consult

Den högra delen av Figur 4 visar situation B där alla byggnader på den mindre sidan ansluts via en ruttning på den mindre sidan och förs över till den andra sidan med hjälp av en enda korsning. Beroende på kostnaderna för korsningar, antalet byggnader och avståndet mellan byggnaderna på den mindre sidan bestäms alternativet. Modellen beaktar denna avvägning för varje gatussegment med byggnader på båda sidor.

Alternativ där vissa byggnader på den mindre sidan korsas och andra ansluts via en ruttning på den mindre sidan beaktas inte, eftersom detta skulle komplicera algoritmerna utan att i någon större utsträckning påverka de beräknade investeringarna. För att beräkna antalet gatukorsningar och längden på ruttningen på den mindre sidan skapar modellen gatussegment och fastställer vilka byggnader som ligger till vänster respektive höger om varje segment. Därefter klassificerar modellen för varje segment huvud- och mindre sida baserat på antalet byggnader på respektive sida. Slutligen bestäms antalet korsningar och längden på ruttningen på den mindre sidan genom att jämföra den investering som krävs för vart och ett av de två alternativ som visas i Figur 4.

### 2.4.3 Kablar

Detta avsnitt beskriver hur mängder och längder av fiberkablar beräknas för både distributionssegmentet och matningssegmentet i nätet. Logiken bygger på den tidigare beräknade byggnadsvisa efterfrågan på fiber och översätter denna efterfrågan till fysiskt utbyggbara kabelkonfigurationer längs nätets kanter.

### *Distributionsegment*

Kabelkvantiteterna för distributionssegmentet beräknas som summan av ruttninglängderna från varje byggnad till dess respektive FOS. Eftersom en separat kabel modelleras för varje byggnad kan kabelkvantiteterna särskiljas mellan kablage för SDU:er, för MDU:er eller för andra byggnader. Kablarna skiljs åt enligt kabelstorlekstyper (antal fibrer per kabel). Kablarna dimensioneras enligt det antal fibrer som behövs inklusive reservkapacitet (avrundat uppåt till närmaste heltal). Den tilldelade kabelstorleken är den kabeltyp med minsta kabelstorlek som kan betjäna detta fiberbehov.

För varje kabel beaktas en reservkapacitet i fibrer för att hantera tekniska reserver och efterfrågereserver, och därutöver beaktas en reservlängd för varje kabel:

- **Reservkapacitet:** Kabeltyper väljs utifrån efterfrågan på fiber med en reservkapacitet som motsvarar indataparametern ”spare capacity cables”, t.ex. 10 %. En byggnad med ett fiberbehov på 2 multipliceras med reservkapaciteten 10 %, vilket ger 2,2 fibrer; avrundning uppåt resulterar i ett fiberbehov på 3. Nästa steg är att tilldela den kabeltyp med minsta storlek som kan betjäna 3 fibrer. Enligt de kabeltyper som används skulle detta vara en kabel med 12 fibrer.
- **Reservlängd:** En ytterligare reservlängd beaktas enligt strukturindataparametern ”spare length cables (distribution)” så att 3 meter läggs till per ansluten byggnad för att ta höjd för extra kabellängd från trottoarens mitt till gränsen för den privata marken.

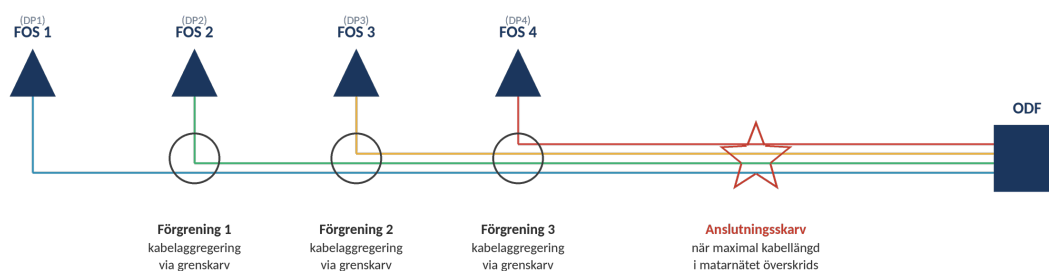
### *Matningsegment*

I matningssegmentet sammanfogas de olika kablarna som kommer från distributionssegmentet till ett kabelträd. Först aggregeras fiberbehovet för varje byggnad som är ansluten till en viss FOS. Därefter beräknas fiberbehovet för varje vägsegment i matarvägen genom att summera det totala behovet från alla FOS:ar som ruttas genom detta vägsegment. Slutligen tilldelas rätt kabeltyp för varje vägsegment i matarvägen, och den totala längden aggregeras per kabeltyp.

Figur 5 visar ett stiliserat exempel på aggregering av matarkablar. I detta exempel finns det 4 FOS:ar som ska anslutas till ODF-noden. Vid varje förgrening (svarta cirklar) sker en kabelaggregering. Vid förgrening 1 aggregeras matarkabeln från FOS 1 (DP1) och FOS 2 (DP2) till en större kabel med tillräckligt antal fibrer för att betjäna DP1 och DP2. Vid förgrening 2 (injunction 2) läggs kabeln från FOS 3 (DP3) till, och vid förgrening 3 ansluts kabeln från FOS 4 (DP4) till en ännu större kabel. Sett från andra hållet, från ODF, finns det en stor kabel med tillräckligt antal fibrer för att ansluta alla 4 FOS:ar. Vid varje förgrening delas en kabel av och kabelstorleken minskar i riktning

mot kabelträdets blad. På så sätt delar kabeln upp sig i mindre grenar efter varje FOS eller vägförgrening.

Figur 5: Aggregering av matarkablar



Varje linje = en matarkabel; efter varje förgräning bär kabeln mot ODF fibrerna från alla anslutna FOS:ar.

Källa: WIK-Consult

Liksom i distributionssegmentet tillämpas en reservkapacitet för efterfrågan på fiber på FOS-nivå på antalet fibrer i matningssegmentet och beaktas därför när rätt kabeltyp väljs. Det är viktigt att notera att reservkapaciteten för matningssegmentet läggs till efterfrågan på fiber vid varje FOS utan att reservkapaciteterna i distributionssegmentet beaktas. Annars skulle kablarna i matningssegmentet bli överdimensionerade.

#### 2.4.4 Mikrokanalisation

Mängden mikrokanalisation ingår inte i de utgående kvantiteterna från geomodellen eftersom investeringarna i kanalisation härleds från kabelmeter per kabeltyp multiplicerat med ett pris för kanalisation per meter och kabeltyp. För varje kabeltyp finns därför en mikrokanalisationstyp som motsvarar den kabeltyp som implicit antas i det tillämpade mikrokanalisationspriset per kabeltyp (se Tabell 7: Indataparametrar för investeringsberäkningen). Mängden mikrokanalisation nämns ändå här för fullständighetens skull.

#### 2.4.5 Skarvning

Fiberskarvning är processen att sammanfoga två optiska fiberkablar så att ljussignaler kan passera mellan dem med minimal förlust. Det är en avgörande teknik vid uppbyggnaden av fiberoptiska nät.

I modellen beaktas skarvning vid FOS:en för att ansluta fibrerna i distributionssegmentet till fibrerna i matarkabeln. Ytterligare skarvning beaktas längs matarkabelträdets där enskilda matarkablar sammanfogas för att bilda en större kabel

(förgreningsskarvar) och där maximal kabellängd överskrids (anslutningsskarvar), se Figur 5. Slutligen finns det vid ODF skarvar som behövs för att ansluta inkommande kablar till fiberanslutningskablar (pigtaills) som leder till ODF:ens frontportar (kopplingspanel).

Antalet skarvar i FOS och ODF följer direkt av antalet anslutna fibrer och beaktas direkt i investeringsberäkningarna för FOS:ar och ODF (se avsnitten 3.3.8 och 3.3.9).

Antalet skarvar längs matarkabelträdets/-träden för att ansluta kablar och förgrena kablar beräknas separat enligt nedan och lagras i tabellen "output quantities". Eftersom priset för utomhusskarvning endast inkluderar själva skarvenheten behöver endast antalet skarvar beräknas för att möjliggöra investeringsberäkning av anslutnings- och förgreningsskarvning.

Skarvningskvantiteter beräknas uteslutande för matningssegmentet.<sup>13</sup> Antalet skarvboxar och fiberskarvningsoperationer som krävs i matningssegmentet av nätet skattas. Beräkningarna utförs på FOS-nivå och baseras på två huvudsakliga drivkrafter: matarvägens längd och efterfrågan på fiber (inklusive reservkapacitet).

Först beräknas den totala ruttlängden i matningsnätet per FOS. Detta motsvarar den fullständiga fysiska kabelvägen från varje FOS uppströms i nätet (i riktning mot ODF). Därefter justeras efterfrågan på fiber på nivån för varje matarkabel med reservkapacitetsfaktorn för matning. Detta säkerställer att planerade reservfibrer inkluderas i dimensioneringen av skarvning.

Antalet skarvplatser längs en matarväg bestäms genom att dividera den totala väglängden mellan FOS och ODF med strukturindataparametern "maximum length cables (feeder)" (6 000 meter), vilket är det maximala avståndet mellan två skarvenheter.<sup>14</sup>

Detta tal avrundas därefter uppåt till närmaste heltal och reduceras med ett för att ge antalet skarvboxar (kabelskarvar) som behövs.

Slutligen beräknas det totala antalet fiberskarvningsoperationer genom att multiplicera antalet fibrer (inklusive reserv) med antalet skarvningspunkter längs sträckan. Detta ger en uppskattning på FOS-nivå av det skarvningsarbete som krävs. Antalet skarvar per FOS summeras för varje upptagningsområde och utgör direkt underlag för investeringskostnadsberäkningarna (se avsnitt 3.3.6).

<sup>13</sup> Ingen skarvning förväntas förekomma i distributionssegmentet, eftersom fibern antas blåsas från byggnad till FOS.

<sup>14</sup> Maximala längden 6 000 m är ett proxima. Kabeltillverkare levererar standardlängder upp till 8 000 m (2, 4, 6 och 8 km)

#### 2.4.6 Brunnar

Brunnar används endast i matningssegmentet och fungerar som samlingspunkt för kanalisation och kabelskarvboxar. Kvantiteten beräknas genom att dividera ruttningslängden i matningsnätet per vägtyp med den strukturella indataparametern "genomsnittligt avstånd mellan brunnar" (se Tabell 4: Strukturella indataparametrar för geomodelleringen).

Antal brunnar per vägtyp = schaktlängd för vägtyp i matningsegmentet /  
genomsnittligt avstånd mellan brunnar

På detta sätt kan olika investeringspriser antas för olika typer av brunnar och tillhörande installationskostnader för brunnar.

#### 2.4.7 FOS

FOS:en fungerar som aggregeringsnod för distributionsområdet och ansluter distributionssegmentet till matningssegmentet.

Antalet FOS:ar härleds direkt från de klustringsresultat som genereras av geobearbetningsalgoritmerna. Modellen summerar antalet beräknade kluster för att bestämma det totala antalet nätnoder.

**Dimensionering och differentiering:** Baserat på indataparametrarna använder klustringsalgoritmen särskilda tröskelvärden för att fastställa den nödvändiga kapaciteten i FOS:en. Inventeringen skiljer mellan "små" och "stora" FOS:ar för att hantera olika klusterstorlekar som är anpassade till svenska marknadsförhållanden.

- **Liten FOS typ 1:** målstorlek 24 fibrer.
- **Stor FOS typ 2:** används för kluster som närmar sig maxbegränsningen 48 fibrer.

#### 2.4.8 ODF

Optical Distribution Frame (ODF) fungerar som nätets centrala punkt i varje upptagningsområde och ansluter matarnätet till den aktiva utrustningen.

**Lokaliseringsstrategi:** ODF:ens läge bestäms geometriskt. Den placeras vid den FOS som ligger närmast centroiden för alla FOS:ar inom det specifika upptagningsområdet.

Definitionen följer nättopologins struktur:

- **Regel:** Det finns ett ODF-läge per upptagningsområde.

- **Dimensionering:** Även om läget är unikt per område beror den tekniska dimensioneringen på det totala antalet anslutna fibrer. Modellen beräknar den totala efterfrågan på fiber som ackumuleras i denna nod för att fastställa nödvändig kapacitet.

## 2.5 Utdataparametrar för geomodellen: nätkvantiteter

Geomodellen resulterar i ett antal nätkvantiteter som används som underlag för de efterföljande investeringsberäkningarna. Följande huvudsakliga kategorier av nätkvantiteter beräknas:

- **Efterfrågeegenskaper:** omfattar bland annat antal byggnader, antal hushåll och arbetsställen samt antal fibrer.
- **Nätnader:** omfattar accessnader (ODF) och FOS.
- **Kablar:** omfattar antal kablar och kabellängder per kabeltyp.
- **Ruttning:** omfattar antal gatukorsningar samt ruttningslängder för distributions- och matningssegmenten, inklusive gemensamma sträckor och ruttning på gatans mindre sida.
- **Skarvar:** omfattar skarvar inomhus (ODF) samt utomhus vid FOS och i brunnar.
- **Brunnar:** omfattar antal brunnar i nätet.

En fullständig sammanställning av de nätkvantiteter som beräknas i modellen för respektive upptagningsområde och nätägare redovisas i Tabell 6 nedan, *Utdataparametrar från geomodelleringen, nätkvantiteter*.

Tabellen omfattar även parametrar för byggnader som har anslutits med statligt stöd via Jordbruksverket (JBV) respektive Post- och telestyrelsen (PTS). Parametrarna för statligt stöd och hur dessa hanteras i modellen beskrivs närmare i avsnitt 3.3

Tabell 6: Utdataparametrar från geomodelleringen, nätkvantiteter

| Typ                                        | Kategori   | Beskrivning                                                                                                                                                                              |
|--------------------------------------------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| # MDU/NRO-byggnader                        | Efterfråga | Antal MDU/NRO-byggnader inom upptagningsområdet. MDU avser flerfamiljshus och NRO icke-bostadsbyggnader och övriga byggnader, inklusive verksamhets-, industri- och offentliga byggnader |
| # SDU-byggnader                            | Efterfråga | Antal SDU-byggnader inom upptagningsområdet. SDU avser bostadsbyggnader med 1-2 hushåll som klassificeras som småhus enligt modellen                                                     |
| # byggnader totalt                         | Efterfråga | Totalt antal byggnader inom upptagningsområdet                                                                                                                                           |
| # byggnader anslutna med statsstöd via JBV | Efterfråga | Antal byggnader inom upptagningsområdet anslutna med statsstöd från Jordbruksverket (JBV)                                                                                                |
| # byggnader anslutna med statsstöd via PTS | Efterfråga | Antal byggnader inom upptagningsområdet anslutna med statsstöd från Post- och telestyrelsen (PTS)                                                                                        |

| Typ                                      | Kategori   | Beskrivning                                                                                                                                                 |
|------------------------------------------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| # fibrer i MDU/NRO                       | Efterfråga | Antal fibrer för byggnader klassificerade som MDU/NRO inom upptagningsområdet                                                                               |
| # fibrer i SDU                           | Efterfråga | Antal fibrer för byggnader klassificerade som SDU inom upptagningsområdet                                                                                   |
| # fibrer totalt                          | Efterfråga | Totalt antal fibrer inom upptagningsområdet                                                                                                                 |
| # hushåll + arbetsställen MDU/NRO        | Efterfråga | Antal hushåll och arbetsställen i byggnader klassificerade som MDU eller NRO inom upptagningsområdet, inklusive arbetsställen i både MDU- och NRO-byggnader |
| # hushåll + arbetsställen SDU            | Efterfråga | Antal hushåll och arbetsställen i byggnader klassificerade som SDU inom upptagningsområdet. Detta inkluderar arbetsställen som är belägna i SDU-byggnader   |
| # hushåll + arbetsställen totalt         | Efterfråga | Totalt antal hushåll och arbetsställen inom upptagningsområdet                                                                                              |
| # skåp typ 1                             | Noder      | Antal skåp av typ 1 inom upptagningsområdet, med en maximal kapacitet på 24 fibrer per skåp                                                                 |
| # skåp typ 2                             | Noder      | Antal skåp av typ 2 inom upptagningsområdet, med en maximal kapacitet på 48 fibrer per skåp                                                                 |
| # ODF typ 1                              | Noder      | Antal ODF typ 1 inom upptagningsområdet, 19-tums rackmonterade med 192 LC/UPC-portar                                                                        |
| Antal kablar distribution typ 01 MDU/NRO | Kablar     | Antal kablar av typ 01, 2 fibrer per kabel, som används för MDU/NRO i distributionssegmentet                                                                |
| Antal kablar distribution typ 02 MDU/NRO | Kablar     | Antal kablar av typ 02, 12 fibrer per kabel, som används för MDU/NRO i distributionssegmentet                                                               |
| Antal kablar distribution typ 03 MDU/NRO | Kablar     | Antal kablar av typ 03, 24 fibrer per kabel, som används för MDU/NRO i distributionssegmentet                                                               |
| Antal kablar distribution typ 04 MDU/NRO | Kablar     | Antal kablar av typ 04, 48 fibrer per kabel, som används för MDU/NRO i distributionssegmentet                                                               |
| Antal kablar distribution typ 05 MDU/NRO | Kablar     | Antal kablar av typ 05, 96 fibrer per kabel, som används för MDU/NRO i distributionssegmentet                                                               |
| Antal kablar distribution typ 06 MDU/NRO | Kablar     | Antal kablar av typ 06, 144 fibrer per kabel, som används för MDU/NRO i distributionssegmentet                                                              |
| Antal kablar distribution typ 07 MDU/NRO | Kablar     | Antal kablar av typ 07, 192 fibrer per kabel, som används för MDU/NRO i distributionssegmentet                                                              |
| Antal kablar distribution typ 08 MDU/NRO | Kablar     | Antal kablar av typ 08, 288 fibrer per kabel, som används för MDU/NRO i distributionssegmentet                                                              |
| Antal kablar distribution typ 09 MDU/NRO | Kablar     | Antal kablar av typ 09, 432 fibrer per kabel, som används för MDU/NRO i distributionssegmentet                                                              |
| Antal kablar distribution typ 01 SDU     | Kablar     | Antal kablar av typ 01, 2 fibrer per kabel, som används för SDU i distributionssegmentet                                                                    |
| Antal kablar distribution typ 02 SDU     | Kablar     | Antal kablar av typ 02, 12 fibrer per kabel, som används för SDU i distributionssegmentet                                                                   |
| Antal kablar distribution typ 03 SDU     | Kablar     | Antal kablar av typ 03, 24 fibrer per kabel, som används för SDU i distributionssegmentet                                                                   |
| Antal kablar distribution typ 04 SDU     | Kablar     | Antal kablar av typ 04, 48 fibrer per kabel, som används för SDU i distributionssegmentet                                                                   |
| Antal kablar distribution typ 05 SDU     | Kablar     | Antal kablar av typ 05, 96 fibrer per kabel, som används för SDU i distributionssegmentet                                                                   |
| Antal kablar distribution typ 06 SDU     | Kablar     | Antal kablar av typ 06, 144 fibrer per kabel, som används för SDU i distributionssegmentet                                                                  |

| Typ                                    | Kategori | Beskrivning                                                                                               |
|----------------------------------------|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Antal kablar distribution typ 07 SDU   | Kablar   | Antal kablar av typ 07, 192 fibrer per kabel, som används för SDU i distributionssegmentet                |
| Antal kablar distribution typ 08 SDU   | Kablar   | Antal kablar av typ 08, 288 fibrer per kabel, som används för SDU i distributionssegmentet                |
| Antal kablar distribution typ 09 SDU   | Kablar   | Antal kablar av typ 09, 432 fibrer per kabel, som används för SDU i distributionssegmentet                |
| Antal kablar matning typ 01            | Kablar   | Antal kablar av typ 01, 2 fibrer per kabel, som används i matningssegmentet                               |
| Antal kablar matning typ 02            | Kablar   | Antal kablar av typ 02, 12 fibrer per kabel, som används i matningssegmentet                              |
| Antal kablar matning typ 03            | Kablar   | Antal kablar av typ 03, 24 fibrer per kabel, som används i matningssegmentet                              |
| Antal kablar matning typ 04            | Kablar   | Antal kablar av typ 04, 48 fibrer per kabel, som används i matningssegmentet                              |
| Antal kablar matning typ 05            | Kablar   | Antal kablar av typ 05, 96 fibrer per kabel, som används i matningssegmentet                              |
| Antal kablar matning typ 06            | Kablar   | Antal kablar av typ 06, 144 fibrer per kabel, som används i matningssegmentet                             |
| Antal kablar matning typ 07            | Kablar   | Antal kablar av typ 07, 192 fibrer per kabel, som används i matningssegmentet                             |
| Antal kablar matning typ 08            | Kablar   | Antal kablar av typ 08, 288 fibrer per kabel, som används i matningssegmentet                             |
| Antal kablar matning typ 09            | Kablar   | Antal kablar av typ 09, 432 fibrer per kabel, som används i matningssegmentet                             |
| Kabellängd distribution typ 01 MDU/NRO | Kablar   | Längd i meter av kablar av typ 01, 2 fibrer per kabel, som används för MDU/NRO i distributionssegmentet   |
| Kabellängd distribution typ 02 MDU/NRO | Kablar   | Längd i meter av kablar av typ 02, 12 fibrer per kabel, som används för MDU/NRO i distributionssegmentet  |
| Kabellängd distribution typ 03 MDU/NRO | Kablar   | Längd i meter av kablar av typ 03, 24 fibrer per kabel, som används för MDU/NRO i distributionssegmentet  |
| Kabellängd distribution typ 04 MDU/NRO | Kablar   | Längd i meter av kablar av typ 04, 48 fibrer per kabel, som används för MDU/NRO i distributionssegmentet  |
| Kabellängd distribution typ 05 MDU/NRO | Kablar   | Längd i meter av kablar av typ 05, 96 fibrer per kabel, som används för MDU/NRO i distributionssegmentet  |
| Kabellängd distribution typ 06 MDU/NRO | Kablar   | Längd i meter av kablar av typ 06, 144 fibrer per kabel, som används för MDU/NRO i distributionssegmentet |
| Kabellängd distribution typ 07 MDU/NRO | Kablar   | Längd i meter av kablar av typ 07, 192 fibrer per kabel, som används för MDU/NRO i distributionssegmentet |
| Kabellängd distribution typ 08 MDU/NRO | Kablar   | Längd i meter av kablar av typ 08, 288 fibrer per kabel, som används för MDU/NRO i distributionssegmentet |
| Kabellängd distribution typ 09 MDU/NRO | Kablar   | Längd i meter av kablar av typ 09, 432 fibrer per kabel, som används för MDU/NRO i distributionssegmentet |
| Kabellängd distribution typ 01 SDU     | Kablar   | Längd i meter av kablar av typ 01, 2 fibrer per kabel, som används för SDU i distributionssegmentet       |
| Kabellängd distribution typ 02 SDU     | Kablar   | Längd i meter av kablar av typ 02, 12 fibrer per kabel, som används för SDU i distributionssegmentet      |
| Kabellängd distribution typ 03 SDU     | Kablar   | Längd i meter av kablar av typ 03, 24 fibrer per kabel, som används för SDU i distributionssegmentet      |

| Typ                                 | Kategori | Beskrivning                                                                                                 |
|-------------------------------------|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kabellängd distribution typ 04 SDU  | Kablar   | Längd i meter av kablar av typ 04, 48 fibrer per kabel, som används för SDU i distributionssegmentet        |
| Kabellängd distribution typ 05 SDU  | Kablar   | Längd i meter av kablar av typ 05, 96 fibrer per kabel, som används för SDU i distributionssegmentet        |
| Kabellängd distribution typ 06 SDU  | Kablar   | Längd i meter av kablar av typ 06, 144 fibrer per kabel, som används för SDU i distributionssegmentet       |
| Kabellängd distribution typ 07 SDU  | Kablar   | Längd i meter av kablar av typ 07, 192 fibrer per kabel, som används för SDU i distributionssegmentet       |
| Kabellängd distribution typ 08 SDU  | Kablar   | Längd i meter av kablar av typ 08, 288 fibrer per kabel, som används för SDU i distributionssegmentet       |
| Kabellängd distribution typ 09 SDU  | Kablar   | Längd i meter av kablar av typ 09, 432 fibrer per kabel, som används för SDU i distributionssegmentet       |
| Kabellängd matning typ 01           | Kablar   | Längd i meter av kablar av typ 01, 2 fibrer per kabel, som används i matningssegmentet                      |
| Kabellängd matning typ 02           | Kablar   | Längd i meter av kablar av typ 02, 12 fibrer per kabel, som används i matningssegmentet                     |
| Kabellängd matning typ 03           | Kablar   | Längd i meter av kablar av typ 03, 24 fibrer per kabel, som används i matningssegmentet                     |
| Kabellängd matning typ 04           | Kablar   | Längd i meter av kablar av typ 04, 48 fibrer per kabel, som används i matningssegmentet                     |
| Kabellängd matning typ 05           | Kablar   | Längd i meter av kablar av typ 05, 96 fibrer per kabel, som används i matningssegmentet                     |
| Kabellängd matning typ 06           | Kablar   | Längd i meter av kablar av typ 06, 144 fibrer per kabel, som används i matningssegmentet                    |
| Kabellängd matning typ 07           | Kablar   | Längd i meter av kablar av typ 07, 192 fibrer per kabel, som används i matningssegmentet                    |
| Kabellängd matning typ 08           | Kablar   | Längd i meter av kablar av typ 08, 288 fibrer per kabel, som används i matningssegmentet                    |
| Kabellängd matning typ 09           | Kablar   | Längd i meter av kablar av typ 09, 432 fibrer per kabel, som används i matningssegmentet                    |
| # korsningar distribution vägtyp 01 | Ruttning | Antal gatukorsningar för vägtyp 1 (vägar genom skyddade områden) i distributionssegmentet                   |
| # korsningar distribution vägtyp 02 | Ruttning | Antal gatukorsningar för vägtyp 2 (asfalterade vägar utan grönytor) i distributionssegmentet                |
| # korsningar distribution vägtyp 03 | Ruttning | Antal gatukorsningar för vägtyp 3 (asfalterade statliga vägar) i distributionssegmentet                     |
| # korsningar distribution vägtyp 04 | Ruttning | Antal gatukorsningar för vägtyp 4 (asfalterade vägar) i distributionssegmentet                              |
| # korsningar distribution vägtyp 05 | Ruttning | Antal gatukorsningar för vägtyp 5 (vägar med oasfalterade ytterslänter) i distributionssegmentet            |
| # korsningar distribution vägtyp 06 | Ruttning | Antal gatukorsningar för vägtyp 6 (vägar med ytterslänter på öar) i distributionssegmentet                  |
| # korsningar distribution vägtyp 07 | Ruttning | Antal gatukorsningar för vägtyp 7 (vägar i villaområden med grönytor) i distributionssegmentet              |
| # korsningar distribution vägtyp 08 | Ruttning | Antal gatukorsningar för vägtyp 8 (grusvägar) i distributionssegmentet                                      |
| # korsningar distribution vägtyp 09 | Ruttning | Antal gatukorsningar för vägtyp 9 (asfalterade vägar i villaområden utan grönytor) i distributionssegmentet |

| Typ                                                 | Kategori | Beskrivning                                                                                                                                                     |
|-----------------------------------------------------|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ruttning längd distribution (mindre sida) vägtyp 01 | Ruttning | Ruttlängd i meter på gatans mindre sida, dvs. sidan med färre byggnader, för vägtyp 1 (vägar genom skyddade områden) i distributionssegmentet                   |
| Ruttning längd distribution (mindre sida) vägtyp 02 | Ruttning | Ruttlängd i meter på gatans mindre sida, dvs. sidan med färre byggnader, för vägtyp 2 (asfalterade vägar utan grönytor) i distributionssegmentet                |
| Ruttning längd distribution (mindre sida) vägtyp 03 | Ruttning | Ruttlängd i meter på gatans mindre sida, dvs. sidan med färre byggnader, för vägtyp 3 (asfalterade statliga vägar) i distributionssegmentet                     |
| Ruttning längd distribution (mindre sida) vägtyp 04 | Ruttning | Ruttlängd i meter på gatans mindre sida, dvs. sidan med färre byggnader, för vägtyp 4 (asfalterade vägar) i distributionssegmentet                              |
| Ruttning längd distribution (mindre sida) vägtyp 05 | Ruttning | Ruttlängd i meter på gatans mindre sida, dvs. sidan med färre byggnader, för vägtyp 5 (vägar med oasfalterade ytterslänter) i distributionssegmentet            |
| Ruttning längd distribution (mindre sida) vägtyp 06 | Ruttning | Ruttlängd i meter på gatans mindre sida, dvs. sidan med färre byggnader, för vägtyp 6 (vägar med ytterslänter på öar) i distributionssegmentet                  |
| Ruttning längd distribution (mindre sida) vägtyp 07 | Ruttning | Ruttlängd i meter på gatans mindre sida, dvs. sidan med färre byggnader, för vägtyp 7 (vägar i villaområden med grönytor) i distributionssegmentet              |
| Ruttning längd distribution (mindre sida) vägtyp 08 | Ruttning | Ruttlängd i meter på gatans mindre sida, dvs. sidan med färre byggnader, för vägtyp 8 (grusvägar) i distributionssegmentet                                      |
| Ruttning längd distribution (mindre sida) vägtyp 09 | Ruttning | Ruttlängd i meter på gatans mindre sida, dvs. sidan med färre byggnader, för vägtyp 9 (asfalterade vägar i villaområden utan grönytor) i distributionssegmentet |
| Ruttning längd distribution vägtyp 01               | Ruttning | Ruttlängd i meter som endast används av distributionssegmentet, åtskild från matningsruttningen, för vägtyp 1 (vägar genom skyddade områden)                    |
| Ruttning längd distribution vägtyp 02               | Ruttning | Ruttlängd i meter som endast används av distributionssegmentet, åtskild från matningsruttningen, för vägtyp 2 (asfalterade vägar utan grönytor)                 |
| Ruttning längd distribution vägtyp 03               | Ruttning | Ruttlängd i meter som endast används av distributionssegmentet, åtskild från matningsruttningen, för vägtyp 3 (asfalterade statliga vägar)                      |
| Ruttning längd distribution vägtyp 04               | Ruttning | Ruttlängd i meter som endast används av distributionssegmentet, åtskild från matningsruttningen, för vägtyp 4 (asfalterade vägar)                               |
| Ruttning längd distribution vägtyp 05               | Ruttning | Ruttlängd i meter som endast används av distributionssegmentet, åtskild från matningsruttningen, för vägtyp 5 (vägar med oasfalterade ytterslänter)             |
| Ruttning längd distribution vägtyp 06               | Ruttning | Ruttlängd i meter som endast används av distributionssegmentet, åtskild från matningsruttningen, för vägtyp 6 (vägar med ytterslänter på öar)                   |
| Ruttning längd distribution vägtyp 07               | Ruttning | Ruttlängd i meter som endast används av distributionssegmentet, åtskild från matningsruttningen, för vägtyp 7 (vägar i villaområden med grönytor)               |
| Ruttning längd distribution vägtyp 08               | Ruttning | Ruttlängd i meter som endast används av distributionssegmentet, åtskild från matningsruttningen, för vägtyp 8 (grusvägar)                                       |

| Typ                                              | Kategori | Beskrivning                                                                                                                                                                              |
|--------------------------------------------------|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ruttning längd distribution vägtyp 09            | Ruttning | Ruttlängd i meter som endast används av distributionssegmentet, åtskild från matningsruttningen, för vägtyp 9 (asfalterade vägar i villaområden utan grönytor)                           |
| Ruttning längd distribution (gemensam) vägtyp 01 | Ruttning | Ruttlängd i meter på vägsegment som delas av distributions- och matningsruttningen, allokerad till distributionssegmentet, för vägtyp 1 (vägar genom skyddade områden)                   |
| Ruttning längd distribution (gemensam) vägtyp 02 | Ruttning | Ruttlängd i meter på vägsegment som delas av distributions- och matningsruttningen, allokerad till distributionssegmentet, för vägtyp 2 (asfalterade vägar utan grönytor)                |
| Ruttning längd distribution (gemensam) vägtyp 03 | Ruttning | Ruttlängd i meter på vägsegment som delas av distributions- och matningsruttningen, allokerad till distributionssegmentet, för vägtyp 3 (asfalterade statliga vägar)                     |
| Ruttning längd distribution (gemensam) vägtyp 04 | Ruttning | Ruttlängd i meter på vägsegment som delas av distributions- och matningsruttningen, allokerad till distributionssegmentet, för vägtyp 4 (asfalterade vägar)                              |
| Ruttning längd distribution (gemensam) vägtyp 05 | Ruttning | Ruttlängd i meter på vägsegment som delas av distributions- och matningsruttningen, allokerad till distributionssegmentet, för vägtyp 5 (vägar med oasfalterade ytterslänter)            |
| Ruttning längd distribution (gemensam) vägtyp 06 | Ruttning | Ruttlängd i meter på vägsegment som delas av distributions- och matningsruttningen, allokerad till distributionssegmentet, för vägtyp 6 (vägar med ytterslänter på öar)                  |
| Ruttning längd distribution (gemensam) vägtyp 07 | Ruttning | Ruttlängd i meter på vägsegment som delas av distributions- och matningsruttningen, allokerad till distributionssegmentet, för vägtyp 7 (vägar i villaområden med grönytor)              |
| Ruttning längd distribution (gemensam) vägtyp 08 | Ruttning | Ruttlängd i meter på vägsegment som delas av distributions- och matningsruttningen, allokerad till distributionssegmentet, för vägtyp 8 (grusvägar)                                      |
| Ruttning längd distribution (gemensam) vägtyp 09 | Ruttning | Ruttlängd i meter på vägsegment som delas av distributions- och matningsruttningen, allokerad till distributionssegmentet, för vägtyp 9 (asfalterade vägar i villaområden utan grönytor) |
| Ruttning längd matning vägtyp 01                 | Ruttning | Ruttlängd i meter som endast används av matningssegmentet, åtskild från distributionsruttningen, för vägtyp 1 (vägar genom skyddade områden)                                             |
| Ruttning längd matning vägtyp 02                 | Ruttning | Ruttlängd i meter som endast används av matningssegmentet, åtskild från distributionsruttningen, för vägtyp 2 (asfalterade vägar utan grönytor)                                          |
| Ruttning längd matning vägtyp 03                 | Ruttning | Ruttlängd i meter som endast används av matningssegmentet, åtskild från distributionsruttningen, för vägtyp 3 (asfalterade statliga vägar)                                               |
| Ruttning längd matning vägtyp 04                 | Ruttning | Ruttlängd i meter som endast används av matningssegmentet, åtskild från distributionsruttningen, för vägtyp 4 (asfalterade vägar)                                                        |
| Ruttning längd matning vägtyp 05                 | Ruttning | Ruttlängd i meter som endast används av matningssegmentet, åtskild från distributionsruttningen, för vägtyp 5 (vägar med oasfalterade ytterslänter)                                      |
| Ruttning längd matning vägtyp 06                 | Ruttning | Ruttlängd i meter som endast används av matningssegmentet, åtskild från distributionsruttningen, för vägtyp 6 (vägar med ytterslänter på öar)                                            |
| Ruttning längd matning vägtyp 07                 | Ruttning | Ruttlängd i meter som endast används av matningssegmentet, åtskild från distributionsruttningen, för vägtyp 7 (vägar i villaområden med grönytor)                                        |

| Typ                                         | Kategori | Beskrivning                                                                                                                                                                         |
|---------------------------------------------|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ruttning längd matning vägtyp 08            | Ruttning | Ruttlängd i meter som endast används av matningssegmentet, åtskild från distributionsruttningen, för vägtyp 8 (grusvägar)                                                           |
| Ruttning längd matning vägtyp 09            | Ruttning | Ruttlängd i meter som endast används av matningssegmentet, åtskild från distributionsruttningen, för vägtyp 9 (asfalterade vägar i villaområden utan grönytor)                      |
| Ruttning längd matning (gemensam) vägtyp 01 | Ruttning | Ruttlängd i meter på vägsegment som delas av distributions- och matningsruttningen, allokerad till matningssegmentet, för vägtyp 1 (vägar genom skyddade områden)                   |
| Ruttning längd matning (gemensam) vägtyp 02 | Ruttning | Ruttlängd i meter på vägsegment som delas av distributions- och matningsruttningen, allokerad till matningssegmentet, för vägtyp 2 (asfalterade vägar utan grönytor)                |
| Ruttning längd matning (gemensam) vägtyp 03 | Ruttning | Ruttlängd i meter på vägsegment som delas av distributions- och matningsruttningen, allokerad till matningssegmentet, för vägtyp 3 (asfalterade statliga vägar)                     |
| Ruttning längd matning (gemensam) vägtyp 04 | Ruttning | Ruttlängd i meter på vägsegment som delas av distributions- och matningsruttningen, allokerad till matningssegmentet, för vägtyp 4 (asfalterade vägar)                              |
| Ruttning längd matning (gemensam) vägtyp 05 | Ruttning | Ruttlängd i meter på vägsegment som delas av distributions- och matningsruttningen, allokerad till matningssegmentet, för vägtyp 5 (vägar med oasfalterade ytterslänter)            |
| Ruttning längd matning (gemensam) vägtyp 06 | Ruttning | Ruttlängd i meter på vägsegment som delas av distributions- och matningsruttningen, allokerad till matningssegmentet, för vägtyp 6 (vägar med ytterslänter på öar)                  |
| Ruttning längd matning (gemensam) vägtyp 07 | Ruttning | Ruttlängd i meter på vägsegment som delas av distributions- och matningsruttningen, allokerad till matningssegmentet, för vägtyp 7 (vägar i villaområden med grönytor)              |
| Ruttning längd matning (gemensam) vägtyp 08 | Ruttning | Ruttlängd i meter på vägsegment som delas av distributions- och matningsruttningen, allokerad till matningssegmentet, för vägtyp 8 (grusvägar)                                      |
| Ruttning längd matning (gemensam) vägtyp 09 | Ruttning | Ruttlängd i meter på vägsegment som delas av distributions- och matningsruttningen, allokerad till matningssegmentet, för vägtyp 9 (asfalterade vägar i villaområden utan grönytor) |
| # brunnar matning vägtyp 01                 | Brunnar  | Antal brunnar för vägtyp 1 (vägar genom skyddade områden) i matningssegmentet                                                                                                       |
| # brunnar matning vägtyp 02                 | Brunnar  | Antal brunnar för vägtyp 2 (asfalterade vägar utan grönytor) i matningssegmentet                                                                                                    |
| # brunnar matning vägtyp 03                 | Brunnar  | Antal brunnar för vägtyp 3 (asfalterade statliga vägar) i matningssegmentet                                                                                                         |
| # brunnar matning vägtyp 04                 | Brunnar  | Antal brunnar för vägtyp 4 (asfalterade vägar) i matningssegmentet                                                                                                                  |
| # brunnar matning vägtyp 05                 | Brunnar  | Antal brunnar för vägtyp 5 (vägar med oasfalterade ytterslänter) i matningssegmentet                                                                                                |
| # brunnar matning vägtyp 06                 | Brunnar  | Antal brunnar för vägtyp 6 (vägar med ytterslänter på öar) i matningssegmentet                                                                                                      |
| # brunnar matning vägtyp 07                 | Brunnar  | Antal brunnar för vägtyp 7 (vägar i villaområden med grönytor) i matningssegmentet                                                                                                  |
| # brunnar matning vägtyp 08                 | Brunnar  | Antal brunnar för vägtyp 8 (grusvägar) i matningssegmentet                                                                                                                          |
| # brunnar matning vägtyp 09                 | Brunnar  | Antal brunnar för vägtyp 9 (asfalterade vägar i villaområden utan grönytor) i matningssegmentet                                                                                     |

| Typ                      | Kategori  | Beskrivning                                                |
|--------------------------|-----------|------------------------------------------------------------|
| # fiberskarvar (matning) | Skarvning | Antal fiberskarvar längs kabelrutterna i matningssegmentet |

### 3. Kostnadsmodell

#### 3.1 Översikt

Med utgångspunkt i de nätkvantiteter som erhålls från geomodellen härleder kostnadsmodellen nätinvesteringar och kostnader samt beräknar tjänstespecifika kostnader. Kostnadsmodellen använder R-skript för att beräkna investeringar och kostnader för olika tillgångsklasser för varje upptagningsområde hos en given uppsättning nätägare.

#### Följande indata beaktas i kostnadsmodellen:

- Tabell med utdataparametrar från geomodelleringen – nätkvantiteter (se Tabell 6: Utdataparametrar från geomodelleringen, nätkvantiteter).
- Indataparametrar för investeringsberäkning (se Tabell 7: Indataparametrar för investeringsberäkningen).
- Indataparametrar för kostnadsberäkning (se Tabell 9: Indataparametrar för kostnadsberäkningen).

#### Följande huvudsakliga beräkningssteg genomförs:

- Investeringsberäkning för att härleda direkta och indirekta investeringar.
- Kostnadsberäkning för att härleda kostnadsutfall per upptagningsområde för varje nätägare.
- Beräkning av tjänstekostnader.
- Export av resultat per nätägare.

## 3.2 Nätkvantiteter

Nätkvantiteterna används för att härleda investeringskostnaderna för nätutrustningen och de nätelement som beaktas. De nätkvantiteter som härleds från geomodelleringen (se Tabell 6: Utdataparametrar från geomodelleringen, nätkvantiteter) läses in i R för att vara tillgängliga för multiplikation med enhetskostnader och andra parametrar, såsom beskrivs närmare i avsnitt 3.3.

## 3.3 Investeringsberäkning

### 3.3.1 Indataparametrar för investeringsberäkningen

Investeringsberäkningen utgår från de nätkvantiteter som genereras av geomodelleringen i kombination med ett antal indataparametrar för kostnader och andra beräkningsantaganden. Dessa parametrar används för att beräkna investeringarna i de planerade nätelementen.

**Följande huvudsakliga kategorier av indataparametrar används i investeringsberäkningen:**

- **Ruttning:** omfattar kostnader för schaktning och förläggning per vägtyp för distributions- och matningssegmenten.
- **Samförläggning:** omfattar antaganden om andelen sträckor som samförläggs med annan infrastruktur eller andra fibernät samt merkostnader för samförläggning.
- **Mikrodukter:** omfattar antaganden om överkapacitet samt material- och installationskostnader för mikrorör.
- **Kablar:** omfattar kabelkapacitet samt material- och installationskostnader för olika kabeltyper.
- **Gatukorsningar:** omfattar kostnader för skyddsrör, schaktning och vägvästängning samt antaganden om vägbredd.
- **Skarvning:** omfattar kostnader för skarvning.
- **Brunnar och markskåp:** omfattar material- och installationskostnader samt antaganden om brunnstyper.
- **ODF:** omfattar material- och installationskostnader för optiska distributionsramar.
- **Statligt stöd:** omfattar antaganden om genomsnittligt statligt stöd per byggnad från Jordbruksverket respektive PTS.

En fullständig sammanställning av de indataparametrar som används i investeringsberäkningen redovisas i Tabell 7 nedan, Indataparametrar för investeringsberäkningen.

Tabell 7: Indataparametrar för investeringsberäkningen

| Typ                                                                                 | Kategori       | Beskrivning                                                                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Pris, vägtyp 1, distribution [SEK/m]                                                | Ruttning, pris | Pris per meter för vägtyp 1 (vägar genom skyddade områden), grävning genom skyddat område, distributionssegment.                                        |
| Pris, vägtyp 2, distribution [SEK/m]                                                | Ruttning, pris | Pris per meter för vägtyp 2 (asfalterade vägar utan grönytor), grävning i asfalt, distributionssegment.                                                 |
| Pris, vägtyp 3, distribution [SEK/m]                                                | Ruttning, pris | Pris per meter för vägtyp 3 (asfalterade statliga vägar), grävning i ytterslän, distributionssegment.                                                   |
| Pris, vägtyp 4, distribution [SEK/m]                                                | Ruttning, pris | Pris per meter för vägtyp 4 (asfalterade vägar), grävning i ytterslän, distributionssegment.                                                            |
| Pris, vägtyp 5, distribution [SEK/m]                                                | Ruttning, pris | Pris per meter för vägtyp 5 (vägar med oasfalterade ytterslänter), plöjning i ytterslän, distributionssegment.                                          |
| Pris, vägtyp 6, distribution [SEK/m]                                                | Ruttning, pris | Pris per meter för vägtyp 6 (vägar med ytterslänter på öar), grävning i ytterslän, distributionssegment.                                                |
| Pris, vägtyp 7, distribution [SEK/m]                                                | Ruttning, pris | Pris per meter för vägtyp 7 (vägar i villaområden med grönytor), plöjning i grönyta, distributionssegment.                                              |
| Pris, vägtyp 8, distribution [SEK/m]                                                | Ruttning, pris | Pris per meter för vägtyp 8 (grusvägar), plöjning, distributionssegment.                                                                                |
| Pris, vägtyp 9, distribution [SEK/m]                                                | Ruttning, pris | Pris per meter för vägtyp 9 (asfalterade vägar i villaområden utan grönytor), grävning i asfalt, distributionssegment.                                  |
| Pris, vägtyp 10, distribution [SEK/m]                                               | Ruttning, pris | Pris per meter för vägtyp 10 (vatten- och färjerutter), kabelförläggning i vatten, distributionssegment.                                                |
| Pris, vägtyp 1, matning [SEK/m]                                                     | Ruttning, pris | Pris per meter för vägtyp 1 (vägar genom skyddade områden), grävning genom skyddat område, matningssegment.                                             |
| Pris, vägtyp 2, matning [SEK/m]                                                     | Ruttning, pris | Pris per meter för vägtyp 2 (asfalterade vägar utan grönytor), grävning i asfalt, matningssegment.                                                      |
| Pris, vägtyp 3, matning [SEK/m]                                                     | Ruttning, pris | Pris per meter för vägtyp 3 (asfalterade statliga vägar), grävning i ytterslän, matningssegment.                                                        |
| Pris, vägtyp 4, matning [SEK/m]                                                     | Ruttning, pris | Pris per meter för vägtyp 4 (asfalterade vägar), grävning i ytterslän, matningssegment.                                                                 |
| Pris, vägtyp 5, matning [SEK/m]                                                     | Ruttning, pris | Pris per meter för vägtyp 5 (vägar med oasfalterade ytterslänter), plöjning i ytterslän, matningssegment.                                               |
| Pris, vägtyp 6, matning [SEK/m]                                                     | Ruttning, pris | Pris per meter för vägtyp 6 (vägar med ytterslänter på öar), grävning i ytterslän, matningssegment.                                                     |
| Pris, vägtyp 7, matning [SEK/m]                                                     | Ruttning, pris | Pris per meter för vägtyp 7 (vägar i villaområden med grönytor), plöjning i grönyta, matningssegment.                                                   |
| Pris, vägtyp 8, matning [SEK/m]                                                     | Ruttning, pris | Pris per meter för vägtyp 8 (grusvägar), plöjning, matningssegment.                                                                                     |
| Pris, vägtyp 9, matning [SEK/m]                                                     | Ruttning, pris | Pris per meter för vägtyp 9 (asfalterade vägar i villaområden utan grönytor), grävning i asfalt, matningssegment.                                       |
| Pris, vägtyp 10, matning [SEK/m]                                                    | Ruttning, pris | Pris per meter för vägtyp 10 (vatten- och färjerutter), kabelförläggning i vatten, matningssegment.                                                     |
| Andel samförlägningsbara schaktsträckor som samförläggs med annan infrastruktur [%] | Samförläggning | Andel samförlägningsbara schaktsträckor i accessnätet som antas samförläggas med annan infrastruktur, såsom el-, gas-, vatten-, avlopps- eller mobilnät |
| Andel samförlägningsbara schaktsträckor som delas med andra fibernätsegment [%]     | Samförläggning | Andel samförlägningsbara schaktsträckor i accessnätet som antas delas med andra fibernätsegment, såsom core- eller backhaulnät                          |
| Merkostnad för schakt vid samförläggning [%]                                        | Samförläggning | Merkostnad för schakt som tillämpas på samförlagda sträckor för att beakta kostnader förknippade med samförläggning                                     |

| Typ                                                                       | Kategori       | Beskrivning                                                                                                                          |
|---------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Andel av vägsträcka där samförläggning antas, vägtyp 1, distribution [%]  | Samförläggning | Andel av vägsträckan för vägtyp 1 (vägar genom skyddade områden) där samförläggning antas i distributionssegmentet                   |
| Andel av vägsträcka där samförläggning antas, vägtyp 2, distribution [%]  | Samförläggning | Andel av vägsträckan för vägtyp 2 (asfalterade vägar utan grönytor) där samförläggning antas i distributionssegmentet                |
| Andel av vägsträcka där samförläggning antas, vägtyp 3, distribution [%]  | Samförläggning | Andel av vägsträckan för vägtyp 3 (asfalterade statliga vägar) där samförläggning antas i distributionssegmentet                     |
| Andel av vägsträcka där samförläggning antas, vägtyp 4, distribution [%]  | Samförläggning | Andel av vägsträckan för vägtyp 4 (asfalterade vägar) där samförläggning antas i distributionssegmentet                              |
| Andel av vägsträcka där samförläggning antas, vägtyp 5, distribution [%]  | Samförläggning | Andel av vägsträckan för vägtyp 5 (vägar med oasfalterade ytterslänter) där samförläggning antas i distributionssegmentet            |
| Andel av vägsträcka där samförläggning antas, vägtyp 6, distribution [%]  | Samförläggning | Andel av vägsträckan för vägtyp 6 (vägar med ytterslänter på öar) där samförläggning antas i distributionssegmentet                  |
| Andel av vägsträcka där samförläggning antas, vägtyp 7, distribution [%]  | Samförläggning | Andel av vägsträckan för vägtyp 7 (vägar i villaområden med grönytor) där samförläggning antas i distributionssegmentet              |
| Andel av vägsträcka där samförläggning antas, vägtyp 8, distributions [%] | Samförläggning | Andel av vägsträckan för vägtyp 8 (grusvägar) där samförläggning antas i distributionssegmentet                                      |
| Andel av vägsträcka där samförläggning antas, vägtyp 9, distribution [%]  | Samförläggning | Andel av vägsträckan för vägtyp 9 (asfalterade vägar i villaområden utan grönytor) där samförläggning antas i distributionssegmentet |
| Andel av vägsträcka där samförläggning antas, vägtyp 10, distribution [%] | Samförläggning | Andel av vägsträckan för vägtyp 10 (vatten- och färjerutter) där samförläggning antas i distributionssegmentet                       |
| Andel av vägsträcka där samförläggning antas, vägtyp 1, matning [%]       | Samförläggning | Andel av vägsträckan för vägtyp 1 (vägar genom skyddade områden) där samförläggning antas i matningssegmentet                        |
| Andel av vägsträcka där samförläggning antas, vägtyp 2, matning [%]       | Samförläggning | Andel av vägsträckan för vägtyp 2 (asfalterade vägar utan grönytor) där samförläggning antas i matningssegmentet                     |
| Andel av vägsträcka där samförläggning antas, vägtyp 3, matning [%]       | Samförläggning | Andel av vägsträckan för vägtyp 3 (asfalterade statliga vägar) där samförläggning antas i matningssegmentet                          |
| Andel av vägsträcka där samförläggning antas, vägtyp 4, matning [%]       | Samförläggning | Andel av vägsträckan för vägtyp 4 (asfalterade vägar) där samförläggning antas i matningssegmentet                                   |
| Andel av vägsträcka där samförläggning antas, vägtyp 5, matning [%]       | Samförläggning | Andel av vägsträckan för vägtyp 5 (vägar med oasfalterade ytterslänter) där samförläggning antas i matningssegmentet                 |
| Andel av vägsträcka där samförläggning antas, vägtyp 6, matning [%]       | Samförläggning | Andel av vägsträckan för vägtyp 6 (vägar med ytterslänter på öar) där samförläggning antas i matningssegmentet                       |
| Andel av vägsträcka där samförläggning antas, vägtyp 7, matning [%]       | Samförläggning | Andel av vägsträckan för vägtyp 7 (vägar i villaområden med grönytor) där samförläggning antas i matningssegmentet                   |

| Typ                                                                  | Kategori                | Beskrivning                                                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Andel av vägsträcka där samförläggning antas, vägtyp 8, matning [%]  | Samförläggning          | Andel av vägsträckan för vägtyp 8 (grusvägar) där samförläggning antas i matningssegmentet                                      |
| Andel av vägsträcka där samförläggning antas, vägtyp 9, matning [%]  | Samförläggning          | Andel av vägsträckan för vägtyp 9 (asfalterade vägar i villaområden utan grönytor) där samförläggning antas i matningssegmentet |
| Andel av vägsträcka där samförläggning antas, vägtyp 10, matning [%] | Samförläggning          | Andel av vägsträckan för vägtyp 10 (vatten- och färjerutter) där samförläggning antas i matningssegmentet                       |
| Planerad överkapacitet, mikrorör, distribution [%]                   | Mikrodukt, kapacitet    | Planerad överkapacitet för mikrorör i distributionssegmentet, uttryckt som andelen extra rör utöver aktuellt behov              |
| Planerad överkapacitet, mikrorör, matning [%]                        | Mikrodukt, kapacitet    | Planerad överkapacitet för mikrorör i matningssegmentet, uttryckt som andelen extra rör utöver aktuellt behov                   |
| Pris, material mikrorör, kabeltyp 1 [SEK/m]                          | Mikrodukt, material     | Materialpris per meter för ett mikrorör på 7/3,5 mm som används för kabeltyp 1 (2 fibrer)                                       |
| Pris, material mikrorör, kabeltyp 2 [SEK/m]                          | Mikrodukt, material     | Materialpris per meter för ett mikrorör på 7/3,5 mm som används för kabeltyp 2 (12 fibrer)                                      |
| Pris, material mikrorör, kabeltyp 3 [SEK/m]                          | Mikrodukt, material     | Materialpris per meter för ett mikrorör på 7/3,5 mm som används för kabeltyp 3 (24 fibrer)                                      |
| Pris, material mikrorör, kabeltyp 4 [SEK/m]                          | Mikrodukt, material     | Materialpris per meter för ett mikrorör på 16/12 mm som används för kabeltyp 4 (48 fibrer)                                      |
| Pris, material mikrorör, kabeltyp 5 [SEK/m]                          | Mikrodukt, material     | Materialpris per meter för ett mikrorör på 16/12 mm som används för kabeltyp 5 (96 fibrer)                                      |
| Pris, material mikrorör, kabeltyp 6 [SEK/m]                          | Mikrodukt, material     | Materialpris per meter för ett mikrorör på 16/12 mm som används för kabeltyp 6 (144 fibrer)                                     |
| Pris, material mikrorör, kabeltyp 7 [SEK/m]                          | Mikrodukt, material     | Materialpris per meter för ett mikrorör på 16/12 mm som används för kabeltyp 7 (192 fibrer)                                     |
| Pris, material mikrorör, kabeltyp 8 [SEK/m]                          | Mikrodukt, material     | Materialpris per meter för ett mikrorör på 16/12 mm som används för kabeltyp 8 (288 fibrer)                                     |
| Pris, material mikrorör, kabeltyp 9 [SEK/m]                          | Mikrodukt, material     | Materialpris per meter för ett mikrorör på 16/12 mm som används för kabeltyp 9 (432 fibrer)                                     |
| Pris, installation mikrorör [SEK/m]                                  | Mikrodukt, installation | Pris per meter för installation av ett enkelt eller buntat mikrorör i öppet schakt, exklusive schaktkostnader                   |
| Antal fibrer, kabeltyp 1 [st]                                        | Kabel, antal fiber      | Antal fibrer per kabel för kabeltyp 1 (2 stycken), vilket definierar kabeltypens storlek i modellen                             |
| Antal fibrer, kabeltyp 2 [st]                                        | Kabel, antal fiber      | Antal fibrer per kabel för kabeltyp 2 (12 stycken), vilket definierar kabeltypens storlek i modellen                            |
| Antal fibrer, kabeltyp 3 [st]                                        | Kabel, antal fiber      | Antal fibrer per kabel för kabeltyp 3 (24 stycken), vilket definierar kabeltypens storlek i modellen                            |
| Antal fibrer, kabeltyp 4 [st]                                        | Kabel, antal fiber      | Antal fibrer per kabel för kabeltyp 4 (48 stycken), vilket definierar kabeltypens storlek i modellen                            |
| Antal fibrer, kabeltyp 5 [st]                                        | Kabel, antal fiber      | Antal fibrer per kabel för kabeltyp 5 (96 stycken), vilket definierar kabeltypens storlek i modellen                            |
| Antal fibrer, kabeltyp 6 [st]                                        | Kabel, antal fiber      | Antal fibrer per kabel för kabeltyp 6 (144 stycken), vilket definierar kabeltypens storlek i modellen                           |
| Antal fibrer, kabeltyp 7 [st]                                        | Kabel, antal fiber      | Antal fibrer per kabel för kabeltyp 7 (192 stycken), vilket definierar kabeltypens storlek i modellen                           |
| Antal fibrer, kabeltyp 8 [st]                                        | Kabel, antal fiber      | Antal fibrer per kabel för kabeltyp 8 (288 stycken), vilket definierar kabeltypens storlek i modellen                           |

| Typ                                               | Kategori               | Beskrivning                                                                                                                                      |
|---------------------------------------------------|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Antal fibrer, kabeltyp 9 [st]                     | Kabel,<br>antal fiber  | Antal fibrer per kabel för kabeltyp 9 (432 stycken), vilket definierar kabeltypens storlek i modellen                                            |
| Pris, mikrofiber kabeltyp 1, material [SEK/m]     | Kabel,<br>material     | Materialpris per meter för en mikrofiberkabel av kabeltyp 1 (2 fibrer)                                                                           |
| Pris, mikrofiber kabeltyp 2, material [SEK/m]     | Kabel,<br>material     | Materialpris per meter för en mikrofiberkabel av kabeltyp 2 (12 fibrer)                                                                          |
| Pris, mikrofiber kabeltyp 3, material [SEK/m]     | Kabel,<br>material     | Materialpris per meter för en mikrofiberkabel av kabeltyp 3 (24 fibrer)                                                                          |
| Pris, mikrofiber kabeltyp 4, material [SEK/m]     | Kabel,<br>material     | Materialpris per meter för en mikrofiberkabel av kabeltyp 4 (48 fibrer)                                                                          |
| Pris, mikrofiber kabeltyp 5, material [SEK/m]     | Kabel,<br>material     | Materialpris per meter för en mikrofiberkabel av kabeltyp 5 (96 fibrer)                                                                          |
| Pris, mikrofiber kabeltyp 6, material [SEK/m]     | Kabel,<br>material     | Materialpris per meter för en mikrofiberkabel av kabeltyp 6 (144 fibrer)                                                                         |
| Pris, mikrofiber kabeltyp 7, material [SEK/m]     | Kabel,<br>material     | Materialpris per meter för en mikrofiberkabel av kabeltyp 7 (192 fibrer)                                                                         |
| Pris, mikrofiber kabeltyp 8, material [SEK/m]     | Kabel,<br>material     | Materialpris per meter för en mikrofiberkabel av kabeltyp 8 (288 fibrer)                                                                         |
| Pris, mikrofiber kabeltyp 9, material [SEK/m]     | Kabel,<br>material     | Materialpris per meter för en mikrofiberkabel av kabeltyp 9 (432 fibrer)                                                                         |
| Pris, blåsfiber kabeltyp 1, material [SEK/m]      | Kabel,<br>material     | Materialpris per meter för en blåsfiberkabel av kabeltyp 1 (2 fibrer)                                                                            |
| Pris, blåsfiber kabeltyp 2, material [SEK/m]      | Kabel,<br>material     | Materialpris per meter för en blåsfiberkabel av kabeltyp 2 (12 fibrer)                                                                           |
| Pris, blåsfiber kabeltyp 3, material [SEK/m]      | Kabel,<br>material     | Materialpris per meter för en blåsfiberkabel av kabeltyp 3 (24 fibrer)                                                                           |
| Pris, mikrofiber kabeltyp 1, installation [SEK/m] | Kabel,<br>installation | Pris per meter för installation (blåsning) av en mikrofiberkabel av kabeltyp 1 (2 fibrer) i ett befintligt mikrorör, exklusive schaktkostnader   |
| Pris, mikrofiber kabeltyp 2, installation [SEK/m] | Kabel,<br>installation | Pris per meter för installation (blåsning) av en mikrofiberkabel av kabeltyp 2 (12 fibrer) i ett befintligt mikrorör, exklusive schaktkostnader  |
| Pris, mikrofiber kabeltyp 3, installation [SEK/m] | Kabel,<br>installation | Pris per meter för installation (blåsning) av en mikrofiberkabel av kabeltyp 3 (24 fibrer) i ett befintligt mikrorör, exklusive schaktkostnader  |
| Pris, mikrofiber kabeltyp 4, installation [SEK/m] | Kabel,<br>installation | Pris per meter för installation (blåsning) av en mikrofiberkabel av kabeltyp 4 (48 fibrer) i ett befintligt mikrorör, exklusive schaktkostnader  |
| Pris, mikrofiber kabeltyp 5, installation [SEK/m] | Kabel,<br>installation | Pris per meter för installation (blåsning) av en mikrofiberkabel av kabeltyp 5 (96 fibrer) i ett befintligt mikrorör, exklusive schaktkostnader  |
| Pris, mikrofiber kabeltyp 6, installation [SEK/m] | Kabel,<br>installation | Pris per meter för installation (blåsning) av en mikrofiberkabel av kabeltyp 6 (144 fibrer) i ett befintligt mikrorör, exklusive schaktkostnader |
| Pris, mikrofiber kabeltyp 7, installation [SEK/m] | Kabel,<br>installation | Pris per meter för installation (blåsning) av en mikrofiberkabel av kabeltyp 7 (192 fibrer) i ett befintligt mikrorör, exklusive schaktkostnader |
| Pris, mikrofiber kabeltyp 8, installation [SEK/m] | Kabel,<br>installation | Pris per meter för installation (blåsning) av en mikrofiberkabel av kabeltyp 8 (288 fibrer) i ett befintligt mikrorör, exklusive schaktkostnader |

| Typ                                                            | Kategori                     | Beskrivning                                                                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Pris, mikrofiber kabeltyp 9, installation [SEK/m]              | Kabel, installation          | Pris per meter för installation (blåsning) av en mikrofiberkabel av kabeltyp 9 (432 fibrer) i ett befintligt mikrorör, exklusive schaktkostnader |
| Pris, blåsfiber kabeltyp 1, installation [SEK/m]               | Kabel, installation          | Pris per meter för installation (blåsning) av en blåsfiberkabel av kabeltyp 1 (2 fibrer) i ett befintligt mikrorör, exklusive schaktkostnader    |
| Pris, blåsfiber kabeltyp 2, installation [SEK/m]               | Kabel, installation          | Pris per meter för installation (blåsning) av en blåsfiberkabel av kabeltyp 2 (12 fibrer) i ett befintligt mikrorör, exklusive schaktkostnader   |
| Pris, blåsfiber kabeltyp 3, installation [SEK/m]               | Kabel, installation          | Pris per meter för installation (blåsning) av en blåsfiberkabel av kabeltyp 3 (24 fibrer) i ett befintligt mikrorör, exklusive schaktkostnader   |
| Planerad extra kabellängd, distribution [m]                    | Kabel, överkapacitet         | Planerad extra kabellängd i meter för distributionssegmentet                                                                                     |
| Pris, standardrör 110 mm vid vägövergång, material [SEK/m]     | Gatukorsning, material       | Materialpris per meter för ett 110 mm skyddsrör (standardrör) som används vid vägövergångar                                                      |
| Pris, standardrör 110 mm vid vägövergång, installation [SEK/m] | Gatukorsning, installation   | Pris per meter för installation av ett 110 mm skyddsrör (standardrör) vid vägövergångar                                                          |
| Pris, standardgrävning vid vägövergång [SEK/m]                 | Gatukorsning, ruttning, pris | Pris per meter för standardgrävning vid en vägövergång                                                                                           |
| Pris, vägstängning vid vägövergång [SEK]                       | Gatukorsning, ruttning, pris | Pris för vägstängning i samband med en vägövergång                                                                                               |
| Genomsnittlig vägbredd vid vägövergång, vägtyp 1 [m]           | Gatukorsning, vägbredd       | Genomsnittlig vägbredd i meter för vägtyp 1 (vägar genom skyddade områden), som används för att beräkna vägövergångens längd                     |
| Genomsnittlig vägbredd vid vägövergång, vägtyp 2 [m]           | Gatukorsning, vägbredd       | Genomsnittlig vägbredd i meter för vägtyp 2 (asfalterade vägar utan grönytor), som används för att beräkna vägövergångens längd                  |
| Genomsnittlig vägbredd vid vägövergång, vägtyp 3 [m]           | Gatukorsning, vägbredd       | Genomsnittlig vägbredd i meter för vägtyp 3 (asfalterade statliga vägar), som används för att beräkna vägövergångens längd                       |
| Genomsnittlig vägbredd vid vägövergång, vägtyp 4 [m]           | Gatukorsning, vägbredd       | Genomsnittlig vägbredd i meter för vägtyp 4 (asfalterade vägar), som används för att beräkna vägövergångens längd                                |
| Genomsnittlig vägbredd vid vägövergång, vägtyp 5 [m]           | Gatukorsning, vägbredd       | Genomsnittlig vägbredd i meter för vägtyp 5 (vägar med oasfalterade ytterslänter), som används för att beräkna vägövergångens längd              |
| Genomsnittlig vägbredd vid vägövergång, vägtyp 6 [m]           | Gatukorsning, vägbredd       | Genomsnittlig vägbredd i meter för vägtyp 6 (vägar med ytterslänter på öar), som används för att beräkna vägövergångens längd                    |
| Genomsnittlig vägbredd vid vägövergång, vägtyp 7 [m]           | Gatukorsning, vägbredd       | Genomsnittlig vägbredd i meter för vägtyp 7 (vägar i villaområden med grönytor), som används för att beräkna vägövergångens längd                |
| Genomsnittlig vägbredd vid vägövergång, vägtyp 8 [m]           | Gatukorsning, vägbredd       | Genomsnittlig vägbredd i meter för vägtyp 8 (grusvägar), som används för att beräkna vägövergångens längd                                        |

| Typ                                                                     | Kategori               | Beskrivning                                                                                                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Genomsnittlig vägbredd vid vägövergång, vägtyp 9 [m]                    | Gatukorsning, vägbredd | Genomsnittlig vägbredd i meter för vägtyp 9 (asfalterade vägar i villaområden utan grönytor), som används för att beräkna vägövergångens längd           |
| Genomsnittlig vägbredd vid vägövergång, vägtyp 10 [m]                   | Gatukorsning, vägbredd | Genomsnittlig vägbredd i meter för vägtyp 10 (vatten- och färjerutter), som används för att beräkna vägövergångens längd                                 |
| Pris, skarvning av en fiber, utomhusinstallation, anslutning [SEK]      | Skarvning, pris        | Pris per fiber för skarvning i utomhusmiljö (markskåp eller brunn) vid en anslutning, beräknat utifrån genomsnittspriset för skarvning av 48 fibrer      |
| Pris, skarvning av en fiber, utomhusinstallation, spridningspunkt [SEK] | Skarvning, pris        | Pris per fiber för skarvning i utomhusmiljö (markskåp eller brunn) vid en spridningspunkt, beräknat utifrån genomsnittspriset för skarvning av 48 fibrer |
| Pris, skarvning av en fiber, ODF (ingen utomhusinstallation) [SEK]      | Skarvning, pris        | Pris per fiber för skarvning i en ODF utan utomhusinstallation, beräknat utifrån genomsnittspriset för skarvning av 192 fibrer                           |
| Pris, markskåp spridningspunkt typ 1, material [SEK]                    | Markskåp, material     | Materialpris för ett markskåp av typ 1 (cirka 300 mm brett) som används som spridningspunkt                                                              |
| Pris, markskåp spridningspunkt typ 1, installation [SEK]                | Markskåp, installation | Pris för installation av ett markskåp av typ 1 (cirka 300 mm brett) som spridningspunkt                                                                  |
| Pris, markskåp spridningspunkt typ 2, material [SEK]                    | Markskåp, material     | Materialpris för ett markskåp av typ 2 (cirka 600 mm brett) som används som spridningspunkt                                                              |
| Pris, markskåp spridningspunkt typ 2, installation [SEK]                | Markskåp, installation | Pris för installation av ett markskåp av typ 2 (cirka 600 mm brett) som spridningspunkt                                                                  |
| Pris, plastbrunn, matarsegment, material [SEK]                          | Brunn, material        | Materialpris för en plastbrunn avsedd för matningssegmentet                                                                                              |
| Pris, plastbrunn, matarsegment, installation [SEK]                      | Brunn, installation    | Pris för installation av en plastbrunn i matningssegmentet, inklusive kringkostnader såsom grävning, planering och avspärning                            |
| Pris, gjutjärnsbrunn, matarsegment, material [SEK]                      | Brunn, material        | Materialpris för en gjutjärnsbrunn avsedd för matningssegmentet                                                                                          |
| Pris, gjutjärnsbrunn, matarsegment, installation [SEK]                  | Brunn, installation    | Pris för installation av en gjutjärnsbrunn i matningssegmentet, inklusive kringkostnader såsom grävning, planering och avspärning                        |
| Andel plastbrunnar, vägtyp 1 [%]                                        | Brunn, andel           | Andel av brunnarna för vägtyp 1 (vägar genom skyddade områden) som antas vara plastbrunnar                                                               |
| Andel plastbrunnar, vägtyp 2 [%]                                        | Brunn, andel           | Andel av brunnarna för vägtyp 2 (asfalterade vägar utan grönytor) som antas vara plastbrunnar                                                            |
| Andel plastbrunnar, vägtyp 3 [%]                                        | Brunn, andel           | Andel av brunnarna för vägtyp 3 (asfalterade statliga vägar) som antas vara plastbrunnar                                                                 |
| Andel plastbrunnar, vägtyp 4 [%]                                        | Brunn, andel           | Andel av brunnarna för vägtyp 4 (asfalterade vägar) som antas vara plastbrunnar                                                                          |
| Andel plastbrunnar, vägtyp 5 [%]                                        | Brunn, andel           | Andel av brunnarna för vägtyp 5 (vägar med oasfalterade ytterslänter) som antas vara plastbrunnar                                                        |
| Andel plastbrunnar, vägtyp 6 [%]                                        | Brunn, andel           | Andel av brunnarna för vägtyp 6 (vägar med ytterslänter på öar) som antas vara plastbrunnar                                                              |
| Andel plastbrunnar, vägtyp 7 [%]                                        | Brunn, andel           | Andel av brunnarna för vägtyp 7 (vägar i villaområden med grönytor) som antas vara plastbrunnar                                                          |
| Andel plastbrunnar, vägtyp 8 [%]                                        | Brunn, andel           | Andel av brunnarna för vägtyp 8 (grusvägar) som antas vara plastbrunnar                                                                                  |
| Andel plastbrunnar, vägtyp 9 [%]                                        | Brunn, andel           | Andel av brunnarna för vägtyp 9 (asfalterade vägar i villaområden utan grönytor) som antas vara plastbrunnar                                             |

| Typ                                                           | Kategori          | Beskrivning                                                                                                      |
|---------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Andel plastbrunnar, vägtyp 10 [%]                             | Brunn, andel      | Andel av brunnarna för vägtyp 10 (vatten- och färjerutter) som antas vara plastbrunnar                           |
| Andel gjutjärnsbrunnar, vägtyp 1 [%]                          | Brunn, andel      | Andel av brunnarna för vägtyp 1 (vägar genom skyddade områden) som antas vara gjutjärnsbrunnar                   |
| Andel gjutjärnsbrunnar, vägtyp 2 [%]                          | Brunn, andel      | Andel av brunnarna för vägtyp 2 (asfalterade vägar utan grönytor) som antas vara gjutjärnsbrunnar                |
| Andel gjutjärnsbrunnar, vägtyp 3 [%]                          | Brunn, andel      | Andel av brunnarna för vägtyp 3 (asfalterade statliga vägar) som antas vara gjutjärnsbrunnar                     |
| Andel gjutjärnsbrunnar, vägtyp 4 [%]                          | Brunn, andel      | Andel av brunnarna för vägtyp 4 (asfalterade vägar) som antas vara gjutjärnsbrunnar                              |
| Andel gjutjärnsbrunnar, vägtyp 5 [%]                          | Brunn, andel      | Andel av brunnarna för vägtyp 5 (vägar med oasfalterade ytterslänter) som antas vara gjutjärnsbrunnar            |
| Andel gjutjärnsbrunnar, vägtyp 6 [%]                          | Brunn, andel      | Andel av brunnarna för vägtyp 6 (vägar med ytterslänter på öar) som antas vara gjutjärnsbrunnar                  |
| Andel gjutjärnsbrunnar, vägtyp 7 [%]                          | Brunn, andel      | Andel av brunnarna för vägtyp 7 (vägar i villaområden med grönytor) som antas vara gjutjärnsbrunnar              |
| Andel gjutjärnsbrunnar, vägtyp 8 [%]                          | Brunn, andel      | Andel av brunnarna för vägtyp 8 (grusvägar) som antas vara gjutjärnsbrunnar                                      |
| Andel gjutjärnsbrunnar, vägtyp 9 [%]                          | Brunn, andel      | Andel av brunnarna för vägtyp 9 (asfalterade vägar i villaområden utan grönytor) som antas vara gjutjärnsbrunnar |
| Andel gjutjärnsbrunnar, vägtyp 10 [%]                         | Brunn, andel      | Andel av brunnarna för vägtyp 10 (vatten- och färjerutter) som antas vara gjutjärnsbrunnar                       |
| Pris, ODF 19" 192×LC/UPC med 50 m kabel, material [SEK]       | ODF, material     | Materialpris för en prefabricerad ODF (optical distribution frame), 19 tum, 192×LC/UPC, med kabel                |
| Pris, ODF 19" 192×LC/UPC med 50 m kabel, installation [SEK]   | ODF, installation | Pris för installation av en prefabricerad ODF, 19 tum, 192×LC/UPC, med kabel, inklusive raskarvning till ODF     |
| Genomsnittligt statsstöd per byggnad, Jordbruksverket [SEK]   | Statsstöd         | Genomsnittligt statsstöd från Jordbruksverket per byggnad                                                        |
| Genomsnittligt statsstöd per byggnad, PTS bredbandsstöd [SEK] | Statsstöd         | Genomsnittligt bredbandsstöd från PTS per byggnad                                                                |

### 3.3.2 Ruttning

Investeringskostnader för ruttning beräknas separat för distributionssegmentet och matningssegmentet. Ruttningen beskriver de sträckor längs vilka nätets fysiska infrastruktur anläggs. I distributionssegmentet beaktas även ruttning på gatans mindre sida, vilket innebär att denna ruttningslängd ingår vid beräkningen av distributionssegmentets investeringar.

Kostnaden för ruttning påverkas bland annat av ruttningslängden, kostnaden för schakt och förläggning samt möjligheten att dela schakt med andra nät eller nätsegment. Beräkningsmetoden för distributions- respektive matningssegmentet beskrivs i efterföljande avsnitt.

Eftersom förutsättningarna för schakt och förläggning varierar mellan olika vägtyper är ruttningslängderna i geomodellen differentierade efter vägtyp. Detta gör det möjligt att tillämpa den schakt- eller förläggningsteknik och den investeringskostnad som är relevant för respektive vägtyp.

I investeringsberäkningen beaktas följande schakt- och förläggningstekniker:

- **Grävning genom skyddat område:** Vägtyp 1, vägar genom skyddade områden.
- **Grävning i asfalt:** Vägtyp 2, asfalterade vägar utan grönytor, samt vägtyp 9, asfalterade vägar i villaområden utan grönytor.
- **Grävning i ytterslänt:** Vägtyp 3, asfalterade statliga vägar, vägtyp 4, asfalterade vägar, samt vägtyp 6, vägar med ytterslänter på öar.
- **Plöjning i ytterslänt:** Vägtyp 5, vägar med oasfalterade ytterslänter.
- **Plöjning i grönyta:** Vägtyp 7, vägar i villaområden med grönytor.
- **Plöjning:** Vägtyp 8, grusvägar.
- **Kabelförläggning i vatten:** Vägtyp 10, vatten- och färjerutter.

Samma indelning i vägtyper och schakt- och förläggningstekniker används för distributions- och matningssegmenten.

### 3.3.2.1 Samförläggning av schakt

Vid beräkningen av investeringskostnader för ruttning beaktas att schakt i vissa fall kan samförläggas med andra nät eller annan infrastruktur. Samförläggning innebär här att flera nät nyttjar samma schakt och påverkar därmed den andel av schaktkostnaden som ska hänföras till det modellerade accessnätet (se MRD avsnitt 3.8, Princip 16).

Modellen skiljer mellan extern samförläggning och intern samförläggning. Extern samförläggning avser schakt som delas med annan infrastruktur, exempelvis el-, gas-, vatten-, avlopps- eller mobila telekomnät. Intern samförläggning avser schakt som delas mellan accessnätet och andra delar av operatörens fibernät, exempelvis corenät.

Andelen extern respektive intern samförläggning anges genom separata modellparametrar. Parametrarna anger hur stor andel av den samförläggningsbara ruttningslängden som antas omfattas av respektive form av samförläggning. Intern och extern samförläggning behandlas som separata effekter och kan förekomma samtidigt på samma sträcka.

### Kostnadsfördelning vid samförläggning

Kostnaden för ett samförlagt schakt fördelas i två steg.

- **Steg 1, extern samförläggning:** Om ett schakt nyttjas gemensamt av fibernät och andra nät, såsom el-, gas-, vatten-, avlopps- eller mobila telekomnät, ska hälften av kostnaden för det aktuella schaktet tilldelas fibernätet i kostnadsmodellen. Om schaktet uteslutande nyttjas av fibernät ska hela kostnaden tilldelas fibernätet.
- **Steg 2, intern samförläggning:** Om schaktet nyttjas av både core- och accessnät ska hälften av den kostnad som beaktas i modellen enligt steg 1 fördelas till corenätet och hälften till accessnätet. Om schaktet endast nyttjas av accessnätet ska hela kostnaden som bärs av fibernätet (enligt steg 1) fördelas till accessnätet.

Det innebär att accessnätet bär 50 procent av schaktkostnaden när schaktet delas antingen med andra nät eller med corenätet. Om schaktet delas både med andra nät och med corenätet bär accessnätet 25 procent av schaktkostnaden. Ett schakt som exempelvis delas av elnät, accessnät och corenät fördelas därmed så att 50 procent av kostnaden hänförs till elnätet, 25 procent till corenätet och 25 procent till accessnätet.

### Merkostnad vid samförläggning

Samförläggning kan samtidigt medföra merkostnader, exempelvis till följd av ökad samordning eller högre krav på det gemensamma schaktets utformning. Modellen beaktar därför en särskild merkostnadsfaktor för de sträckor där extern eller intern samförläggning antas förekomma.

Merkostnaden tillämpas på schaktkostnaden innan kostnaden fördelas mellan berörda nät. Accessnätet bär därmed inte hela merkostnaden, utan endast den andel som följer av den kostnadsfördelning som beskrivs ovan. Om merkostnadsfaktorn exempelvis är 20 procent och extern samförläggning förekommer, motsvarar accessnätets kostnad 60 procent av den ursprungliga schaktkostnaden. Om både extern och intern samförläggning förekommer motsvarar accessnätets kostnad 30 procent av den ursprungliga schaktkostnaden.

### Anpassning av samförläggning efter vägtyp

Möjligheten till samförläggning varierar mellan olika vägtyper och förläggningstekniker. För varje vägtyp anges därför hur stor andel av ruttningslängden som bedöms vara möjlig att samförlägga. Kostnadsjusteringen för samförläggning tillämpas endast på denna del av ruttningslängden.

För vägtyper där samförläggning inte bedöms vara möjlig tillämpas ingen kostnadsjustering för samförläggning. För övriga vägtyper tillämpas

samförläggningssantagandena endast på den andel av ruttningens längden som anges som samförläggningssbar.

### 3.3.2.2 *Distributionssegment*

Den totala investeringskostnaden för ruttning i distributionssegmentet är

$$I_{\text{route}} = \sum_t L_t \cdot p_t \cdot f_t,$$

där

- $t$  indexerar vägtypen (e.g. 1, 2, ...),
- $L_t$  är den totala ruttade längden för vägtyp  $t$ ,
- $p_t$  är ruttningens kostnad per meter för vägtyp  $t$ ,
- $f_t$  kostnadsjustering för vägtyp  $t$ .

Den totala ruttade längden per vägtyp är

$$L_t = L_t^{\text{distinct}} + L_t^{\text{shared}} + L_t^{\text{minor}},$$

där  $L_t^{\text{distinct}}$ ,  $L_t^{\text{shared}}$ , and  $L_t^{\text{minor}}$  är längderna för separata rutter ("distinct" betyder separata från matarruttning), samförlagda rutter (delade med matarruttning) samt rutter på mindre sida för den gatutypen.

Den samförlagda längden  $L^{\text{shared}}$  härleds från längden på vägsegmentet  $r$  som används gemensamt av både distributions- och matarruttningen, betecknad  $R_r^{\text{shared}}$ . Denna delade längd fördelas proportionellt utifrån antalet fibrer från respektive nätsegment som använder vägsegmentet. Mer specifikt beräknas den andel av den delade rutten som tilldelas distributionssegmentet genom att multiplicera den totala delade segmentlängden  $R_r^{\text{shared}}$  med kvoten mellan distributionsfibrer och det totala antalet fibrer på det segmentet

Formellt uttrycks detta som:

$$L_r^{\text{shared}} = \left( \frac{F_r^{\text{dist}}}{F_r^{\text{dist}} + F_r^{\text{feed}}} \right) R_r^{\text{shared}}.$$

Där:

$F_r^{\text{dist}}$  är antalet anslutna fibrer från distributionssegmentet som använder vägsegment  $r$ ,

$F_r^{\text{feed}}$  är antalet anslutna fibrer från matningssegmentet som använder samma vägsegment  $r$

Således delas den samförlagda ruttlängden proportionellt mellan matnings- och distributionssegmenten enligt deras respektive fiberutnyttjande på det segmentet (se avsnitt 2.4.1).

### Kostnadsjustering för samförläggning

Investeringskostnaden för ruttning justeras för samförläggning enligt de principer som beskrivs i avsnitt 3.3.2.1 Justeringen beaktar både den kostnadsfördelning som följer av samförläggning och den merkostnad som antas uppstå på de sträckor där samförläggning förekommer. Extern och intern samförläggning behandlas i beräkningen som separata och oberoende effekter och kan förekomma samtidigt på samma sträcka.

Den genomsnittliga kostnadsandelen för accessnätet, efter kostnadsfördelning vid samförläggning men före beaktande av merkostnad, beräknas som

$$f = (1 - 0,5s_e) \cdot (1 - 0,5s_i)$$

$s_e$  är andelen **extern samförläggning**, uttryckt som en andel mellan 0 och 1, och  $s_i$  är andelen **intern samförläggning**, uttryckt som en andel mellan 0 och 1.

Uttrycket beaktar att fibernätet bär 50 procent av schaktkostnaden vid extern samförläggning och att accessnätet bär 50 procent av den kostnad som hänförts till fibernätet vid intern samförläggning. Om extern och intern samförläggning förekommer samtidigt tillämpas kostnadsfördelningen i två steg, vilket innebär att accessnätet bär 25 procent av den ursprungliga schaktkostnaden.

Merkostnaden ska endast tillämpas på de sträckor där extern eller intern samförläggning förekommer. Den kostnadsjusterade faktorn beräknas därför som

$$f^* = f + s_a \cdot [f - (1 - s_e) \cdot (1 - s_i)]$$

där  $s_a$  är merkostnadsfaktorn vid samförläggning, uttryckt som en andel mellan 0 och 1.

Uttrycket inom hakparentesen motsvarar den del av accessnätets kostnadsandel som avser sträckor där extern eller intern samförläggning förekommer.

Merkostnadsfaktorn tillämpas därför endast på denna del och fördelas enligt samma kostnadsfördelning som den övriga schaktkostnaden.

Eftersom möjligheten till samförläggning varierar mellan vägtyper anpassas den framräknade kostnadsjusteringsfaktorn ( $f^*$ ) till respektive vägtyp. Faktorn ( $f^*$ ) gäller den del av ruttningslängden där samförläggning bedöms vara möjlig, medan övrig ruttningslängd behåller kostnadsfaktorn 1.

Den vägtypsspecifika kostnadsjusteringsfaktorn ( $f_t$ ) beräknas som

$$f_t = 1 + (f^* - 1) \cdot b_t / 100$$

där  $b_t$  är den andel av ruttningslängden för vägtyp  $t$  där samförläggning bedöms vara möjlig, uttryckt i procent.

Om  $b_t = 0$  är  $f_t = 1$ , vilket innebär att ingen kostnadsjustering för samförläggning görs. Om  $b_t = 100$ , är  $f_t = f^*$ , vilket innebär att den fullständiga kostnadsjusteringen tillämpas.

### 3.3.2.3 Matningssegment

Den totala investeringskostnaden för ruttning i matningssegmentet är

$$I_{\text{route}} = \sum_t L_t \cdot p_t \cdot d_t,$$

där

- $t$  indexerar vägtypen,
- $L_t$  är den totala ruttade längden för vägtyp  $t$ ,
- $p_t$  är ruttningskostnaden per meter vägtyp  $t$ ,
- $f_t$  är kostnadsjustering för vägtyp  $t$ .

För matarruttning är den totala ruttade längden per vägtyp

$$L_t = L_t^{\text{distinct}} + L_t^{\text{shared}},$$

där  $L_t^{\text{distinct}}$  och  $L_t^{\text{shared}}$  är längderna för separata rutter ("distinct" betyder separata från distributionsruttning) och samförslagda rutter (delade med distributionsruttning) för den gatutypen.

Den samförlagda längden  $L_r^{\text{shared}}$  härleds från längden på vägsegmentet  $r$  som används gemensamt av både distributions- och matarrutningen, betecknad  $R_r^{\text{shared}}$ . Denna samförlagda längd fördelas proportionellt utifrån antalet fibrer från respektive nätsegment som använder vägsegmentet. Mer specifikt beräknas den andel av den samförlagda rutten som tilldelas distributionssegmentet genom att multiplicera den totala delade segmentlängden  $R_r^{\text{shared}}$  med kvoten mellan distributionsfibrer och det totala antalet fibrer på det segmentet.

Formellt uttrycks detta som:

$$L_r^{\text{shared}} = \left( \frac{F_r^{\text{dist}}}{F_r^{\text{dist}} + F_r^{\text{feed}}} \right) R_r^{\text{shared}}.$$

Där:

$F_r^{\text{dist}}$  är antalet anslutna fibrer från distributionssegmentet som använder samma vägsegment  $r$

$F_r^{\text{feed}}$  är antalet anslutna fibrer från matningssegmentet som använder samma vägsegment  $r$ .

Således delas den samförlagda ruttlängden proportionellt mellan matnings- och distributionssegmenten enligt deras respektive fiberutnyttjande på det segmentet (se avsnitt 2.4.1).

### Kostnadsjustering för samförläggning

Investeringskostnaden för ruttnings justeras för samförläggning enligt de principer som beskrivs i avsnitt 3.3.2.1. Justeringen beaktar både den kostnadsfördelning som följer av samförläggning och den merkostnad som antas uppstå på de sträckor där samförläggning förekommer. Extern och intern samförläggning behandlas i beräkningen som separata och oberoende effekter och kan förekomma samtidigt på samma sträcka.

Den genomsnittliga kostnadsandelen för accessnätet, efter kostnadsfördelning vid samförläggning men före beaktande av merkostnad, beräknas som

$$f = (1 - 0,5s_e) \cdot (1 - 0,5s_i)$$

$s_e$  är andelen **extern samförläggning**, uttryckt som en andel mellan 0 och 1, och  $s_i$  är andelen **intern samförläggning**, uttryckt som en andel mellan 0 och 1.

Uttrycket beaktar att fibernätet bär 50 procent av schaktkostnaden vid extern samförläggning och att accessnätet bär 50 procent av den kostnad som hänförs till fibernätet vid intern samförläggning. Om extern och intern samförläggning förekommer samtidigt tillämpas kostnadsfördelningen i två steg, vilket innebär att accessnätet bär 25 procent av den ursprungliga schaktkostnaden.

Merkostnaden ska endast tillämpas på de sträckor där extern eller intern samförläggning förekommer. Den kostnadsjusterade faktorn beräknas därför som

$$f^* = f + s_a \cdot [f - (1 - s_e) \cdot (1 - s_i)]$$

där  $s_a$  är merkostnadsfaktorn vid samförläggning, uttryckt som en andel mellan 0 och 1.

Uttrycket inom hakparentesen motsvarar den del av accessnätets kostnadsandel som avser sträckor där extern eller intern samförläggning förekommer. Merkostnadsfaktorn tillämpas därför endast på denna del och fördelas enligt samma kostnadsfördelning som den övriga schaktkostnaden.

Eftersom möjligheten till samförläggning varierar mellan vägtyper anpassas den framräknade kostnadsjusteringsfaktorn ( $f^*$ ) till respektive vägtyp. Faktorn ( $f^*$ ) gäller

den del av ruttningslängden där samförläggning bedöms vara möjlig, medan övrig ruttningslängd behåller kostnadsfaktorn 1.

Den vägtypsspecifika kostnadsjusteringsfaktorn ( $f_t$ ) beräknas som

$$f_t = 1 + (f^* - 1) \cdot b_t/100$$

där  $b_t$  är den andel av ruttningslängden för vägtyp  $t$  där samförläggning bedöms vara möjlig, uttryckt i procent.

Om  $b_t = 0$  är  $f_t = 1$ , vilket innebär att ingen kostnadsjustering för samförläggning görs. Om  $b_t = 100$ , är  $f_t = f^*$ , vilket innebär att den fullständiga kostnadsjusteringen tillämpas.

### 3.3.3 Gatukorsning

Investeringen för gatukorsningar beräknas separat eftersom priset för gatukorsning skiljer sig från standardmässig schaktning och kanalisation. Investeringen baseras i princip på antal korsningar \* pris per korsning (inklusive schaktning, kanalisation, installation och extra kostnader för avstängning av gatan). Modellen möjliggör differentiering av investeringsberäkningen efter gatutyp eftersom den genomsnittliga vägbredden är differentierad efter gatutyp.

Den totala investeringskostnaden för gatukorsningar är

$$I_{\text{cross}} = \sum_t N_t \cdot (w_t \cdot p_m + p_{\text{close}}),$$

där

- $t$  indexerar gatutypen,
- $N_t$  är antalet gatukorsningar för gatutyp  $t$ ,
- $w_t$  är den genomsnittliga vägbredden för gatutyp  $t$  (i meter),
- $p_m$  är kostnaden per meter för schaktning med kanalisation och installation,
- $p_{\text{close}}$  är kostnaden för avstängning av vägen för en korsning.

Schaktkostnaden per meter  $p_m$  består av:

$$p_m = p_{\text{std\_trench}} + p_{\text{material}} + p_{\text{install}},$$

där

- $p_{\text{std\_trench}}$  är enhetspriset för standardschaktning,

- $p_{\text{material}}$  är materialpriset per meter kanalisation,
- $p_{\text{install}}$  är installationspriset per meter kanalisation.

Således är investeringskostnaden per korsning för varje gatutyp  $t$

$$\text{Investering per korsning}_t = w_t \cdot p_m + p_{\text{close}},$$

och den totala investeringskostnaden summerar detta över alla korsningar och alla gatutyper. Antalet gatukorsningar beaktas endast för korsning av gator i distributionssegmentet och när det finns byggnader (anslutna av nätägaren) på den mindre sidan av vägen.

### 3.3.4 Mikrokanalisation

Investeringar i mikrokanalisation härleds i princip från kabellängder \* kostnader för kanalisation och är differentierade efter kabeltyp. Kablar med fler fibrer har större diameter och kräver större mikrokanalisation, som också skiljer sig åt i pris. Modelleringen beaktar också nätsegmentspecifik reservkapacitet för kanalisation ( $s_{\text{cap}}$ ) och en reservlängd per kanalisation ( $L_t^{\text{SDU/MDU}}$ ). I distributionsnätsegmentet finns dedikerade kablar och kanalisationer för varje byggnad, vilket gör det möjligt att skilja mellan kablar och kanalisation för olika byggnadstyper. Därav förekommer det ingen gemensam användning av kablar och kanalisation mellan enfamiljs- och flerfamiljshus i distributionsnätsegmentet.

#### *Distribution*

##### Enfamiljshus (SDU)

Den totala investeringskostnaden för mikrokanalisation till SDU i distributionssegmentet är

$$I_{\text{duct,SDU}} = \sum_t L_t^{\text{eff,SDU}} \cdot p_t \cdot (1 + s_{\text{cap}}),$$

där

- $t$  indexerar kabeltypen,
- $L_t^{\text{eff,SDU}}$  är den effektiva kanalisationens längd som ansluter enfamiljshus för kablar av typ  $t$ ,
- $p_t$  är enhetspriset per meter mikrokanalisation för kabeltyp  $t$ ,
- $s_{\text{cap}}$  är den planerade reservkapacitetsfaktorn för mikrokanalisation (i fraktionell form, t.ex. 0,2 för 20 %).

För enfamiljshus är den effektiva kanalisationens längd per kabeltyp

$$L_t^{\text{eff,SDU}} = L_t^{\text{SDU}} + N_t^{\text{SDU}} \cdot L^{\text{spare}},$$

där

- $L_t^{\text{SDU}}$  är den modellerade kabellängden (meter) som ansluter enfamiljshus för kabeltyp  $t$ ,
- $N_t^{\text{SDU}}$  är antalet kablar som ansluter enfamiljshus av typ  $t$ ,
- $L^{\text{spare}}$  är den planerade reservlängden per kabel (meter per kabel).

Enhetspriset för mikrokanalisation består av material och installation:

$$p_t = p_t^{\text{mat}} + p^{\text{inst}},$$

där

- $p_t^{\text{mat}}$  är materialpriset per meter mikrokanalisation för kabeltyp  $t$ ,
- $p^{\text{inst}}$  är det (typoberoende) installationspriset per meter mikrokanalisation.

Reservkapacitetsfaktorn för mikrokanalisation tillämpas multiplikativt på den totala investeringen:

$$1 + s_{\text{cap}} = 1 + \frac{s_{\text{mduct}}^{\text{spare}}}{100},$$

där  $s_{\text{mduct}}^{\text{spare}}$  är den planerade reservkapaciteten i procent (omvandling av absoluta tal till procent) för mikrokanalisation.

Flerfamiljshus (MDU)

Den totala investeringskostnaden för mikrokanalisation till flerfamiljshus (och övriga byggnader som ej är enfamiljshus) i distributionssegmentet är

$$I_{\text{mduct,MDU}} = \sum_t L_t^{\text{eff,MDU}} \cdot p_t \cdot (1 + s_{\text{cap}}),$$

där

- $t$  indexerar kabeltypen,
- $L_t^{\text{eff,MDU}}$  "MDU" är den effektiva kanalisationens längd som ansluter flerfamiljshus för kablar av typ  $t$ ,

- $p_t$  är enhetspriset per meter mikrokanalisation för kabeltyp  $t$ ,
- $s_{\text{cap}}$  är den planerade reservkapacitetsfaktorn för mikrokanalisation (i fraktionell form, t.ex. 0,2 för 20 %).

För flerfamiljshus är den effektiva kanalisationens längd per kabeltyp

$$L_t^{\text{eff,MDU}} = L_t^{\text{MDU}} + N_t^{\text{MDU}} \cdot L^{\text{spare}},$$

där

- $L_t^{\text{MDU}}$  är den modellerade kabellängden (meter) som ansluter flerfamiljshus för kabeltyp  $t$ ,
- $N_t^{\text{MDU}}$  är antalet kablar som ansluter flerfamiljshus av typ  $t$ ,
- $L^{\text{spare}}$  är den planerade reservlängden per kabel (meter per kabel).

Enhetspriset för mikrokanalisation består av material och installation:

$$p_t = p_t^{\text{mat}} + p^{\text{inst}},$$

där

- $p_t^{\text{mat}}$  är materialpriset per meter mikrokanalisation för kabeltyp  $t$ ,
- $p^{\text{inst}}$  är det (typoberoende) installationspriset per meter mikrokanalisation.

Reservkapacitetsfaktorn för mikrokanalisation tillämpas multiplikativt på den totala investeringen:

$$1 + s_{\text{cap}} = 1 + \frac{s_{\text{mduct}}^{\text{spare}}}{100},$$

där

$s_{\text{mduct}}^{\text{spare}}$  är den planerade reservkapaciteten i procent för mikrokanalisation.

### Matningssegment

Den totala investeringskostnaden för mikrokanalisation i matningssegmentet är

$$I_{\text{mduct}} = \sum_t L_t \cdot p_t \cdot (1 + s_{\text{cap}}),$$

där

- $t$  indexerar kabeltypen,
- $L_t$  är längden på kanalisationen i matningssegmentet (meter) för kabeltyp  $t$ ,
- $p_t$  är enhetspriset per meter mikrokanalisation för kabeltyp  $t$ ,
- $s_{cap}$  är den planerade reservkapacitetsfaktorn för mikrokanalisation i matningssegmentet (i fraktionell form, t.ex. 0,2 för 20 %).

Enhetspriset för mikrokanalisation består av material och installation:

$$p_t = p_t^{\text{mat}} + p^{\text{inst}},$$

där

- $p_t^{\text{mat}}$  är materialpriset per meter mikrokanalisation för kabeltyp  $t$ ,
- $p^{\text{inst}}$  är det (typoberoende) installationspriset per meter mikrokanalisation.

Reservkapacitetsfaktorn tillämpas multiplikativt på den totala kostnaden för kanalisationens längd:

$$1 + s_{cap} = 1 + \frac{s_{\text{mduct,feed}}^{\text{spare}}}{100},$$

där  $s_{\text{mduct,feed}}^{\text{spare}}$  är den planerade reservkapaciteten i procent för mikrokanalisation i matningssegmentet.

Sammantaget blir investeringsbidraget för varje kabeltyp  $t$

$$I_t = L_t \cdot p_t \cdot (1 + s_{cap}),$$

och den totala investeringen i mikrokanalisation i matningssegmentet är summan över alla kabeltyper.

### 3.3.5 Kablar

Investeringar i kablar härleds i huvudsak från kabellängd multiplicerad med kostnad och är differentierade efter kabeltyp<sup>15</sup>, både med avseende på storlek (kabeltyp 1–9) och material (blåsfiber respektive mikrofiberkabel). Blåsfiber används i

<sup>15</sup> Parametrarna "Antal fibrer, kabeltyp X [st]" är differentierade per kabeltyp, där X anger kabeltyp 1–9. Respektive kabeltyp motsvarar ett fast antal fibrer per kabel: kabeltyp 1 = 2 fibrer, kabeltyp 2 = 12 fibrer, kabeltyp 3 = 24 fibrer, kabeltyp 4 = 48 fibrer, kabeltyp 5 = 96 fibrer, kabeltyp 6 = 144 fibrer, kabeltyp 7 = 192 fibrer, kabeltyp 8 = 288 fibrer och kabeltyp 9 = 432 fibrer. Antalet fibrer per kabel definierar kabeltypens storlek i modellen. Se Tabell 7 i avsnitt 3.3.1.

distributionsnätet och mikrofiberkabel i matarnätet. Kablar med fler fibrer har större diameter och kräver därför anpassad mikrokanalisation, vars dimensionering och kostnad varierar med kabelstorleken.

Modelleringen beaktar också nätsegmentspecifik reservkapacitet för kanalisation ( $s_{\text{cap}}$ ) och en reservlängd per kanalisation ( $L_t^{\text{SDU/MDU}}$ ). I distributionsnätsegmentet finns det dedikerade kablar och kanaler för varje byggnad, vilket gör det möjligt att särskilja kablar och kanaler beroende på byggnadstyp. Det förekommer därav ingen gemensam användning av kablar och kanalisation mellan enfamiljshus (SDU) och flerfamiljshus (MDU) i distributionsnätsegmentet.

### *Distribution*

#### Enfamiljshus (SDU)

Den totala investeringskostnaden för kablage till enfamiljshus i distributionssegmentet är

$$I_{\text{cable,SDU}} = \sum_t L_t^{\text{eff,SDU}} \cdot p_t,$$

där

- $t$  indexerar kabeltypen,
- $L_t^{\text{eff,SDU}}$  är den effektiva kabellängden som ansluter enfamiljshus för kablar av typ  $t$ ,
- $p_t$  är enhetspriset per meter blåsfiberkabel av typ  $t$ .

För enfamiljshus är den effektiva kabellängden per typ

$$L_t^{\text{eff,SDU}} = L_t^{\text{SDU}} + N_t^{\text{SDU}} \cdot L^{\text{spare}},$$

där

- $L_t^{\text{SDU}}$  är den modellerade kabellängden (meter) som ansluter enfamiljshus för kabeltyp  $t$ ,
- $N_t^{\text{SDU}}$  är antalet kablar som ansluter enfamiljshus av typ  $t$ ,
- $L^{\text{spare}}$  är den planerade reservlängden per kabel (meter per kabel).

Kabelns enhetspris består av material och installation:

$$p_t = p_t^{\text{mat}} + p_t^{\text{inst}},$$

där

- $p_t^{\text{mat}}$  är materialpriset per meter blåsfiberkabel typ  $t$ ,
- $p_t^{\text{inst}}$  är installationspriset per meter blåsfiberkabel typ  $t$ .

Flerfamiljshus (MDU) och andra byggnader

Den totala investeringskostnaden för kablage till MDU och andra byggnader i distributionssegmentet är

$$I_{\text{cable,MDU}} = \sum_t L_t^{\text{eff,MDU}} \cdot p_t,$$

där

- $t$  indexerar kabeltypen,
- $L_t^{\text{eff,MDU}}$  är den effektiva kabellängden som ansluter MDU och andra byggnader för kablar av typ  $t$ ,
- $p_t$  är enhetspriset per meter blåsfiberkabel av typ  $t$ .

För MDU och andra byggnader är den effektiva kabellängden per typ

$$L_t^{\text{eff,MDU}} = L_t^{\text{MDU}} + N_t^{\text{MDU}} \cdot L^{\text{spare}},$$

där

- $L_t^{\text{MDU}}$  är den modellerade kabellängden (meter) som ansluter MDU och andra byggnader för kabeltyp  $t$ ,
- $N_t^{\text{MDU}}$  är antalet kablar som ansluter MDU och andra byggnader av typ  $t$ ,
- $L^{\text{spare}}$  är den planerade reservlängden per kabel (meter per kabel).

Kabelns enhetspris består av material och installation:

$$p_t = p_t^{\text{mat}} + p_t^{\text{inst}},$$

där

- $p_t^{\text{mat}}$  är materialpriset per meter blåsfiberkabel typ  $t$ ,
- $p_t^{\text{inst}}$  är installationspriset per meter blåsfiberkabel typ  $t$ .

### Matningssegment

Den totala investeringskostnaden för kablage i matningssegmentet är

$$I_{\text{cable}} = \sum_t L_t \cdot p_t,$$

där

- $t$  indexerar kabeltypen,
- $L_t$  är matarkabelns längd (meter) för kabeltyp  $t$ ,
- $p_t$  är enhetspriset per meter mikrofiberkabel av typ  $t$ .

Enhetspriset per meter består av material och installation:

$$p_t = p_t^{\text{mat}} + p_t^{\text{inst}},$$

där

- $p_t^{\text{mat}}$  är materialpriset per meter för mikrofiberkabel typ  $t$ ,
- $p_t^{\text{inst}}$  är installationspriset per meter för mikrofiberkabel typ  $t$ .

### 3.3.6 Skarvning

Fiberskarvning är processen att sammanfoga två optiska fiberkablar så att ljussignaler kan passera mellan dem med minimal förlust. I modellen beaktas skarvar vid FOS (se 3.3.8), vid ODF i accessnoden (se 3.3.9) och längs matarkabelns sträckning, vilket beskrivs i detta avsnitt. Skarvningen antas längs matarkabelutbredningen i de fall de enskilda matarkablarna är sammanfogade för att bilda en större kabel (grenskarvar) och där den maximala kabellängden överskrider (anslutningsskarvar). Antalet skarvar som krävs beräknas i bearbetningen av geo-output och överförs till tabellen med nätkvantiteter. Investeringskostnaden för skarvning omfattar material- och installationspris, vilket innebär att material och installation av förgrenings- och anslutningsskarvar i utomhusmiljö ingår i priset per skarv.

Den totala investeringskostnaden för skarvförbindelser är

$$I_{\text{splicing}} = N_{\text{splice}} \cdot p_{\text{splice}}$$

där

- $N_{\text{splice}}$  är antalet skarvförbindelser,
- $p_{\text{splice}}$  är priset för att skarva en fiber i utomhusmiljö.

Skarvning beaktas endast i matningssegmentet. I distributionssegmentet har FOS:en rollen som skarvplats. Skarvar som aggregerar och sammanbinder kablar behövs inte. Det finns kanalisation som ansluter varje byggnad till en FOS och fibrer blåses in. Antalet skarvar i matarkabeln uppskattas direkt i geomodellen, där det härleds från ruttningsslängder och efterfrågan på fiber.

### 3.3.7 Brunnar

Brunnar används endast i matningssegmentet och fungerar som samlingspunkt för kanalisation och kabelskarvar. Två typer av brunnar beaktas, vilka används på den svenska marknaden, nämligen plastbrunnar och gjutjärnsbrunnar. Modellen gör det möjligt att beakta en blandning av dessa två typer per gatutyp, för vilken antalet brunnar särskiljs. Blandningsparametern tillämpas på antalet brunnar per gatutyp. Investeringskostnaderna för de två brunnstyperna inkluderar material och installation.

Den totala investeringskostnaden för brunnar är

$$I_{\text{mh}} = \sum_t (N_t^{\text{pl}} \cdot p_{\text{pl}} + N_t^{\text{ir}} \cdot p_{\text{ir}}),$$

där

- $t$  indexerar gatutypen,
- $N_t^{\text{pl}}$  är antalet plastbrunnar för gatutyp  $t$ ,
- $N_t^{\text{ir}}$  är antalet gjutjärnsbrunnar för gatutyp  $t$ ,
- $p_{\text{pl}}$  är enhetskostnaden för en plastbrunn (material + installation),
- $p_{\text{ir}}$  är enhetskostnaden för en gjutjärnsbrunn (material + installation).

Det totala antalet brunnar per gatutyp  $t$  är  $N_t$ . Givet användningsandelar i procent för plast och gjutjärn,  $b_t^{\text{pl}}$  och  $b_t^{\text{ir}}$ , gäller

$$N_t^{\text{pl}} = N_t \cdot \frac{b_t^{\text{pl}}}{100}, \quad N_t^{\text{ir}} = N_t \cdot \frac{b_t^{\text{ir}}}{100}.$$

Enhetskostnaderna består av material och installation:

$$p_{pl} = p_{pl}^{mat} + p_{pl}^{inst}, \quad p_{ir} = p_{ir}^{mat} + p_{ir}^{inst}.$$

Sammantaget blir investeringsbidraget för gatutyp  $t$

$$I_t = N_t^{pl} \cdot p_{pl} + N_t^{ir} \cdot p_{ir}.$$

och den totala investeringskostnaden är summan över alla gatutyper. Brunnar beaktas endast i matningssegmentet. Antalet brunnar härleds från den totala ruttningslängden för matningssegmentet dividerad med det genomsnittliga avståndet mellan två brunnar.

### 3.3.8 FOS

Den totala investeringskostnaden för FOS:ar består av:

1. En FOS-kostnad, summerad över FOS-typer, och
2. En skarvningskostnad proportionell mot den totala efterfrågan på fiber.

Formellt,

$$I_{DP} = I_{cab} + I_{splice},$$

där

- $I_{cab}$  är den totala investeringskostnaden för FOS,
- $I_{splice}$  är den totala investeringskostnaden för skarvning vid FOS:ar.

*FOS-kostnad*

Låt  $t$  indexera FOS-typen. Då gäller

$$I_{cab} = \sum_t N_t^{cab} \cdot p_t^{cab},$$

där

- $N_t^{cab}$  är antalet FOS:ar av typ  $t$ ,
- $p_t^{cab}$  är enhetskostnaden för en FOS av typ  $t$ .

Enhetskostnaden per FOS-typ är summan av material och installation

$$p_t^{\text{cab}} = p_t^{\text{mat}} + p_t^{\text{inst}},$$

där

- $p_t^{\text{mat}}$  är materialpriset för FOS-typ  $t$ ,
- $p_t^{\text{inst}}$  är installationspriset för FOS-typ  $t$ .

### Skarvningskostnad

Låt  $D_{\text{fib}}$  vara den totala efterfrågan på fiber vid FOS:arna (antal fibrer), och  $p_{\text{splice}}$  vara priset för att skarva en fiber i FOS-miljön. Då gäller

$$I_{\text{splice}} = D_{\text{fib}} \cdot p_{\text{splice}}.$$

Sammantaget är den totala investeringen i FOS:ar

$$I_{\text{DP}} = \sum_t N_t^{\text{cab}} \cdot (p_t^{\text{mat}} + p_t^{\text{inst}}) + D_{\text{fib}} \cdot p_{\text{splice}}.$$

### 3.3.9 ODF

Optical Distribution Frame (ODF) fungerar som nätets centrala punkt i varje upptagningsområde och ansluter matarnätet till den aktiva utrustningen. I investeringsberäkningen dimensioneras ODF-enheter och multipliceras med material- och installationskostnaden per ODF-enhet. Därutöver beaktas en skarv per efterfrågad fiber vid ODF.

Den totala investeringskostnaden för ODF:er ges av summan av:

- A. Hårdvaran för ODF-hyllenheter (material + installation), och
- B. Skarvningskostnaden för alla fibrer som termineras i ODF.

Formellt,

$$I_{\text{ODF}} = I_{\text{unit}} + I_{\text{splice}},$$

med

- $I_{\text{ODF, unit}}$  som investeringskostnaden för ODF-enheten och
- $I_{\text{ODF, splice}}$  som den totala investeringskostnaden för skarvning.

### Antal ODF-enheter

Det antal ODF-enheter som krävs är

$$N_{\text{unit}} = \left\lceil \frac{D_{\text{fib}}}{M_{\text{unit}}} \right\rceil,$$

där

- $D_{\text{fib}}$  är den totala efterfrågan på fiber (antal fibrer),
- $M_{\text{unit}}$  är den maximala kapaciteten för en ODF-enhet i antal fibrer (här  $M_{\text{unit}} = 192$ ) och
- $\lceil \cdot \rceil$  är takfunktionen (avrundning uppåt till nästa heltal).

#### *Enhetskostnad för ODF*

Enhetskostnaden per ODF är

$$p_{\text{unit}} = p_{\text{unit}}^{\text{mat}} + p_{\text{unit}}^{\text{inst}},$$

med  $p_{\text{unit}}^{\text{mat}}$  som materialpriset för en ODF-enhet och  $p_{\text{unit}}^{\text{inst}}$  som installationspriset för en ODF-enhet.

Den totala hårdvaruinvesteringen för ODF-enheter är då

$$I_{\text{unit}} = N_{\text{unit}} \cdot p_{\text{unit}}.$$

#### *Skarvningskostnad vid ODF*

Skarvningskostnaden vid ODF är proportionell mot antalet fibrer:

$$I_{\text{splice}} = D_{\text{fib}} \cdot p_{\text{splice}}.$$

#### *Total investering i ODF*

Sammantaget:

$$I_{\text{ODF}} = \left\lceil \frac{D_{\text{fib}}}{M_{\text{unit}}} \right\rceil \cdot (p_{\text{unit}}^{\text{mat}} + p_{\text{unit}}^{\text{inst}}) + D_{\text{fib}} \cdot p_{\text{splice}}.$$

### **3.3.10 Indirekta investeringar**

De direkta investeringsvärdena krävs för att fastställa de indirekta investeringarna, vilka i sin tur baseras på kategorier som inte direkt kan hänföras till nätdelen men som krävs för att den ska kunna realiseras. En post som kan betraktas som indirekt

är till exempel investeringar i motorfordon som krävs av fälttekniker som besöker byggplatser för accessnätet. Vidare betraktas även verkstadslokaler där tekniker kan förvara sin utrustning som en sådan post

Det är viktigt att notera att indirekta investeringar ibland inordnas under driftsutgifter (OPEX) och då skulle behöva beaktas i OPEX-faktorerna i kostnadsberäkningen. Det är viktigt att undvika dubbelräkning av indirekta investeringar och driftskostnader.

Indirekta investeringsvärden följer av påläggsfaktorer som tillämpas på direkta investeringsposter. Följande formel sammanfattar beräkningen av indirekta investeringar:

$$II_j^{NE_i} = I^{NE_i} \times iif_j^{NE_i}$$

där  $II_j^{NE_i}$  är den indirekta investeringen för nätelementgrupp i ( $NE_i$ ) som följer av den indirekta investeringskategorin j,  $I^{NE_i}$  är den direkta investeringen, och  $iif_j^{NE_i}$  är påläggsfaktorn. Som indirekta investeringar kommer modellen att beakta följande kategorier

- Motorfordon
- Verkstadslokaler
- Kontorsutrustning
- Mark och byggnader
- IT-baserade nätstödsystem<sup>16</sup>
- Nätförvaltningssystem<sup>17</sup>

Påläggsfaktorerna  $iif_j^{NE_i}$  är indataparametrar som anges separat för varje nätelementgrupp  $NE_i$ .<sup>18</sup>

### 3.3.11 Statligt stöd

Statligt stöd beaktas vid fastställandet av modellens kostnadsbas. Syftet är att undvika att kostnader som redan har finansierats genom offentligt stöd ersätts på nytt inom ramen för modellen.

<sup>16</sup> Network Support Systems inklusive Network Documentation Systems

<sup>17</sup> Network Management Systems (NMS)

<sup>18</sup> Parametrarna för indirekta investeringar benämns ”**Indirekt investeringsfaktor, [tillgångskategori] – [indirekt investeringskategori] [%]**”. Tillgångskategorierna omfattar bland annat rutning (schakt), mikrorör, kablar, vägövergång, skarvning, brunnar, spridningspunkt och ODF. För varje tillgångskategori anges separata påläggsfaktorer för de olika indirekta investeringskategorierna, exempelvis motorfordon, land och byggnader, kontorsutrustning, IT-nätverksstödsutrustning (NSE) och nätförvaltningssystem (NMS). Se avsnitt 3.4.1, Tabell 9: Indataparametrar för kostnadsberäkningen.

Det stöd som hänförs till det modellerade nätet beräknas utifrån antalet anslutna byggnader som omfattas av stöd från Jordbruksverket respektive PTS och ett genomsnittligt stödbelopp per byggnad för respektive stödform. Det sammanlagda statliga stödet beräknas som:

$$S = N_{JBV} \cdot s_{JBV} + N_{PTS} \cdot s_{PTS}$$

där  $N_{JBV}$  och  $N_{PTS}$  är antalet anslutna byggnader som omfattas av respektive stödform och  $s_{JBV}$  och  $s_{PTS}$  är genomsnittligt stödbelopp per byggnad. De genomsnittliga stödbeloppen utgör modellparametrar.

Det sammanlagda beräknade stödet reducerar modellens bruttoinvestering. Eftersom stödet inte hänförs till enskilda nätkomponenter fördelas reduktionen proportionellt mellan modellens tillgångskategorier utifrån respektive kategoris andel av den totala bruttoinvesteringen. För tillgångskategori  $i$  beräknas den hänförliga andelen statligt stöd som:

$$S_i = \frac{I_i}{I_{tot}} \cdot S$$

där  $I_i$  är bruttoinvesteringen för tillgångskategori  $i$  och  $I_{tot}$  är den totala bruttoinvesteringen.

Den stödjusterade investeringen för tillgångskategori  $i$  beräknas därefter som:

$$I_i^{just} = I_i - S_i$$

Det stöd som beaktas kan inte överstiga den totala bruttoinvesteringen. Den stödjusterade investeringen kan därmed inte understiga noll. Metoden innebär att statligt stöd inte påverkar nätets omfattning eller dimensionering. Stödberörda anslutningar ingår i modelleringen på samma sätt som övriga anslutningar, medan stödet beaktas genom en efterföljande justering av investeringsbasen.<sup>19</sup>

### 3.4 Utdataparametrar från investeringsberäkningen

Investeringsberäkningen resulterar i den totala direkta investeringen, uppdelad på distributions- och matningssegmentet samt på respektive tillgångskategori.

<sup>19</sup> Ekvationerna återger den stödjustering som tillämpas i den aktuella modellversionen för lokalt fysiskt tillträde. Någon separat indexjustering av stödbeloppen med hänsyn till tidpunkten för stödets utbetalning ingår inte i denna beräkning. Om en sådan justering bedöms vara nödvändig för att säkerställa en representativ kostnadsbas kommer modellen att kompletteras med en lämplig indexjustering.

- **Distributionssegmentet:** kablar, mikrodukt, markskåp, ruttning och gatukorsningar.
- **Matningssegmentet:** kablar, mikrodukt, brunnar, ODF, ruttning och skarvning.

En sammanställning av de utdataparametrar som genereras i investeringsberäkningen redovisas nedan i Tabell 8: Utdataparametrar från investeringsberäkningen.

Tabell 8: Utdataparametrar från investeringsberäkningen

| Typ          | Kategori                         | Beskrivning               |
|--------------|----------------------------------|---------------------------|
| distribution | Kostnad Kablar, MDU/NRO [SEK]    | $I_{\text{cable,MDU}}$    |
| distribution | Kostnad Kablar, SDU [SEK]        | $I_{\text{cable,SDU}}$    |
| distribution | Kostnad Markskåp [SEK]           | $I_{\text{cab}}$          |
| distribution | Kostnad Mikrodukt, MDU/NRO [SEK] | $I_{\text{duct,MDU/NRO}}$ |
| distribution | Kostnad Mikrodukt, SDU [SEK]     | $I_{\text{duct,SDU}}$     |
| distribution | Kostnad Ruttning [SEK]           | $I_{\text{route}}$        |
| distribution | Kostnad Gatukorsning [SEK]       | $I_{\text{cross}}$        |
| feeder       | Kostnad Kablar [SEK]             | $I_{\text{cable}}$        |
| feeder       | Kostnad Brunnar [SEK]            | $I_{\text{mh}}$           |
| feeder       | Kostnad Mikrodukt [SEK]          | $I_{\text{duct}}$         |
| feeder       | Kostnad ODF [SEK]                | $I_{\text{ODF}}$          |
| feeder       | Kostnad Ruttning [SEK]           | $I_{\text{route}}$        |
| feeder       | Kostnad Skarvning [SEK]          | $I_{\text{splicing}}$     |

### 3.5 Kostnadsberäkning

Kostnadsberäkningen omvandlar modellens beräknade investeringar och driftskostnader till årliga respektive månatliga kostnader. Kostnaderna beräknas för modellens nätelement och aggregeras därefter till den nivå som används i resultatredovisningen.

**Kostnadsberäkningen omfattar:**

- annualiserade direkta investeringar,
- annualiserade indirekta investeringar,
- driftskostnader (OPEX),
- gemensamma kostnader,
- total kostnad,
- fördelning av kostnader mellan enfamiljshus och flerfamiljshus samt övriga byggnader, och
- inkrementell kostnad per aktiv accesslinje till enfamiljshus.

För enfamiljshus beräknas en inkrementell kostnad genom att den totala kostnaden för ett scenario där samtliga byggnadstyper ingår jämförs med kostnaden för ett scenario där enfamiljshus exkluderas. Skillnaden mellan scenarierna används för att fastställa den kostnad som hänförs till enfamiljshus. Denna kostnad fördelas därefter på det förväntade antalet aktiva accesslinjer till enfamiljshus.

### 3.5.1 Indataparametrar för kostnadsberäkningen

Kostnadsberäkningen utgår från de beräknade investeringarna och ett antal indataparametrar som används för att beräkna årliga och månatliga kostnader. Parametrarna styr bland annat annualisering av investeringar, driftskostnader, indirekta investeringar och gemensamma kostnader.

#### Följande huvudsakliga kategorier av indataparametrar används i kostnadsberäkningen:

- **Avskrivningstider:** omfattar de avskrivningstider som tillämpas på investeringar i respektive tillgångskategori, såsom ruttning, mikrorör, kablar, vägövergångar, skarvning, brunnar, spridningspunkter och ODF.
- **Prisförändringar:** omfattar antaganden om årlig prisförändring för investeringar i respektive tillgångskategori.
- **Driftskostnader (OPEX):** omfattar faktorer för årliga driftskostnader, uttryckta som andel av investeringskostnaden för respektive tillgångskategori.
- **Indirekta investeringar:** omfattar faktorer för indirekta investeringar samt tillhörande avskrivningstider. Faktorerna tillämpas på respektive tillgångskategori och omfattar bland annat IT-nätverksstödsutrustning (NSE), land och byggnader, motorfordon, nätövervakningssystem (NMS), kontorsutrustning och lagerutrustning.
- **Kapitalkostnad (WACC):** omfattar den viktade genomsnittliga kapitalkostnad som tillämpas på respektive tillgångskategori.
- **Gemensamma kostnader:** omfattar påslag för gemensamma kostnader (overhead) som tillämpas på respektive tillgångskategori.

En fullständig sammanställning av de indataparametrar som används i kostnadsberäkningen redovisas nedan i Tabell 9: Indataparametrar för kostnadsberäkningen.

Tabell 9: Indataparametrar för kostnadsberäkningen

| Typ                                         | Kategori        | Beskrivning                                                                                  |
|---------------------------------------------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Avskrivningstid, ruttning (schakt) [år]     | Avskrivningstid | Avskrivningstid i år för investeringar i ruttning (schakt)                                   |
| Avskrivningstid, mikrorör [år]              | Avskrivningstid | Avskrivningstid i år för investeringar i mikrorör                                            |
| Avskrivningstid, kablar [år]                | Avskrivningstid | Avskrivningstid i år för investeringar i kablar                                              |
| Avskrivningstid, vägövergång [år]           | Avskrivningstid | Avskrivningstid i år för investeringar i vägövergång                                         |
| Avskrivningstid, skarvning [år]             | Avskrivningstid | Avskrivningstid i år för investeringar i skarvning                                           |
| Avskrivningstid, brunnar [år]               | Avskrivningstid | Avskrivningstid i år för investeringar i brunnar                                             |
| Avskrivningstid, spridningspunkt [år]       | Avskrivningstid | Avskrivningstid i år för investeringar i spridningspunkt                                     |
| Avskrivningstid, ODF [år]                   | Avskrivningstid | Avskrivningstid i år för investeringar i ODF                                                 |
| Årlig prisförändring, ruttning (schakt) [%] | Prisförändring  | Antagen årlig prisförändring för investeringar i ruttning (schakt)                           |
| Årlig prisförändring, mikrorör [%]          | Prisförändring  | Antagen årlig prisförändring för investeringar i mikrorör                                    |
| Årlig prisförändring, kablar [%]            | Prisförändring  | Antagen årlig prisförändring för investeringar i kablar                                      |
| Årlig prisförändring, vägövergång [%]       | Prisförändring  | Antagen årlig prisförändring för investeringar i vägövergång                                 |
| Årlig prisförändring, skarvning [%]         | Prisförändring  | Antagen årlig prisförändring för investeringar i skarvning                                   |
| Årlig prisförändring, brunnar [%]           | Prisförändring  | Antagen årlig prisförändring för investeringar i brunnar                                     |
| Årlig prisförändring, spridningspunkt [%]   | Prisförändring  | Antagen årlig prisförändring för investeringar i spridningspunkt                             |
| Årlig prisförändring, ODF [%]               | Prisförändring  | Antagen årlig prisförändring för investeringar i ODF                                         |
| OPEX-faktor, ruttning (schakt) [%]          | OPEX, faktor    | Årlig driftkostnad (OPEX) för ruttning (schakt), uttryckt som andel av investeringskostnaden |
| OPEX-faktor, mikrorör [%]                   | OPEX, faktor    | Årlig driftkostnad (OPEX) för mikrorör, uttryckt som andel av investeringskostnaden          |
| OPEX-faktor, kablar [%]                     | OPEX, faktor    | Årlig driftkostnad (OPEX) för kablar, uttryckt som andel av investeringskostnaden            |
| OPEX-faktor, vägövergång [%]                | OPEX, faktor    | Årlig driftkostnad (OPEX) för vägövergång, uttryckt som andel av investeringskostnaden       |
| OPEX-faktor, skarvning [%]                  | OPEX, faktor    | Årlig driftkostnad (OPEX) för skarvning, uttryckt som andel av investeringskostnaden         |
| OPEX-faktor, brunnar [%]                    | OPEX, faktor    | Årlig driftkostnad (OPEX) för brunnar, uttryckt som andel av investeringskostnaden           |
| OPEX-faktor, spridningspunkt [%]            | OPEX, faktor    | Årlig driftkostnad (OPEX) för spridningspunkt, uttryckt som andel av investeringskostnaden   |
| OPEX-faktor, ODF [%]                        | OPEX, faktor    | Årlig driftkostnad (OPEX) för ODF, uttryckt som andel av investeringskostnaden               |

| Typ                                                                                     | Kategori                     | Beskrivning                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Indirekt investeringsfaktor, ruttning (schakt) – NSE (IT network support equipment) [%] | Indirekt investering, faktor | Indirekt investeringskostnadsfaktor för IT-nätverksstödsutrustning (NSE), tillämpad på tillgångskategorin ruttning (schakt) |
| Indirekt investeringsfaktor, mikrorör – NSE (IT network support equipment) [%]          | Indirekt investering, faktor | Indirekt investeringskostnadsfaktor för IT-nätverksstödsutrustning (NSE), tillämpad på tillgångskategorin mikrorör          |
| Indirekt investeringsfaktor, kablar – NSE (IT network support equipment) [%]            | Indirekt investering, faktor | Indirekt investeringskostnadsfaktor för IT-nätverksstödsutrustning (NSE), tillämpad på tillgångskategorin kablar            |
| Indirekt investeringsfaktor, vägövergång – NSE (IT network support equipment) [%]       | Indirekt investering, faktor | Indirekt investeringskostnadsfaktor för IT-nätverksstödsutrustning (NSE), tillämpad på tillgångskategorin vägövergång       |
| Indirekt investeringsfaktor, skarvning – NSE (IT network support equipment) [%]         | Indirekt investering, faktor | Indirekt investeringskostnadsfaktor för IT-nätverksstödsutrustning (NSE), tillämpad på tillgångskategorin skarvning         |
| Indirekt investeringsfaktor, brunnar – NSE (IT network support equipment) [%]           | Indirekt investering, faktor | Indirekt investeringskostnadsfaktor för IT-nätverksstödsutrustning (NSE), tillämpad på tillgångskategorin brunnar           |
| Indirekt investeringsfaktor, spridningspunkt – NSE (IT network support equipment) [%]   | Indirekt investering, faktor | Indirekt investeringskostnadsfaktor för IT-nätverksstödsutrustning (NSE), tillämpad på tillgångskategorin spridningspunkt   |
| Indirekt investeringsfaktor, ODF – NSE (IT network support equipment) [%]               | Indirekt investering, faktor | Indirekt investeringskostnadsfaktor för IT-nätverksstödsutrustning (NSE), tillämpad på tillgångskategorin ODF               |
| Indirekt investeringsfaktor, ruttning (schakt) – land och byggnader [%]                 | Indirekt investering, faktor | Indirekt investeringskostnadsfaktor för land och byggnader, tillämpad på tillgångskategorin ruttning (schakt)               |
| Indirekt investeringsfaktor, mikrorör – land och byggnader [%]                          | Indirekt investering, faktor | Indirekt investeringskostnadsfaktor för land och byggnader, tillämpad på tillgångskategorin mikrorör                        |
| Indirekt investeringsfaktor, kablar – land och byggnader [%]                            | Indirekt investering, faktor | Indirekt investeringskostnadsfaktor för land och byggnader, tillämpad på tillgångskategorin kablar                          |
| Indirekt investeringsfaktor, vägövergång – land och byggnader [%]                       | Indirekt investering, faktor | Indirekt investeringskostnadsfaktor för land och byggnader, tillämpad på tillgångskategorin vägövergång                     |
| Indirekt investeringsfaktor, skarvning – land och byggnader [%]                         | Indirekt investering, faktor | Indirekt investeringskostnadsfaktor för land och byggnader, tillämpad på tillgångskategorin skarvning                       |
| Indirekt investeringsfaktor, brunnar – land och byggnader [%]                           | Indirekt investering, faktor | Indirekt investeringskostnadsfaktor för land och byggnader, tillämpad på tillgångskategorin brunnar                         |
| Indirekt investeringsfaktor, spridningspunkt – land och byggnader [%]                   | Indirekt investering, faktor | Indirekt investeringskostnadsfaktor för land och byggnader, tillämpad på tillgångskategorin spridningspunkt                 |
| Indirekt investeringsfaktor, ODF – land och byggnader [%]                               | Indirekt investering, faktor | Indirekt investeringskostnadsfaktor för land och byggnader, tillämpad på tillgångskategorin ODF                             |
| Indirekt investeringsfaktor, ruttning (schakt) – motorfordon [%]                        | Indirekt investering, faktor | Indirekt investeringskostnadsfaktor för motorfordon, tillämpad på tillgångskategorin ruttning (schakt)                      |

| Typ                                                                                   | Kategori                     | Beskrivning                                                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Indirekt investeringsfaktor, mikrorör – motorfordon [%]                               | Indirekt investering, faktor | Indirekt investeringskostnadsfaktor för motorfordon, tillämpad på tillgångskategorin mikrorör                               |
| Indirekt investeringsfaktor, kablar – motorfordon [%]                                 | Indirekt investering, faktor | Indirekt investeringskostnadsfaktor för motorfordon, tillämpad på tillgångskategorin kablar                                 |
| Indirekt investeringsfaktor, vägövergång – motorfordon [%]                            | Indirekt investering, faktor | Indirekt investeringskostnadsfaktor för motorfordon, tillämpad på tillgångskategorin vägövergång                            |
| Indirekt investeringsfaktor, skarvning – motorfordon [%]                              | Indirekt investering, faktor | Indirekt investeringskostnadsfaktor för motorfordon, tillämpad på tillgångskategorin skarvning                              |
| Indirekt investeringsfaktor, brunnar – motorfordon [%]                                | Indirekt investering, faktor | Indirekt investeringskostnadsfaktor för motorfordon, tillämpad på tillgångskategorin brunnar                                |
| Indirekt investeringsfaktor, spridningspunkt – motorfordon [%]                        | Indirekt investering, faktor | Indirekt investeringskostnadsfaktor för motorfordon, tillämpad på tillgångskategorin spridningspunkt                        |
| Indirekt investeringsfaktor, ODF – motorfordon [%]                                    | Indirekt investering, faktor | Indirekt investeringskostnadsfaktor för motorfordon, tillämpad på tillgångskategorin ODF                                    |
| Indirekt investeringsfaktor, ruttning (schakt) – NMS (network management systems) [%] | Indirekt investering, faktor | Indirekt investeringskostnadsfaktor för NMS (network management systems), tillämpad på tillgångskategorin ruttning (schakt) |
| Indirekt investeringsfaktor, mikrorör – NMS (network management systems) [%]          | Indirekt investering, faktor | Indirekt investeringskostnadsfaktor för NMS (network management systems), tillämpad på tillgångskategorin mikrorör          |
| Indirekt investeringsfaktor, kablar – NMS (network management systems) [%]            | Indirekt investering, faktor | Indirekt investeringskostnadsfaktor för NMS (network management systems), tillämpad på tillgångskategorin kablar            |
| Indirekt investeringsfaktor, vägövergång – NMS (network management systems) [%]       | Indirekt investering, faktor | Indirekt investeringskostnadsfaktor för NMS (network management systems), tillämpad på tillgångskategorin vägövergång       |
| Indirekt investeringsfaktor, skarvning – NMS (network management systems) [%]         | Indirekt investering, faktor | Indirekt investeringskostnadsfaktor för NMS (network management systems), tillämpad på tillgångskategorin skarvning         |
| Indirekt investeringsfaktor, brunnar – NMS (network management systems) [%]           | Indirekt investering, faktor | Indirekt investeringskostnadsfaktor för NMS (network management systems), tillämpad på tillgångskategorin brunnar           |
| Indirekt investeringsfaktor, spridningspunkt – NMS (network management systems) [%]   | Indirekt investering, faktor | Indirekt investeringskostnadsfaktor för NMS (network management systems), tillämpad på tillgångskategorin spridningspunkt   |
| Indirekt investeringsfaktor, ODF – NMS (network management systems) [%]               | Indirekt investering, faktor | Indirekt investeringskostnadsfaktor för NMS (network management systems), tillämpad på tillgångskategorin ODF               |
| Indirekt investeringsfaktor, ruttning (schakt) – kontorsutrustning [%]                | Indirekt investering, faktor | Indirekt investeringskostnadsfaktor för kontorsutrustning, tillämpad på tillgångskategorin ruttning (schakt)                |
| Indirekt investeringsfaktor, mikrorör – kontorsutrustning [%]                         | Indirekt investering, faktor | Indirekt investeringskostnadsfaktor för kontorsutrustning, tillämpad på tillgångskategorin mikrorör                         |

| Typ                                                                  | Kategori                              | Beskrivning                                                                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Indirekt investeringsfaktor, kablar – kontorsutrustning [%]          | Indirekt investering, faktor          | Indirekt investeringskostnadsfaktor för kontorsutrustning, tillämpad på tillgångskategorin kablar                                  |
| Indirekt investeringsfaktor, vägövergång – kontorsutrustning [%]     | Indirekt investering, faktor          | Indirekt investeringskostnadsfaktor för kontorsutrustning, tillämpad på tillgångskategorin vägövergång                             |
| Indirekt investeringsfaktor, skarvning – kontorsutrustning [%]       | Indirekt investering, faktor          | Indirekt investeringskostnadsfaktor för kontorsutrustning, tillämpad på tillgångskategorin skarvning                               |
| Indirekt investeringsfaktor, brunnar – kontorsutrustning [%]         | Indirekt investering, faktor          | Indirekt investeringskostnadsfaktor för kontorsutrustning, tillämpad på tillgångskategorin brunnar                                 |
| Indirekt investeringsfaktor, spridningspunkt – kontorsutrustning [%] | Indirekt investering, faktor          | Indirekt investeringskostnadsfaktor för kontorsutrustning, tillämpad på tillgångskategorin spridningspunkt                         |
| Indirekt investeringsfaktor, ODF – kontorsutrustning [%]             | Indirekt investering, faktor          | Indirekt investeringskostnadsfaktor för kontorsutrustning, tillämpad på tillgångskategorin ODF                                     |
| Indirekt investeringsfaktor, ruttning (schakt) – lagerutrustning [%] | Indirekt investering, faktor          | Indirekt investeringskostnadsfaktor för lagerutrustning, tillämpad på tillgångskategorin ruttning (schakt)                         |
| Indirekt investeringsfaktor, mikrorör – lagerutrustning [%]          | Indirekt investering, faktor          | Indirekt investeringskostnadsfaktor för lagerutrustning, tillämpad på tillgångskategorin mikrorör                                  |
| Indirekt investeringsfaktor, kablar – lagerutrustning [%]            | Indirekt investering, faktor          | Indirekt investeringskostnadsfaktor för lagerutrustning, tillämpad på tillgångskategorin kablar                                    |
| Indirekt investeringsfaktor, vägövergång – lagerutrustning [%]       | Indirekt investering, faktor          | Indirekt investeringskostnadsfaktor för lagerutrustning, tillämpad på tillgångskategorin vägövergång                               |
| Indirekt investeringsfaktor, skarvning – lagerutrustning [%]         | Indirekt investering, faktor          | Indirekt investeringskostnadsfaktor för lagerutrustning, tillämpad på tillgångskategorin skarvning                                 |
| Indirekt investeringsfaktor, brunnar – lagerutrustning [%]           | Indirekt investering, faktor          | Indirekt investeringskostnadsfaktor för lagerutrustning, tillämpad på tillgångskategorin brunnar                                   |
| Indirekt investeringsfaktor, spridningspunkt – lagerutrustning [%]   | Indirekt investering, faktor          | Indirekt investeringskostnadsfaktor för lagerutrustning, tillämpad på tillgångskategorin spridningspunkt                           |
| Indirekt investeringsfaktor, ODF – lagerutrustning [%]               | Indirekt investering, faktor          | Indirekt investeringskostnadsfaktor för lagerutrustning, tillämpad på tillgångskategorin ODF                                       |
| Avskrivningstid, ruttning (schakt) – land och byggnader [år]         | Indirekt investering, avskrivningstid | Avskrivningstid i år för den indirekta investeringskategorin land och byggnader, tillämpad på tillgångskategorin ruttning (schakt) |
| Avskrivningstid, mikrorör – land och byggnader [år]                  | Indirekt investering, avskrivningstid | Avskrivningstid i år för den indirekta investeringskategorin land och byggnader, tillämpad på tillgångskategorin mikrorör          |
| Avskrivningstid, kablar – land och byggnader [år]                    | Indirekt investering, avskrivningstid | Avskrivningstid i år för den indirekta investeringskategorin land och byggnader, tillämpad på tillgångskategorin kablar            |

| Typ                                                                        | Kategori                              | Beskrivning                                                                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Avskrivningstid, vägövergång – land och byggnader [år]                     | Indirekt investering, avskrivningstid | Avskrivningstid i år för den indirekta investeringskategorin land och byggnader, tillämpad på tillgångskategorin vägövergång                     |
| Avskrivningstid, skarvning – land och byggnader [år]                       | Indirekt investering, avskrivningstid | Avskrivningstid i år för den indirekta investeringskategorin land och byggnader, tillämpad på tillgångskategorin skarvning                       |
| Avskrivningstid, brunnar – land och byggnader [år]                         | Indirekt investering, avskrivningstid | Avskrivningstid i år för den indirekta investeringskategorin land och byggnader, tillämpad på tillgångskategorin brunnar                         |
| Avskrivningstid, spridningspunkt – land och byggnader [år]                 | Indirekt investering, avskrivningstid | Avskrivningstid i år för den indirekta investeringskategorin land och byggnader, tillämpad på tillgångskategorin spridningspunkt                 |
| Avskrivningstid, ODF – land och byggnader [år]                             | Indirekt investering, avskrivningstid | Avskrivningstid i år för den indirekta investeringskategorin land och byggnader, tillämpad på tillgångskategorin ODF                             |
| Avskrivningstid, ruttning (schakt) – motorfordon [år]                      | Indirekt investering, avskrivningstid | Avskrivningstid i år för den indirekta investeringskategorin motorfordon, tillämpad på tillgångskategorin ruttning (schakt)                      |
| Avskrivningstid, mikrorör – motorfordon [år]                               | Indirekt investering, avskrivningstid | Avskrivningstid i år för den indirekta investeringskategorin motorfordon, tillämpad på tillgångskategorin mikrorör                               |
| Avskrivningstid, kablar – motorfordon [år]                                 | Indirekt investering, avskrivningstid | Avskrivningstid i år för den indirekta investeringskategorin motorfordon, tillämpad på tillgångskategorin kablar                                 |
| Avskrivningstid, vägövergång – motorfordon [år]                            | Indirekt investering, avskrivningstid | Avskrivningstid i år för den indirekta investeringskategorin motorfordon, tillämpad på tillgångskategorin vägövergång                            |
| Avskrivningstid, skarvning – motorfordon [år]                              | Indirekt investering, avskrivningstid | Avskrivningstid i år för den indirekta investeringskategorin motorfordon, tillämpad på tillgångskategorin skarvning                              |
| Avskrivningstid, brunnar – motorfordon [år]                                | Indirekt investering, avskrivningstid | Avskrivningstid i år för den indirekta investeringskategorin motorfordon, tillämpad på tillgångskategorin brunnar                                |
| Avskrivningstid, spridningspunkt – motorfordon [år]                        | Indirekt investering, avskrivningstid | Avskrivningstid i år för den indirekta investeringskategorin motorfordon, tillämpad på tillgångskategorin spridningspunkt                        |
| Avskrivningstid, ODF – motorfordon [år]                                    | Indirekt investering, avskrivningstid | Avskrivningstid i år för den indirekta investeringskategorin motorfordon, tillämpad på tillgångskategorin ODF                                    |
| Avskrivningstid, ruttning (schakt) – NMS (network management systems) [år] | Indirekt investering, avskrivningstid | Avskrivningstid i år för den indirekta investeringskategorin NMS (network management systems), tillämpad på tillgångskategorin ruttning (schakt) |
| Avskrivningstid, mikrorör – NMS (network management systems) [år]          | Indirekt investering, avskrivningstid | Avskrivningstid i år för den indirekta investeringskategorin NMS (network management systems), tillämpad på tillgångskategorin mikrorör          |
| Avskrivningstid, kablar – NMS (network management systems) [år]            | Indirekt investering, avskrivningstid | Avskrivningstid i år för den indirekta investeringskategorin NMS (network management systems), tillämpad på tillgångskategorin kablar            |
| Avskrivningstid, vägövergång – NMS (network management systems) [år]       | Indirekt investering, avskrivningstid | Avskrivningstid i år för den indirekta investeringskategorin NMS (network management systems), tillämpad på tillgångskategorin vägövergång       |

| Typ                                                                          | Kategori                              | Beskrivning                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Avskrivningstid, skarvning – NMS (network management systems) [år]           | Indirekt investering, avskrivningstid | Avskrivningstid i år för den indirekta investeringskategorin NMS (network management systems), tillämpad på tillgångskategorin skarvning         |
| Avskrivningstid, brunnar – NMS (network management systems) [år]             | Indirekt investering, avskrivningstid | Avskrivningstid i år för den indirekta investeringskategorin NMS (network management systems), tillämpad på tillgångskategorin brunnar           |
| Avskrivningstid, spridningspunkt – NMS (network management systems) [år]     | Indirekt investering, avskrivningstid | Avskrivningstid i år för den indirekta investeringskategorin NMS (network management systems), tillämpad på tillgångskategorin spridningspunkt   |
| Avskrivningstid, ODF – NMS (network management systems) [år]                 | Indirekt investering, avskrivningstid | Avskrivningstid i år för den indirekta investeringskategorin NMS (network management systems), tillämpad på tillgångskategorin ODF               |
| Avskrivningstid, ruttning (schakt) – NSE (IT network support equipment) [år] | Indirekt investering, avskrivningstid | Avskrivningstid i år för den indirekta investeringskategorin IT-nätverksstödsutrustning (NSE), tillämpad på tillgångskategorin ruttning (schakt) |
| Avskrivningstid, mikrorör – NSE (IT network support equipment) [år]          | Indirekt investering, avskrivningstid | Avskrivningstid i år för den indirekta investeringskategorin IT-nätverksstödsutrustning (NSE), tillämpad på tillgångskategorin mikrorör          |
| Avskrivningstid, kablar – NSE (IT network support equipment) [år]            | Indirekt investering, avskrivningstid | Avskrivningstid i år för den indirekta investeringskategorin IT-nätverksstödsutrustning (NSE), tillämpad på tillgångskategorin kablar            |
| Avskrivningstid, vägövergång – NSE (IT network support equipment) [år]       | Indirekt investering, avskrivningstid | Avskrivningstid i år för den indirekta investeringskategorin IT-nätverksstödsutrustning (NSE), tillämpad på tillgångskategorin vägövergång       |
| Avskrivningstid, skarvning – NSE (IT network support equipment) [år]         | Indirekt investering, avskrivningstid | Avskrivningstid i år för den indirekta investeringskategorin IT-nätverksstödsutrustning (NSE), tillämpad på tillgångskategorin skarvning         |
| Avskrivningstid, brunnar – NSE (IT network support equipment) [år]           | Indirekt investering, avskrivningstid | Avskrivningstid i år för den indirekta investeringskategorin IT-nätverksstödsutrustning (NSE), tillämpad på tillgångskategorin brunnar           |
| Avskrivningstid, spridningspunkt – NSE (IT network support equipment) [år]   | Indirekt investering, avskrivningstid | Avskrivningstid i år för den indirekta investeringskategorin IT-nätverksstödsutrustning (NSE), tillämpad på tillgångskategorin spridningspunkt   |
| Avskrivningstid, ODF – NSE (IT network support equipment) [år]               | Indirekt investering, avskrivningstid | Avskrivningstid i år för den indirekta investeringskategorin IT-nätverksstödsutrustning (NSE), tillämpad på tillgångskategorin ODF               |
| Avskrivningstid, ruttning (schakt) – kontorsutrustning [år]                  | Indirekt investering, avskrivningstid | Avskrivningstid i år för den indirekta investeringskategorin kontorsutrustning, tillämpad på tillgångskategorin ruttning (schakt)                |
| Avskrivningstid, mikrorör – kontorsutrustning [år]                           | Indirekt investering, avskrivningstid | Avskrivningstid i år för den indirekta investeringskategorin kontorsutrustning, tillämpad på tillgångskategorin mikrorör                         |
| Avskrivningstid, kablar – kontorsutrustning [år]                             | Indirekt investering, avskrivningstid | Avskrivningstid i år för den indirekta investeringskategorin kontorsutrustning, tillämpad på tillgångskategorin kablar                           |
| Avskrivningstid, vägövergång – kontorsutrustning [år]                        | Indirekt investering, avskrivningstid | Avskrivningstid i år för den indirekta investeringskategorin kontorsutrustning, tillämpad på tillgångskategorin vägövergång                      |
| Avskrivningstid, skarvning – kontorsutrustning [år]                          | Indirekt investering, avskrivningstid | Avskrivningstid i år för den indirekta investeringskategorin kontorsutrustning, tillämpad på tillgångskategorin skarvning                        |

| Typ                                                       | Kategori                              | Beskrivning                                                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Avskrivningstid, brunnar – kontorsutrustning [år]         | Indirekt investering, avskrivningstid | Avskrivningstid i år för den indirekta investeringskategorin kontorsutrustning, tillämpad på tillgångskategorin brunnar         |
| Avskrivningstid, spridningspunkt – kontorsutrustning [år] | Indirekt investering, avskrivningstid | Avskrivningstid i år för den indirekta investeringskategorin kontorsutrustning, tillämpad på tillgångskategorin spridningspunkt |
| Avskrivningstid, ODF – kontorsutrustning [år]             | Indirekt investering, avskrivningstid | Avskrivningstid i år för den indirekta investeringskategorin kontorsutrustning, tillämpad på tillgångskategorin ODF             |
| Avskrivningstid, ruttning (schakt) – lagerutrustning [år] | Indirekt investering, avskrivningstid | Avskrivningstid i år för den indirekta investeringskategorin lagerutrustning, tillämpad på tillgångskategorin ruttning (schakt) |
| Avskrivningstid, mikrorör – lagerutrustning [år]          | Indirekt investering, avskrivningstid | Avskrivningstid i år för den indirekta investeringskategorin lagerutrustning, tillämpad på tillgångskategorin mikrorör          |
| Avskrivningstid, kablar – lagerutrustning [år]            | Indirekt investering, avskrivningstid | Avskrivningstid i år för den indirekta investeringskategorin lagerutrustning, tillämpad på tillgångskategorin kablar            |
| Avskrivningstid, vägövergång – lagerutrustning [år]       | Indirekt investering, avskrivningstid | Avskrivningstid i år för den indirekta investeringskategorin lagerutrustning, tillämpad på tillgångskategorin vägövergång       |
| Avskrivningstid, skarvning – lagerutrustning [år]         | Indirekt investering, avskrivningstid | Avskrivningstid i år för den indirekta investeringskategorin lagerutrustning, tillämpad på tillgångskategorin skarvning         |
| Avskrivningstid, brunnar – lagerutrustning [år]           | Indirekt investering, avskrivningstid | Avskrivningstid i år för den indirekta investeringskategorin lagerutrustning, tillämpad på tillgångskategorin brunnar           |
| Avskrivningstid, spridningspunkt – lagerutrustning [år]   | Indirekt investering, avskrivningstid | Avskrivningstid i år för den indirekta investeringskategorin lagerutrustning, tillämpad på tillgångskategorin spridningspunkt   |
| Avskrivningstid, ODF – lagerutrustning [år]               | Indirekt investering, avskrivningstid | Avskrivningstid i år för den indirekta investeringskategorin lagerutrustning, tillämpad på tillgångskategorin ODF               |
| WACC, ruttning (schakt) [%]                               | WACC                                  | Viktad genomsnittlig kapitalkostnad (WACC) per år som tillämpas på ruttning (schakt)                                            |
| WACC, mikrorör [%]                                        | WACC                                  | Viktad genomsnittlig kapitalkostnad (WACC) per år som tillämpas på mikrorör                                                     |
| WACC, kablar [%]                                          | WACC                                  | Viktad genomsnittlig kapitalkostnad (WACC) per år som tillämpas på kablar                                                       |
| WACC, vägövergång [%]                                     | WACC                                  | Viktad genomsnittlig kapitalkostnad (WACC) per år som tillämpas på vägövergång                                                  |
| WACC, skarvning [%]                                       | WACC                                  | Viktad genomsnittlig kapitalkostnad (WACC) per år som tillämpas på skarvning                                                    |
| WACC, brunnar [%]                                         | WACC                                  | Viktad genomsnittlig kapitalkostnad (WACC) per år som tillämpas på brunnar                                                      |
| WACC, spridningspunkt [%]                                 | WACC                                  | Viktad genomsnittlig kapitalkostnad (WACC) per år som tillämpas på spridningspunkt                                              |
| WACC, ODF [%]                                             | WACC                                  | Viktad genomsnittlig kapitalkostnad (WACC) per år som tillämpas på ODF                                                          |

| Typ                                     | Kategori                     | Beskrivning                                                                   |
|-----------------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| OH-påslag, ruttning (schakt) [%]        | Gemensamma kostnader, påslag | Påslag för gemensamma kostnader (overhead) som tillämpas på ruttning (schakt) |
| OH-påslag, mikrorör [%]                 | Gemensamma kostnader, påslag | Påslag för gemensamma kostnader (overhead) som tillämpas på mikrorör          |
| OH-påslag, kablar [%]                   | Gemensamma kostnader, påslag | Påslag för gemensamma kostnader (overhead) som tillämpas på kablar            |
| OH-påslag, vägövergång [%]              | Gemensamma kostnader, påslag | Påslag för gemensamma kostnader (overhead) som tillämpas på vägövergång       |
| OH-påslag, skarvning [%]                | Gemensamma kostnader, påslag | Påslag för gemensamma kostnader (overhead) som tillämpas på skarvning         |
| OH-påslag, brunnar [%]                  | Gemensamma kostnader, påslag | Påslag för gemensamma kostnader (overhead) som tillämpas på brunnar           |
| OH-påslag, spridningspunkt [%]          | Gemensamma kostnader, påslag | Påslag för gemensamma kostnader (overhead) som tillämpas på spridningspunkt   |
| OH-påslag, ODF [%]                      | Gemensamma kostnader, påslag | Påslag för gemensamma kostnader (overhead) som tillämpas på ODF               |
| Avskrivningstid, ruttning (schakt) [år] | Avskrivningstid              | Avskrivningstid i år för investeringar i ruttning (schakt)                    |
| Avskrivningstid, mikrorör [år]          | Avskrivningstid              | Avskrivningstid i år för investeringar i mikrorör                             |
| Avskrivningstid, kablar [år]            | Avskrivningstid              | Avskrivningstid i år för investeringar i kablar                               |
| Avskrivningstid, vägövergång [år]       | Avskrivningstid              | Avskrivningstid i år för investeringar i vägövergång                          |

### 3.5.2 Annualisering av direkta och indirekta investeringar

Direkta och indirekta investeringar omvandlas till annualiserade kapitalkostnader med beaktande av den vägda genomsnittliga kapitalkostnaden (WACC), tillgångarnas livslängd och prisutveckling.

Modellen möjliggör följande annuitetsmetoder för att fastställa de årliga kapitalutgifterna (CAPEX):

- Enkel annuitet (linjär), vilket blir resultatet när prisförändringen är noll
- Prisanpassad annuitet, som är implementerad och möjliggör både positiva och negativa prisförändringar

Enligt princip 25 i MRD: Modellen ska använda den prisanpassade annuitetsmetoden som avskrivningsmetod (se MRD Bilaga A för metodens härledning).

Formeln för prisanpassad annuitet kan skrivas enligt följande:

Där  $w$  är kapitalkostnaden,  $I$  investeringen,  $t$  det aktuella år som annuiteten avser,  $n$  tillgångens livslängd,  $p$  den långsiktiga prisutvecklingen för tillgången, och  $A_t$  annuiteten år  $t$ .  $CCF(w, p, n, t)$  kallas kapital-kostnadsfaktor. Annuitetsformeln härleds från samma ekvation som standardmetoden för annuitet men med följande relation mellan varje annuitet

$$A_t = A_{t-1} \times (1 + p)$$

I modelleringssammanhanget beräknas för varje tillgångskategori  $NE_i$ ,  $A_1^{NE_i}$  som

$$A_1^{NE_i} = I^{NE_i} \times CCF^{NE_i}(w, p_i, n_i, t = 1)$$

För alla indirekta investeringskategorier ( $j$ ) beräknas,  $A_{j1}^{NE_i}$  som

$$A_{j1}^{NE_i} = I_j^{NE_i} \times CCF_j(w, p_j, n_j, t = 1)$$

Tillgångskategorierna  $NE_i$  i för direkta investeringar och de indirekta investeringskategorierna  $j$  är enligt Tabell 10 respektive Tabell 11.

Tabell 10: Direkta investeringskategorier

| Direkta investeringskategorier ( $NE_i$ ) |
|-------------------------------------------|
| Aktiv utrustning                          |
| Anläggning (ruttning)                     |
| Standardkanalisation                      |
| Mikrokanalisation                         |
| Kablar                                    |
| Gatukorsning                              |
| Skarvning                                 |
| Brunnar                                   |
| FOS                                       |
| ODF                                       |

Tabell 11: Indirekta investeringskategorier

| Indirekta investeringskategorier (j) |
|--------------------------------------|
| Motorfordon                          |
| Verkstadslokaler                     |
| Kontorsutrustning                    |
| Mark och byggnader                   |
| Allmän IT                            |
| IT-baserade nätstödsystem            |
| Nätförvaltningssystem                |

För att beräkna månatlig CAPEX per tillgångskategori i modellen tillämpas annuitetsformeln med månadsvisa värden för kapitalkostnaden  $mw$ , prispförändringen  $mp_i$  och livslängden  $mn_i$ .

$$A_1^i = I^i \times CCF(mw, mp_i, mn_i, t = 1)$$

Med

$$mw = (1 + w)^{\frac{1}{12}} - 1$$

$$mp_i = (1 + p_i)^{\frac{1}{12}} - 1$$

$$mn_i = 12 * n_i$$

CAPEX per period för varje nätelementgrupp (tillgångskategori) är summan av de årliga/månatliga annuiteterna från direkta och indirekta investeringar för den gruppen

$$AC^{NE_i} = A_{1Y/M}^{NE_i} + \sum_j A_{j1Y/M}^{NE_i}$$

Där Y står för årsvisa värden och M står för månadsvisa värden.

$$AC^{NE_i} = \text{Annualiserad Capex}(Y/M) \text{ for } NE_i$$

Total CAPEX är summan av annualiserad CAPEX över alla nätelementgrupper i:

$$TCapex(Y/M) = \sum_i AC^{NE_i}$$

### 3.5.3 OPEX

Modellen beaktar även kostnader till följd av nätets drift såsom underhåll, elförsörjning och hyresavgifter för byggnader.

I modellen bestäms, OPEX genom påläggsfaktorer  $ocf^{NE_i}$  som tillämpas på de direkta investeringskategorierna  $I^{NE_i}$  och därmed ger driftkostnad för varje nätelementgrupp  $NE_i$  individuellt. Beräkningen är följande:

$$OPEX^{NE_i} = I^{NE_i} \times ocf^{NE_i}$$

Månatliga OPEX-värden härleds genom

$$mOPEX^{NE_i} = OPEX^{NE_i}/12$$

Det är viktigt att notera att indirekta investeringar ibland inordnas under driftsutgifter (OPEX) och då skulle behöva beaktas i OPEX-faktorerna i kostnadsberäkningen. Det är viktigt att undvika dubbelräkning av indirekta investeringar och driftskostnader.

#### 3.5.4 Gemensamma kostnader

Gemensamma kostnader är utgifter som hänförs till poster som inte direkt kan allokteras till en specifik nättjänst men som krävs för att hela nätet ska fungera samt för andra arbetsprocesser i företaget. Gemensamma kostnader är utgifter såsom ledning, administration, personalfrågor och strategi och forskning (overheads). Kostnaderna beaktas i modellen genom en indataparameter som tillämpas som en mark-up factor ( $cocof$ ) på summan av total annualiserad CAPEX (direkt and indirekt kostnad) och OPEX.

$$CoCo^{NE_i} = (AC^{NE_i} + OPEX^{NE_i}) \times cocof$$

Månadsvärden är  $CoCo^{NE_i}/12$

#### 3.5.5 Total kostnad

Total kostnad per  $NE_i$  är summan av annualiserad CAPEX (direkt och indirekt), OPEX och gemensamma kostnader

$$TCO^{NE_i} = AC^{NE_i} + OPEX^{NE_i} + CoCo^{NE_i}$$

Månatlig total kostnad  $mTCO^{NE_i}$  är summan av månadsvärdena för tillgångskategori  $NE_i$ . Total månatlig kostnad för alla tillgångskategorier utgörs därmed av  $mTCO$ .

#### 3.5.6 Fördelning av kostnader mellan enfamiljshus och flerfamiljshus samt övriga byggnader

Utgångspunkten för kostnadsfördelningen är den månatliga totala kostnaden  $mTCO$  som definieras i avsnitt 3.5.5.

I enlighet med **princip 17 i MRD** fördelas gemensamma kostnader i accessnätet genom att flerfamiljshus och övriga byggnader tilldelas sin självständiga kostnad, medan återstående kostnader allokeras till enfamiljshus.<sup>20</sup>

I modellen genomförs denna kostnadsallokering genom en jämförelse mellan två olika inkrement:

- **SDU/MDU/NRO-inkrement:** Inkrement där enfamiljshus, flerfamiljshus samt företags-, industri- och offentliga byggnader ingår.
- **MDU/NRO-inkrement:** Inkrement där enfamiljshus exkluderas, så att endast flerfamiljshus samt företags-, industri- och offentliga byggnader ingår.

MDU/NRO-inkrementet representerar därmed den självständiga kostnaden för det modellerade accessnätet när enfamiljshus inte ingår. Skillnaden mellan de två inkrementens totala månadskostnad används för att identifiera den inkrementella kostnad som är hänförlig till enfamiljshus.

Den inkrementella månatliga totala kostnaden för enfamiljshus beräknas som:

$$mTCO^{SDU} = mTCO^{SDU/MDU/NRO} - mTCO^{MDU/NRO} \quad 21$$

där:

- $mTCO^{SDU/MDU/NRO}$  är den månatliga totala kostnaden när SDU, MDU och NRO ingår,
- $mTCO^{MDU/NRO}$  är den månatliga totala kostnaden när endast MDU och NRO ingår, och
- $mTCO^{SDU}$  är den inkrementella månatliga totala kostnad som hänförs till SDU.

Kostnadsfördelningen bygger därmed på skillnaden mellan de två modellinkrementen. Den SDU-inkrementella kostnaden motsvarar den förändring i modellens totala kostnad som uppstår när SDU inkluderas i det modellerade nätet.

Kostnadsallokeringen innebär således att flerfamiljshus och övriga byggnader tilldelas den kostnad som uppstår när nätet modelleras utan enfamiljshus. Den återstående kostnaden, dvs. skillnaden mellan den totala kostnaden för nätet med respektive utan enfamiljshus, hänförs till enfamiljshus.

<sup>20</sup> SDU avser byggnader med ett eller två hushåll. MDU avser byggnader med tre eller fler hushåll. NRO avser företags-, industri- och offentliga byggnader som inte klassificeras som SDU eller MDU.

<sup>21</sup> Om skillnaden mellan de två scenariernas månatliga totala kostnad är negativ sätts den SDU-hänförliga kostnaden till noll.

### 3.5.7 Inkrementell kostnad per aktiv linje till enfamiljshus

Den inkrementella kostnaden per aktiv accesslinje till enfamiljshus beräknas utifrån den månatliga totala kostnad som enligt föregående avsnitt hänförs till enfamiljshus  $mTCO^{SDU}$ .

För att beräkna kostnaden per aktiv accesslinje behöver modellen uppskatta hur många av de modellerade linjerna till enfamiljshus som förväntas vara aktiva. I **enlighet med princip 11 i MRD fördelas den inkrementella kostnaden utifrån den prognostiserade långsiktiga nivån av aktiva anslutningar**. Modellen utgår därför från ett antagande om aktiveringsgraden. Aktiveringsgraden anger den andel av de modellerade linjerna till enfamiljshus som på sikt antas vara aktiva, dvs. faktiskt användas för att tillhandahålla en anslutning till en slutkund.

Det förväntade antalet aktiva linjer till enfamiljshus beräknas genom att den antagna aktiveringsgraden tillämpas på det modellerade antalet fibrer till SDU:

$$AL^{SDU} = F^{SDU} \cdot AR^{SDU}$$

där:

- $F^{SDU}$  är det modellerade antalet fibrer till enfamiljshus,
- $AR^{SDU}$  är den antagna aktiveringsgraden, och
- $AL^{SDU}$  är det förväntade antalet aktiva linjer till enfamiljshus.

Det beräknade antalet aktiva linjer avrundas till närmaste heltal.

Den inkrementella kostnaden per aktiv linje i enfamiljshus beräknas därefter genom att den månatliga totala kostnad som hänförs till enfamiljshus divideras med det förväntade antalet aktiva linjer:

$$mCo^{SDU} = \frac{mTCO^{SDU}}{AL^{SDU}}$$

där:

- $mTCO^{SDU}$  är den månatliga totala kostnad som hänförs till enfamiljshus,
- $AL^{SDU}$  är det förväntade antalet aktiva linjer till enfamiljshus, och
- $mCo^{SDU}$  är den inkrementella kostnaden per aktiv linje i enfamiljshus, uttryckt i SEK per månad.

### 3.5.8 Värdering av anläggningsinfrastruktur

#### *Helt avskrivna tillgångar*

Fullt avskrivna tillgångar i anläggningsinfrastrukturen exkluderas från LRIC-beräkningen. Detta för att fånga kostnadsbesparingar och förhindra att operatören överkompenseras. Enligt princip 23 i MRD: Helt avskrivna tillgångar i anläggningsinfrastrukturen exkluderas från LRIC-beräkningen. Detta implementeras på indatanivå genom att investeringsvärdena för de berörda tillgångarna justeras med en relevant andel.

#### *Delvis avskrivna tillgångar*

I MRD Princip 24: Kostnaden för delvis avskriven anläggningsinfrastruktur ska beräknas med hjälp av återanskaffningsvärden och en prisanpassad annuitetsmetod (se MRD princip 25), vilket gör att det inte behövs tillgång till operatörernas bokförda nettovärden. Den alternativa metoden innebär att återanskaffningskostnaden för en delvis avskriven post av materiella anläggningstillgångar amorteras över dess redovisade livslängd, motsvarande den ekonomiska livslängd som antas i BULRIC (se MRD Bilaga B).

### 3.5.9 Beräkning av kostnader för backhaul genom svartfiber

Enligt princip 19 i MRD ska bedömningen av backhaul-priser i första hand ske baserat på relevant benchmarking-data.

Om relevant data inte finns tillgänglig kan kostnaden bedömas genom ett förenklat tillvägagångssätt baserat på tillgänglig marknadsinformation eller data från marknadsaktörer, enligt MRD Princip 18. Modellen skulle då baseras på genomsnittliga backhaul-längder och kostnaden per backhaul-anslutning kan därefter differentieras utifrån till exempel längd, (potentiell) efterfrågan, områdestyp eller markförhållanden.

### 3.5.10 Beräkning av VULA-kostnader

#### *Inledande beskrivning av VULA*

VULA har ännu inte implementerats på den svenska marknaden. Enligt det preliminära beslutet har operatörerna stor frihet att välja hur tjänsten ska implementeras och, framför allt, var överlämningspunkten ska tillhandahållas. PTS

specificerar endast tillträdestjänstens egenskaper och lämnar den tekniska implementeringen till nätägarna.

Hur nätägarna väljer att tillhandahålla VULA kommer sannolikt att bero på deras nuvarande och/eller planerade framtida nätarkitektur. De flesta, om inte alla, nät är aktiva (AON), men vissa överväger att gå över till PON under regleringsperioden.

Kommunala stadsnät har vanligtvis någon form av central punkt där all trafik aggregeras, medan privata kan vara landsomfattande utan att ha någon enskild central punkt eller kan bestå av geografiskt spridda accessnät som kopplas samman med hyrda förbindelser. Nät kan också skilja sig åt när det gäller i vilken utsträckning de använder IP-routing, MPLS eller L2-switchning. Dessutom kan antalet nivåer av trafikaggregering skilja sig åt. Följaktligen behöver en generisk VULA-modell som ska användas för alla nätägare vara relativt förenklad.

#### *Kostnadselement, begrepp och kostnadsberäkning av VULA*

Kostnaden för VULA-tjänsten består av tre grundläggande kostnadselement:

- Kostnaden för det fysiska accessnätet, det vill säga i huvudsak linjehyran för den lokala accessförbindelsen.
- Kostnaden för transporttjänsten till överlämningspunkten, vilket omfattar kostnaderna för aktiv utrustning (Ethernet-switchar med portar mot användarsidan, linjekort och portar mot nätsidan, utrustningen för den fysiska

transportförbindelsen i nätägarens aggregeringsnät samt den aktiva utrustningen vid överlämningspunkten).

- Kostnaden för nyttjade portar vid överlämningspunkten, vilka typiskt erbjuds med en standardiserad trafikgenomströmning såsom 10 GE, 40 GE eller 100 GE som tillträdessökanden kan beställa.

VULA-tjänsten kan delas upp i följande element/segment:

- CPE: ansluter slutanvändare till fibernätet (dessa kostnader bärs typiskt av kunden) (beaktas i modelleringen (se Aktiv utrustning))
- Accessnät (FTTH/FTTB): ansluter slutanvändaren till nätägaren. (beaktas i modelleringen)
- ODF: samlar in fiberkablar från slutkunder vid accessnoden och är den punkt där fiberaccessnätet slutar (beaktas i modelleringen)
- Transporttjänster: transporterar data mellan den lokala loopen och den tillträdande operatörens nät
- Accessnät: samlar trafik från flera accessnoder och vidarebefordrar den till överlämningspunkten
- VULA-överlämningspunkt: punkt där virtuell överlämning sker genom att tjänsteleverantörers trafik separeras, vilket gör det möjligt för

tjänsteleverantören att kontrollera till exempel IP-adressering, ruttning och trafikprioritering.

Samlokalisering vid överlämningspunkten är en separat tjänst. Kostnaden för utveckling och etablering av tjänsten samt installationskostnader ingår normalt inte i beräkningen av linjehyran och kommer inte att beaktas här.

**VULA-kostnad** = VULA-kostnad per slutkundsförbindelse + VULA-kostnad för överlämningsport (NNI)

**Kostnad för VULA-förbindelse [SEK/månad]** = Kostnad för den fysiska förbindelsen i accessnätet [SEK/månad] + Kostnad för transporttjänsten till överlämningsnoden [SEK/månad] + Kostnad för kundplacerad utrustning CPE [SEK/månad].

Om nätägaren står för kostnaden för kundplacerad utrustning (CPE) kommer även den sista termen i ekvationen ovan ingå som kostnadskomponent i VULA-tariffen.

**VULA-kostnad för överlämningsport (NNI)** med given kapacitet = Kostnad för upplänksport vid överlämningspunkten (NNI) [SEK/månad]

**Kostnad för den fysiska förbindelsen i accessnätet [SEK/månad]** = Kostnaden för den fysiska förbindelsen i accessnätet [SEK/månad] är den totala kostnaden per accesslinje enligt beskrivningen i föregående kapitel.

**Kostnad för transporttjänsten från accessnoden till överlämningsnoden [SEK/månad]** = Tjänsten består av dataöverföring från den lokala accessnoden till överlämningsplatsen:

- a) Om överlämningen skulle ske vid samma accessnod skulle transporttjänsten reduceras till att omfatta dataaggregering i en lokalt placerad Ethernet-switch samt styrning av dataströmmen via en upplänksport till den dataport som tillträdessökanden hyr. Transporttjänsten har i detta fall ingen geografisk dimension. Kostnad för transport per abonnentanslutning [SEK/månad] = kostnad för switchning [SEK/månad] = annuitetsberäknad investering i genomsnittlig access-switch [SEK] / genomsnittligt antal användare av access-switchen. Detta är relevant i fallet med PON-teknik, där VULA är ett nödvändigt alternativ till ULL. För FTTH-teknik bör linjehyra för ULL vara det föredragna alternativet.
- b) Om överlämningen sker längre uppströms i nätägarens aggregeringsnät använder transporttjänsten utrustning på logisk och fysisk nivå för att transportera dataströmmarna från varje enskild accesskund till överlämningsplatsen. Den utrustning som krävs för denna leverans delas av alla kunder som använder dessa delar av nätägarens aggregeringsnät. Dimensioneringen av denna utrustning är typiskt trafikbaserad och utgår från

trafikbelastning under bråd timme. Kostnaderna är dock också längdberoende, eftersom kostnaderna för transmissionsnätet ökar med längden på den fysiska förbindelsen (schakt, kanalisation, kablar etc.) och antalet hopp i aggregeringsnätet som krävs för att leverera dataströmmen till överlämningsplatsen.

#### *Alternativa beräkningar för transporttjänsten*

För närvarande övervägs två alternativ för att beräkna kostnaderna för transporttjänsten i fallet där överlämningen sker längre uppströms:

- 1) Det **avståndsberoende alternativet** bygger på att mäta transportkostnaderna i berörda aggregeringsnät på lägre nivå hos nätägarna och dividera dessa med den totala längden på näten för att beräkna en genomsnittlig transportkostnad per km för de berörda nätsegmenten. Denna kostnad multipliceras sedan med en genomsnittlig längd i km för de backhaul-förbindelser som behövs för att ansluta överlämningsplatserna till accessnoderna.

Kostnad för transporttjänst per abonnentförbindelse [SEK/månad] =  
genomsnittlig längd på backhaul-förbindelser [km] × transportkostnad /  
genomsnittligt antal slutanvändare per förbindelse [SEK/km/månad].

- 2) Det **överföringshastighetsberoende alternativet** bygger på att mäta transportkostnaderna för berörda aggregeringsnät på lägre nivå hos leverantörerna och dividera dem med den totala trafikgenomströmningen i bråd timme i Mbps för dessa nätsegment. Denna kostnad multipliceras sedan med en genomsnittlig nyttjad dataöverföringshastighet per

slutanvändare under bråd timme för att beräkna kostnaderna för transporttjänsten.

Kostnad för transporttjänst per abonnentförbindelse [SEK/månad] =  
genomsnittlig trafik per slutanvändare under bråd timme [Mbps] ×  
transportkostnad [SEK/Mbps/månad].

Vilket alternativ som ska väljas beror på tillgängligheten av data.

#### **Kostnad för nedlänksporten vid överlämningspunkten [SEK/månad]:**

Kostnad för nedlänksport (NNI) med given kapacitet [SEK/månad] =  
annuitetsberäknad investeringskostnad för SFP-modul(er) med given kapacitet.

Med SFP-modul avses enompakt, varmbyttbar transceiver som används för att ansluta nätverksenheter såsom switchar, servrar och mediakonvertrar.

Omvandlingen till årliga kostnader (annuiteter) görs enligt beskrivningen i avsnitten om kostnadsberäkning och innebär även att indirekta investeringar och OPEX läggs till för respektive tillgångskategori (aktiv utrustning).

**Kostnad för kundplacerad utrustning (CPE) [SEK/månad]** = Kostnad för CPE [SEK/månad] = annuitetsberäknad kostnad (pris för CPE [SEK])

I fallet FTTH PON utgörs den kundplacerade utrustningen av en ONT. Omvandlingen till årliga kostnader (annuiteter) görs på samma sätt som för nedlänksport

### **3.5.11 Samlokaliseringstjänster**

Möjlighet till samlokalisering och tillgång till tillhörande installationer är ofta en förutsättning för att en tillträdande operatör ska kunna driftsätta och tillhandahålla tjänster som bygger på lokalt fysiskt eller virtuellt tillträde till fiberbaserad nätinfrastruktur. Samlokalisering och tillträde till tillhörande installationer möjliggör inplacering och drift av aktiv utrustning i siter, vilket är de fysiska utrymmen som innehåller noderna. En site tillhandahåller bl.a. följande funktioner: skalskydd, elsystem, reservkraftsystem och klimatsystem samt gemensamma faciliteter.

Exempel på kostnadskategorier som är relevanta för samlokalisering och tillträde till tillhörande installationer, och som bör beaktas är:

- administrativ personal (engångs- och årskostnader);
- teknisk personal som krävs för installation och underhåll (engångs- och årskostnader);

- racks (ETSI-skåp) (engångs och årskostnader);
- samlokaliseringsspecifik energiförbrukning (engångs- och årskostnader);
- samlokaliseringsspecifik kylning/ventilation (engångs och årskostnader för energikostnad); och
- kablar (engångs och årskostnader).

Kostnader för samlokalisering och tillträde till tillhörande installationer ska i första hand beräknas i enlighet med LRIC-metoden. Utgångspunkten för den nya modellen är samlokaliseringsmodellen som är en del av PTS tidigare kalkylmodell från 2018.

PTS tidigare samlokaliseringsmodell utgick ifrån hur Telias accessnoder var konstruerade. Den nya modellen kommer användas för att bedöma priser för ett stort antal nätägare, vars noder kan vara konstruerade på sätt som i väsentliga delar avviker från vad modellen antar. Den nya modellen ska också omfatta noder på högre aggregeringsnivå, där samlokalisering kan ske i samband med VULA-tillträde.

Eftersom kostnaderna för den fysiska infrastruktur som krävs för att realisera samlokalisering är förhållandevis små och det samtidigt finns en stor variation i nodernas utförande vore inte proportionerligt att på nytt modellera kostnader för fysiska installationer. I dessa delar kommer samlokaliseringsmodellen i stort sett efterlikna den tidigare modellen.

De kostnadskategorier som ska modelleras omfattar t.ex. kostnader för installation, utrymmen och tillhandahållande av skalskydd. Två typer av installationskostnader är aktuella vid samlokalisering. För det första ska SMP-operatören kunna säkerställa att det egna nätet inte äventyras av utrustning som tillträdande operatörer använder. Detta kan kräva åtgärder såsom upprättande av fasta barriärer eller andra typer av arrangemang där överlämning sker. För det andra krävs att SMP-operatören tillhandahåller funktioner som säkerställer att tillträdande operatörers utrustning kan fungera på avsett sätt. Detta omfattar tillhandahållande av olika typer av kablage som gör det möjligt att sammankoppla utrustning, installation av luftkonditioneringsutrustning, ställningar, kabinett, racks, kraftutrustning eller annan relevant utrustning. En del av dessa kostnader är användarspecifika och har inget värde för ytterligare tillträdande operatörer.

En del av de kostnader som utgör den hypotetiska operatörens samlokaliseringstjänster delas med andra samlokaliseringstjänster, som t.ex. samlokalisering i förhållande till samtrafik, tjänster i accessnätet och corenätet. Exempel på sådana delade kostnader kan vara kostnader för utrymmen, strömförsörjning, kyla, värme, administrativ och teknisk personal. Detta innebär att modellen ska utformas så att den tar hänsyn till alla tjänster som kan vara relevanta för samlokalisering även om vissa inte blir föremål för kostnadsberäkning.

Kostnaderna för energi, som förbrukas av aktiv utrustning och för kyla och värme, ska hänföras till relevanta samlokaliseringstjänster och baseras på pris per enhet som betalas till elleverantören.

Eftersom modellen baseras på antaganden om effektivt resursutnyttjande ingår inte tomma ytor i siter i samlokaliseringsskostnaderna. Allmänna kostnader för siter, som klimatsystem, skalskydd, elsystem, underhåll och andra driftkostnader ska fördelas på access-, core- och samlokaliseringstjänster.

Vissa kostnadskategorier, i synnerhet för utrymmen och tillhandahållande av skalskydd, är gemensamma för både samlokalisering och andra tjänster. Följaktligen kan de fördelas mellan aktuella tjänster när kostnaderna beräknas. Kostnaderna ska fördelas med en relevant kostnadsdrivare.

För kostnadskategorier som har att göra med utrymmen och lokaler är en lämplig kostnadsdrivare antalet kvadratmeter som upptas av den utrustning som används för att producera de olika tjänsterna. För de kostnadskategorier som avser el, kraft, kyla, värme och ventilation, är energiförbrukning (kWh) en lämplig kostnadsdrivare. Den exakta elförbrukningen för olika funktioner kan vara svår att fastställa på grund av bristande data om förbrukningen. Ett alternativ är att använda en kombination av måtten genom att dela total energiförbrukning med utnyttjad yta per tjänst som kostnadsdrivare för att fastställa kostnaden för aktuell tjänst.

Kostnader som kategoriseras som gemensamma bör, när så är lämpligt, fördelas på aktuella tjänster i enlighet med den yta som tas i anspråk. Gemensamma kostnader ska fördelas på ett systematiskt sätt i modellen för samlokalisering för att säkerställa återvinning av kostnaderna.

Huvuddelen av de kostnader som är hänförliga till att en operatör i samband lokalt tillträde samlokaliserar sin utrustning utgörs av tjänster. I den mån som PTS kommer uppdatera den tidigare samlokaliseringsmodellen är det främst tidsuppskattningar för sådana som kan komma i fråga.

För att härleda kostnader för olika tjänster relaterade till samlokalisering bör arbetsprocesser och -uppgifter delas upp i aktiviteter som ger underlag till kostnadsdrivare. Vidare ska det i modellen göras åtskillnad mellan den tid som administrativ personal, akademiker (universitetsutbildade) och tekniker lägger på att genomföra olika tjänster. För att beräkna kostnader för att leverera en tjänst ska den beräknade tiden multipliceras med den relevanta timkostnaden för arbetskostnaden.

Kostnaden för administrativ personal, akademiker och tekniker ska redovisas separat i modellen. Kostnadsbasen kan också innehålla andra särskilda kostnader som har

samband med orderhantering eller leverans för utförd beställning, om detta anses nödvändigt.

För samlokalisering används i möjligaste mån parametrar från PTS tidigare kalkylmodell. Dessa uppdateras vid behov, t.ex. resurser per aktivitet, och vilket utrymme som upptas av samlokaliseringsutrustning. Parametrarna utgörs bl.a. av pristrender, personalkostnader, hyreskostnader för byggnader, enhetskostnader för samlokaliseringsutrustning som kablar, koppling, eller socklar.

### 3.6 Utdataparametrar från kostnadsberäkningen

Kostnadsberäkningen resulterar i månatliga kostnader, uppdelade på distributions- och matningssegmentet samt på respektive tillgångskategori.

- **Distributionssegmentet:** kablar, mikrodukt, markskåp, ruttning och vägövergångar.
- **Matningssegmentet:** kablar, mikrodukt, brunnar, ODF, ruttning och skarvning.

Summerade resultat: omfattar total månatlig kostnad för respektive modellscenario samt inkrementell kostnad för SDU och kostnad per aktiv SDU-linje.

En fullständig sammanställning av de utparametrar som genereras i kostnadsberäkningen redovisas nedan i Tabell 12: Utdataparametrar från kostnadsberäkningen.

Tabell 12: Utdataparametrar från kostnadsberäkningen

| Typ          | Kategori                               | Beteckning    |
|--------------|----------------------------------------|---------------|
| distribution | Kostnad Kablar, MDU/NRO [SEK/månad]    | $mTCO^{NE_i}$ |
| distribution | Kostnad Kablar, SDU [SEK/månad]        | $mTCO^{NE_i}$ |
| distribution | Kostnad Markskåp [SEK/månad]           | $mTCO^{NE_i}$ |
| distribution | Kostnad Mikrodukt, MDU/NRO [SEK/månad] | $mTCO^{NE_i}$ |
| distribution | Kostnad Mikrodukt, SDU [SEK/månad]     | $mTCO^{NE_i}$ |
| distribution | Kostnad Ruttning [SEK/månad]           | $mTCO^{NE_i}$ |
| distribution | Kostnad Vägövergång [SEK/månad]        | $mTCO^{NE_i}$ |
| feeder       | Kostnad Kablar [SEK/månad]             | $mTCO^{NE_i}$ |
| feeder       | Kostnad Brunnar [SEK/månad]            | $mTCO^{NE_i}$ |

| Typ    | Kategori                                         | Beteckning           |
|--------|--------------------------------------------------|----------------------|
| feeder | Kostnad Mikrodukt [SEK/månad]                    | $mTCO^{NE_i}$        |
| feeder | Kostnad ODF [SEK/månad]                          | $mTCO^{NE_i}$        |
| feeder | Kostnad Ruttning [SEK/månad]                     | $mTCO^{NE_i}$        |
| feeder | Kostnad Skarvning [SEK/månad]                    | $mTCO^{NE_i}$        |
| Summa  | Cost Total SDU/MDU/NRO [SEK/month]               | $mTCO^{SDU/MDU/NRO}$ |
| Summa  | Cost Total MDU/NRO [SEK/month]                   | $mTCO^{MDU/NRO}$     |
| Summa  | Cost Total SDU [SEK/month]                       | $mTCO^{SDU}$         |
| Summa  | Expected Active SDU Lines                        | $AL^{SDU}$           |
| Summa  | Incremental Cost per Active SDU Line [SEK/month] | $mTCO^{SDU}$         |

## Bilaga A – Detaljer om korsning av gator

Ruttningsalgoritmen beräknar dragning av ledningar längs vägnätet, eller mer exakt i vägens mitt. För att möjliggöra kabelläggning på båda sidor av gatan tillämpas en särskild efterbearbetning inom distributionssegmentet, baserad på den beräknade ruttningen.

Figur 4 visar de alternativ som beaktas i modellen. I huvudsak finns två möjliga lösningar när byggnader är placerade på båda sidor av en gata:

- Förläggning på en sida av gatan, där samtliga byggnader på den motsatta sidan anslut med egna ledningar som korsar gatan, eller
- Förläggning helt eller delvis på båda sidor av gatan.

Den vänstra delen av Figur 4 illustrerar scenario A, där varje byggnad på sidan som har färre byggnader (den mindre sida) ansluts genom en separat ledning som korsar över till sidan gatan med fler byggnader (huvudsidan). Detta innebär att en ledning som korsar gatan krävs för varje byggnad på den mindre sidan.

Den högra delen av Figur 4 illustrerar scenario B, där samtliga byggnader på den mindre sidan ansluts via en ruttning på den mindre sidan. Denna ruttning ansluts sedan till den huvudsidan genom en enda ledning som korsar gatan.

Valet mellan scenario A och B påverkas av flera faktorer, såsom kostnad för att dra en ledning över vägen (korsning), kostnad att dra en ledning längs med den mindre sidan, antalet byggnader som behöver anslutas samt avstånden mellan dessa byggnader.

Ett alternativ där dessa blandas, med att vissa byggnader på den mindre sidan ansluts via ledningar som korsar gatan och andra med byggnader med en ruttning längs med den mindre sidan beaktas inte. Anledning är att det skulle göra algoritmerna betydligt mer komplexa utan att nämnvärt påverka investeringskostnaderna.

För att beräkna antalet ledningar som korsar gatan och längden på ruttningen på den mindre sidan skapar modellen gatussegment och fastställer vilka byggnader som ligger till vänster respektive höger om varje segment. Därefter klassificerar för varje segment huvud- och mindre sida baserat på antalet byggnader på respektive sida.

Slutligen bestäms antalet ledningar som korsar gatan och längden på ruttningen på den mindre sidan genom att jämföra investeringskostnaden för de två alternativen som visas i Figur 4. Beräkningen genomförs i följande steg:

#### 1. Bestämna byggnadens sida i förhållande till vägen

Modellen analyserar det geometriska förhållandet mellan vägens centrumlinje och byggnadernas positioner för varje vägsegment för att avgöra på vilken sida av vägen varje byggnad ligger.

- **Sammanfogning av segment:** Inledningsvis konsolideras vägnätet så att ett "segment" representerar en vägs fulla längd mellan två korsningar. Detta är nödvändigt eftersom vägnätet tidigare har delades upp i anslutningspunkterna till byggnaderna för att stödja ruttningssalgoritmen. För denna analys slås dessa delsegment samman igen.
- **Klassificering av byggnader:** För varje byggnad beräknar modellen dess relativa position i förhållande till vägens riktning. Med hjälp av geometriska beräkningar klassificera byggnadens som belägen antingen till "vänster" eller "höger" om vägens centrumlinje.

**2. Huvudsida respektive mindre sida:** Baserat på klassificeringen aggregerar modellen antalet byggnader per vägsegment.

- **Huvudsida:** Den sida som har flest byggnader. Huvudrutten antas vara placerad på denna sida.
- **Mindre sida:** Den sida som har färre byggnader.
- **Utslagsregel:** Om båda sidor har lika många byggnader utses den sida där avståndet mellan första och sista byggnaden är kortast till mindre sida. Syftet är att minimera behovet av ytterligare routning.

### 3. Kostnadsjämförelse mellan alternativa lösningar

För att minimera investeringskostnaden jämför modellen två alternativa lösningar för att ansluta byggnaderna på den mindre sidan:

- **Scenario A (individuella korsningar):** En separat gatukorsning anläggs för varje byggnad på den mindre sidan.
  - Kvantitet: Antal byggnader på den mindre sidan.
  - Routning: 0 meter på den mindre sidan (endast korsningar)
- **Scenario B (tvåsidig routning)** En andra rutt anläggs på den mindre sidan.
  - Kvantitet: 1 gatukorsning (för att ansluta de två sidorna).
  - Routning: Längden motsvarar avståndet mellan den första och sista byggnaden på den mindre sidan.

**Beslut:** Modellen beräknar investeringen för båda scenarierna och väljer det billigare alternativet.

För att genomföra denna jämförelse använder modellen specifika parametrar för enhetskostnad som visas i följande exempel:

- Kostnad per gatukorsning: 10 000 SEK
- Kostnad per meter routning (mindre sida): 1 000 SEK

Baserat på dessa värden är brytpunktsavståndet 10 meter..

- **Regel:** Om det ytterligare routningsavståndet på den mindre sidan överstiger 10 meter per sparad korsning väljer modellen individuella korsningar (scenario A)
- **Om avståndet är kortare** väljer modellen tvåsidig routning (scenario B).

Denna logik tillämpas endast på distributionssegmentet där byggnader ansluts. Endast de två scenarier som visas i Figur 4. Hybrida scenarier, där det skulle kunna vara bäst att ansluta en byggnad på den mindre sidan med en korsning och resten av byggnaderna med en ytterligare korsning följt av ruttning på den mindre sidan, beaktas inte. De potentiella extra besparingarna är mycket små jämfört med de totala investeringarna. Vidare beaktas inte korsningar vid vägkorsningar i denna beräkning eftersom fokus strikt ligger på ytterligare kostnader för att ansluta byggnader längs varje vägsegment.

## Bilaga B – Förkortningar

Tabell 13: Förkortningar

|         |                                                                            |
|---------|----------------------------------------------------------------------------|
| BDB     | Byggnadsfördelningsbox                                                     |
| BDF     | Byggnadsfördelningsram                                                     |
| BEREC   | Organet för europeiska regleringsmyndigheter för elektronisk kommunikation |
| BU      | Bottom-up                                                                  |
| CAPEX   | Kapitalutgifter                                                            |
| CEI     | Anläggningsinfrastruktur                                                   |
| CPE     | Kundplacerad utrustning                                                    |
| DSL     | Digital abonnentledning                                                    |
| FL-LRIC | Framåtblickande långsiktig inkrementell kostnad                            |
| FOS     | Fiberoptisk distributionspunkt                                             |
| FTTB    | Fiber till byggnaden                                                       |
| FTTH    | Fiber till hemmet                                                          |

|       |                                                                 |
|-------|-----------------------------------------------------------------|
| GIS   | Geografiskt informationssystem                                  |
| GPON  | Gigabit Passive Optical Network                                 |
| IP    | Internet Protocol                                               |
| ISP   | Internetleverantör                                              |
| LLU   | Local Loop Unbundling                                           |
| LRAIC | Långsiktig genomsnittlig inkrementell kostnad                   |
| LRIC  | Långsiktiga inkrementella kostnader                             |
| Mbps  | Megabit per sekund                                              |
| MDU   | Multi Dwelling Units, bostadsbyggnader med minst tre lägenheter |
| MPoP  | Metropolitan Point of Presence                                  |
| MRD   | Modellreferensdokument                                          |
| NGA   | Nästa generations access                                        |
| NO    | Nätägare                                                        |
| NPV   | Nuvärde                                                         |
| NRA   | Nationell regleringsmyndighet                                   |
| NTP   | Nättermineringspunkt                                            |
| ODF   | Passivt optiskt nätverk                                         |
| OPEX  | Driftsutgifter                                                  |
| P2MP  | Punkt-till-multipunkt                                           |
| P2P   | Punkt-till-punkt                                                |
| PON   | Passivt optiskt nätverk                                         |

|         |                                                        |
|---------|--------------------------------------------------------|
| QoS     | Tjänstekvalitet                                        |
| RAB     | Regulatorisk tillgångsbas                              |
| SDU     | Single Dwelling Unit, bostadsbyggnader med 1–2 hushåll |
| SMP     | Betydande marknadsinflytande                           |
| VHCN    | Nät med mycket hög kapacitet                           |
| VULA    | Virtual Unbundled Local Access                         |
| WACC    | Vägd genomsnittlig kapitalkostnad                      |
| WiFi    | Wireless fidelity                                      |
| WLAN    | Trådlöst lokalt nätverk                                |
| x.PON   | X Passive Optical Network                              |
| XGS-PON | 10-gigabitkapabelt symmetriskt passivt optiskt nätverk |

## Bilaga C – Ordlista

Tabell 1414: Ordlista

| WORD             | DEFINITION                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Accessnod</b> | Den nod som på ena sidan är ansluten till accessnätet och på den andra sidan till aggregeringsnätet. En accessnod kan också benämnas central nod eller områdesnod.                                                                                                                                                                 |
| <b>Annuitet</b>  | Annuiteter beräknar den årliga kostnaden för en tillgång i termer av kapitalkostnaden för både kapitalanskaffning och värdeminskning (amortering). Det årliga kassaflödet, diskonterat över tillgångens livslängd med en lämplig kapitalkostnad, ger tillgångens återanskaffningskostnad.                                          |
| <b>Backhaul</b>  | Backhaul avser den infrastruktur som förbinder ett lokalt nät, eller ett delnät, med ett backbone- eller stamnät. Det är vanligtvis en förbindelse med hög kapacitet och låg latens som är utformad för att överföra data effektivt och snabbt.                                                                                    |
| <b>BDF</b>       | Building Distribution Frame, fungerar som en central punkt för hantering och distribution av fiberoptiska kablar i byggnaden.                                                                                                                                                                                                      |
| <b>BULRIC</b>    | BU står för bottom-up. LRIC är en kostnadsmetod som återspeglar den inkrementella kostnad som en operatör skulle ådra sig när den bygger ett nytt nät, dimensionerat för en viss efterfrågan. Eftersom BULRIC-modeller är framåtblickande är återanskaffningsvärden, snarare än historiska kostnader, bäst lämpade för att beräkna |

| WORD                        | DEFINITION                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                             | kostnadsbasen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Capex</b>                | Kapitalutgifter för anläggningstillgångar uppstår när en operatör investerar i utrustning och bygger nätinфраstruktur.                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Samlokalisering</b>      | Samlokalisering och tillhörande installationer möjliggör placering och drift av aktiv utrustning i siter, vilket är fysiska utrymmen som innehåller en eller flera noder. Det är i allmänhet en förutsättning för att operatörer ska kunna tillhandahålla tjänster baserade på någon form av grossisttillträde.                |
| <b>Gemensamma kostnader</b> | Kostnader som uppstår för en hypotetisk operatör som helhet, som inte kan hänföras direkt till en viss tjänst. Dessa kostnader är fasta kostnader, som inte kan undvikas även om tjänsten inte produceras. Overheads är ett exempel på gemensamma kostnader eftersom de vanligtvis inte kan allokteras till enskilda tjänster. |
| <b>Connection</b>           | Förbinder två eller flera noder via en eller flera fiberförbindelser.                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Corenät</b>              | Stamnätet består av två lager: det passiva lagret (fysiska sträckor) och det aktiva lagret (aktiv nodutrustning). Stamnätet är den del av nätet som förbinder olika nätnoder med varandra, vilka är placerade på siter, och där den trafik som genereras av slutanvändare överförs från accessnätet.                           |
| <b>Kostnadskategorier</b>   | En gruppering av kostnader med identiska kostnadsdrivare.                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Kostnadsdrivare</b>      | Den faktor som gör att en kostnad uppstår. Till exempel är antalet abonnenter en kostnadsdrivare för kostnaden för line cards.                                                                                                                                                                                                 |

| WORD                     | DEFINITION                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Edge router</b>       | En edge router är en specialiserad router som är placerad vid en nätverksgräns och som gör det möjligt för ett internt nätverk att ansluta till externa nätverk.                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Slutanvändare</b>     | Den person som kommer att använda den färdiga produkten eller tjänsten. Ur nätägarens perspektiv kan detta vara kunden till den som söker grossisttillträde.                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Fiber</b>             | <p>Del av en fiberoptisk kabel. Optisk fiber är en tunn tråd av glas eller plast som överför information via ljus i stället för elektriska signaler som i en koppartråd.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Enkel fiber: En terminerad eller icke terminerad fiber i en optisk kabel.</li> <li>• Fiberpar: Två terminerade eller icke terminerade fibrer i en optisk kabel utgör ett fiberpar.</li> <li>• Svartfiber: Icke belyst fiberförbindelse.</li> </ul> |
| <b>GIS</b>               | Geografiskt informationssystem: ett datorbaserat system för att samla in, lagra, analysera och presentera geografiska data på en digital baskarta. GIS används ofta för att beskriva ett näts sträckning och information om den geografiska lokaliseringen av nätets olika delar.                                                                                                                                                                                        |
| <b>Historisk kostnad</b> | Ett redovisningsmått där kostnaden för en tillgång som redovisas i balansräkningen baseras på dess ursprungliga nominella värde när den förvärvades av enheten.                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Inkrement</b>         | Inkrementella kostnader är kostnaderna för att tillhandahålla antingen en ökning eller minskning i en investering när andra delar är oförändrade. Inkrement kan definieras på flera sätt, och möjliga definitioner av begreppet är: marginell efterfrågeenhet för en tjänst; total efterfrågan på en tjänst; total efterfrågan på en grupp tjänster; total efterfrågan på alla tjänster.                                                                                 |
| <b>Indirekt kostnad</b>  | Kostnader som indirekt kan hänföras till ett visst                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

| WORD                          | DEFINITION                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                               | <p>objekt via det kostnadsställe i organisationen där de uppstår.</p> <p>Kostnader för insatsvaror som krävs för nätets funktion, där insatsvarornas volym är beroende av andra insatser. De är endast indirekt beroende av den producerade volymen, dvs. kostnadsdrivarna är externa. Ett exempel är kostnaden för nätstöd såsom motorfordon, kontorsutrustning etc.</p>                                                                                                                |
| <b>IP</b>                     | <p>Det är det grundläggande kommunikationsprotokollet i Internet Protocol-sviten. IP-adressen används för geolokalisering och identifiering.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Local loop</b>             | <p>Den passiva delen av nätet som förbinder användaren eller byggnadsnoden, dvs. den nod som är placerad i slutanvändarens lokaler eller byggnad, med en accessnod.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Marginalkostnad</b>        | <p>Förändringen i totala kostnader som uppstår när den producerade kvantiteten ändras med en enhet, dvs. kostnaden för att producera ytterligare en enhet av en tjänst.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Modified scorched node</b> | <p>Betyder att nätet utformas baserat på befintliga noder men med justeringar.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Nätkomponent</b>           | <p>En gruppering av kostnadskategorier som redovisar kostnaden för tillgångar på en mer detaljerad nivå än nätelement. Till exempel visar ett nätelement kostnaden för en lokalstation, medan en nätkomponent visar kostnaden för de portar som ingår i lokalstationen, såsom line cards, chassin och processorkort.</p> <p>Kostnaden för en nätkomponent aggregerar ett antal olika kostnadskategorier (t.ex. enhetskostnad för utrustning, underhåll, installation, utrymme etc.).</p> |
| <b>NTP</b>                    | <p>Network Termination Point. Den punkt där fibern termineras i slutanvändarens lokaler och där Customer Premise Equipment (CPE) ansluts till NTP.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>ODF</b>                    | <p>En optical distribution frame (ODF) är en ram som används för att tillhandahålla sammankopplingar av</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

| WORD                         | DEFINITION                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                              | kablar mellan kommunikationsanläggningar, och som kan integrera fiberskarvning, fiberterminering, fiberoptiska adaptrar och kontakter samt kabelförbindelser i en enda enhet.                                                                                                                                              |
| <b>Operating costs</b>       | Kostnaden för att driva ett nät. Till exempel drift, underhåll, nätplanering och installation. Driftskostnader kan vara både direkta och indirekta.                                                                                                                                                                        |
| <b>Overheads</b>             | Kostnader som inte är nödvändiga för nätets funktion, men som är nödvändiga för funktionen hos den organisation som driver nätet. Ett exempel är kostnaden för en personalavdelning.                                                                                                                                       |
| <b>Placement</b>             | Placering av utrustning i någon annans lokaler. Detta kan till exempel vara på en site, i ett teknikrum eller på en mast.                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Pure LRIC</b>             | En ren tillämpning av LRIC som används för att beräkna kostnad för fast terminering och innebär att endast trafikrelaterade kostnader beaktas.                                                                                                                                                                             |
| <b>Rack</b>                  | Ram eller skåp för montering av teknisk utrustning.                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Återanskaffningsvärde</b> | Aktuell kostnad, som representerar vad det skulle kosta att anskaffa tillträde i dag.                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Router</b>                | En router är en enhet som förbinder två eller flera paketförmedlade nätverk eller delnät. Den har två huvudsakliga funktioner: att hantera trafik mellan dessa nätverk genom att vidarebefordra datapaket till deras avsedda IP-adresser, och att göra det möjligt för flera enheter att använda samma internetanslutning. |
| <b>Scorched earth</b>        | Betyder att alla delar av nätet byggs från grunden.                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Site</b>                  | Ett fysiskt utrymme som innehåller en eller flera noder. Siten omfattar, men är inte begränsad till, skydd, elsystem, reservkraft och luftkonditioneringssystem samt gemensamma faciliteter.                                                                                                                               |

| WORD                    | DEFINITION                                                                                                                                                                                                |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Switch</b>           | Nätverksswitch, en nätkomponent som styr datatrafik mellan olika noder i ett nät.                                                                                                                         |
| <b>Termination</b>      | Betyder att en kabel termineras och att dess kapacitet görs tillgänglig för anslutning i en kontakt.                                                                                                      |
| <b>Transmissionsnät</b> | Ett transmissionsnät är en uppsättning transmissionsmedier och utrustning, avsedda som transportinfrastruktur för varje telekommunikationstjänst.                                                         |
| <b>Enhetskostnad</b>    | Kostnaden för den hypotetiska operatören att producera en enhet av en viss tjänst.                                                                                                                        |
| <b>Rörlig kostnad</b>   | Kostnader som varierar med den producerade volymen.                                                                                                                                                       |
| <b>VULA</b>             | Virtual Unbundled Local Access är ett elektroniskt sätt att tillhandahålla virtuellt bitströmstillträde som liknar lokalt fysiskt tillträde (dvs. fysisk unbundling av lokala fiber- eller kopparloopar). |